

Федеральное агентство по рыболовству

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ»**

**Филиал по пресноводному рыбному хозяйству
ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»)**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры

Выпуск 93



Астрахань – 2022

УДК 639.3/6
ББК 47.2
С 23

С23 Сборник научных трудов. Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры. – Вып. 93. – Астрахань: Издатель: Сорокин Роман Васильевич, 2022. – 274 с.

Рецензент: С.Б. Купинский, к.б.н., доцент кафедры «Аквакультура и экология» Дмитровского рыбохозяйственного технологического института (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Астраханский государственный технический университет»

Сборник научных трудов ВНИИПРХ посвященный 90-летию Филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»), включает статьи, по всем основным направлениям научного обеспечения аквакультуры: технологии выращивания, ихтиопатологии, криобиологии, кормлению рыб и селекционно-племенной работе. Несколько статей посвящены вопросам мониторинга естественных водоемов рыбохозяйственного значения.

Собранные вместе, статьи сборника формируют представление о тематике исследований, выполняемых в настоящее время в Филиалах ФГБНУ «ВНИРО». Научные статьи представлены в авторской редакции.

УДК 639.3/6
ББК 47.2
С 23

ISBN 978-5-00201-089-9

© Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»), 2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Багров А.М. «Люди и события в истории ВНИИПРХ (к 90-летию основания института)».....	5
Мельченков Е.А. «Исторические аспекты исследований ВНИИПРХ в области акклиматизации и освоения новых объектов».....	13
Романова Н.Н., Головин П.П., Головина Н.А., Щелкунова Ю.П., Юхименко Л.Н. «Охрана здоровья объектов аквакультуры – основное направление работ лаборатории ихтиопатологии».....	24
Ковалев К.В., Докина О.Б., Пронина Н.Д., Миленко В.А. «Об основных результатах работы лаборатории криобиологии Филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»)»	36
Бадаева И.Ю., Кусочкин В.С., Кусочкина К.И., Ускова С.С., Шмакова З.И. «Роль гидробиологических исследований в повышении продуктивности рыбохозяйственных водоёмов»	43
Мустаев С.Б. «Способы повышения эффективности и задачи прудового рыбоводства в современных условиях»	47
Рачек Е.И. «Разведение китайского окуня (<i>Sineperca chuatsi</i>) в условиях полносистемного тепловодного хозяйства»	57
Ковачева Н.П., Жигин А.В., Борисов Р.Р., Никонова И.Н. «Современные тенденции развития аквакультуры ракообразных в России»	69
Артемов Р.В., Мышкин А.В., Гершунская В.В., Арнаутов М.В. «Основные направления деятельности ФГБНУ «ВНИРО» в области научного обеспечения современного кормопроизводства для объектов аквакультуры»	81
Лютиков А.А., Королев А.Е. «Сравнительный морфометрический и морфологический анализ судаков <i>Sander lucioperca</i> из прудов, озера и выращенных в промышленных условиях»	89
Валеева А.О., Комарова Л.В. «Анализ полиморфизма ДНК стерляди на основании межмикросателлитного анализа»	96
Илясова В.А., Мельченков Е.А., Калмыкова В.В., Воробьев А.П., Арчибасов А.А., Валягина А.И. «Роль гистологических исследований в изучении гаметогенеза осетровых видов рыб в условиях промышленных хозяйств на примере сибирского осетра ленской популяции и стерляди волжской популяции»	104
Коркина А.Е. «Материалы к рекомендациям по заготовке, преднерестовому выдерживанию, проведению естественного нереста байкальского омуля в р. Селенга для целей искусственного воспроизводства в 2021 году»	135
Дементьев В.Н., Шарт Л.А. «Практическое использование пород карпа селекции ВНИИПРХ»	145
Юхименко Л.Н., Токарева С.Б. «Бактериальные болезни рыб и методы их профилактики»	152

Рудакова С.Л., Буданова Л.К., Хайдаров К.А., Щелкунова Ю.П., Кропочева И.Ю., Оганесова Е.В., Самохвалов И.В. «Предварительные результаты комплексного эпизоотического обследования популяций половозрелого атлантического лосося (семги) в реках Кола и Тулома в 2022 г.»	163
Домницкий И.Ю., Кияшко В.В., Масликов В.П., Александров Я.В. «Ихтиопатологическая характеристика тепловодных объектов (генерирующих мощностей атомных и гидроэлектростанций, геотермальных источников)»	178
Вылка М.М. «Морфология эритроцитов двухлеток муксуна <i>Coregonus muksun</i> в норме и при анемии в аквакультуре»	185
Катайкина О.И., Матвеев В.И. «Оценка степени загрязнения поверхностных вод рек южного Приморья и озера Ханка по гидрохимическим показателям»	193
Мохова О.Н., Студенов И.И., Козьмин А.К., Мельник Р.А. «Гидрохимические исследования озера Большое Мошинское Архангельской области в целях аквакультуры»	203
Антипова В.Б., Михалап С.Г. «Акклиматизация пеляди <i>Coregonus peled</i> (Gmelin, 1789) в малых озерах Псковской области»	209
Интересова Е.А. «Лещ <i>Abramis brama</i> – важный водный биологический ресурс в бассейне Оби»	231
Никитенко А.И., Горячев Д.В., Жарикова В.Ю., Клец Н.Н. «Современное состояние ихтиофауны Шатурских озер»	245
Жарикова В.Ю., Ивлев А.Л., Кудинов М.Ю., Гвоздарев Д.А., Ускова С.С., Буторина А.П., Петрова М.Г., Родимова З.Н., Клец Н.Н. «Вклад ВНИИПРХ в сохранение популяций осетровых и карповых видов рыб бассейна р. Волги»	251
Шакирова Ф.М., Калайда А.Э., Горшков М.А., Анохина О.К., Любина О.С. «Состояние и перспективы искусственного воспроизводства стерляди (<i>Acipenser ruthenus</i>) Куйбышевского водохранилища»	263

ЛЮДИ И СОБЫТИЯ В ИСТОРИИ ВНИИПРХ (К 90-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ ИНСТИТУТА)

А.М. Багров
член-корреспондент РАН
E-mail: bagamfish@gmail.com

Делается краткий обзор научно-производственной и организационной деятельности ВНИИПРХ за исторический период с момента его образования. Приводятся имена ряда известных учёных и специалистов, определивших главную роль института в отрасли, направлений развития научного рыбоводства и современной промышленности. Акцентируется внимание на необходимости научного обеспечения федеральных Программ и Стратегий научно-технологического развития.

Ключевые слова: исторический период, доклад, программа, стратегия.

Годовщины побуждают к воспоминаниям, оценке событий, действующим лицам, определившим научно-технический прогресс отрасли.

Мне, проработавшему в институте более 40 лет, в т. ч. в должностях первого заместителя и генерального директора около 17 лет, делать краткий обзор о ВНИИПРХ субъективно, но, надеюсь, неошибочно. Возможно, что-то из этого мало известно или со временем забывается.

Доложить вам историю института, развития научного рыбоводства в полном объёме заявленного доклада невозможно. Но мне в помощь послужат ранее опубликованные материалы на эту тему. При подготовке к проведению 70-летнего юбилея, в 2002 году, были изданы «Краткая историческая хронология ВНИИПРХ (1932-2002 гг.)» [Багров, Калмыкова, 2002] и юбилейные труды в виде «Избранные труды ВНИИПРХ» (в четырёх томах) [Избранные труды ВНИИПРХ, 2002]. В них были созданы очерки в лицах и работах. Таким образом собрана краткая история развития института от его создания, поэтапно, до начала 21 века. Очень поучительный материал. Рекомендую с ним познакомиться. Конечно, только прошлым жить нельзя, но изучать его, бережно с ним обращаться необходимо. Поистине, как говорится, это актуальное прошлое.

В своей работе «Хронология ...» мы кратко остановились на периоде истории 1932-1962 гг. Однако она прекрасно представлена в работе Ксении Алексеевны Головинской, Льва Марковича Гордона, Владимира Матвеевича Ильина, Елены Валериановны Мейснер, которые были очевидцами и участниками этого этапа истории института. Вот как они начинали описание: «Разработка основ рыбоводства ... сопровождалась крупными для того времени биологическими открытиями в этой области и связана с именами

А.Т. Болотова, В.П. Врасского, О.А. Гримма, И.Н. Арнольда и многих других. Эти исследования прямо и косвенно способствовали раскрытию биологических закономерностей размножения и выращивания рыб в прудах». И далее: «За достижения в области разработки научных основ прудового рыбоводства и большую помощь промышленности в 1954 и 1955 гг. ВНИИПРХ и ряд его научных сотрудников были утверждены участниками ВДНХ. Достижения ВНИИПРХ по интенсификации демонстрировались в павильоне «Рыбное и прудовое хозяйство» ВСХВ». Интересующиеся ранней, подробно описанной историей ВНИИПРХ могут об этом прочесть в одном из его научных трудов.

Небезынтересно отметить, что к этой же дате, 70-летию, при действенной помощи протоиерея, настоятеля храма Покрова в с. Жестылёва отца Игоря был установлен памятный камень в благодарность создателям ВНИИПРХ. В восстановлении храма активное участие принимали работники института и жители посёлка Рыбное. На личные средства профессоров В.К. Виноградова и Л.В. Ерохиной для этого храма были приобретены колокола, звон которых сейчас разносится по всей округе, и вы его временами слышите.

Весьма любопытна и документальна «Справка из Центрального Государственного архива СССР», в которой приводятся названия института, его базы, ведомственная подчинённость, внутренняя структура. Изначально, в 1932 г., он назывался Центральным научно-исследовательским институтом прудового рыбного хозяйства (г. Москва, ЦНИИПРХ). Здесь же говорится о перебазировании из Москвы в 1963 г. на базу «Опытного племенного прудового хозяйства «Якоть». Обратите внимание, с момента своего основания этим же приказом Госкомитета по рыбному хозяйству при СНХ СССР ВНИИПРХ был наделён функциями координации и методического руководства всеми исследованиями в области прудового рыбного хозяйства, осуществляемыми научно-исследовательскими учреждениями отрасли и других ведомств. С годами эта работа только усиливалась и расширялась. Придание институту функции головной организации – это признание его роли и, одновременно, большая ответственность.

С 1970-х гг. направления деятельности института, роль и масштабы НИР значительно расширены и не ограничивались прудовым рыбоводством. В 1996 году ВНИИПРХ, сохраняя аббревиатуру, переименован во ВНИИ пресноводного рыбного хозяйства. В таком качестве он функционирует и в настоящее время.

Пожалуй, одним из знаменательных событий в истории института стал его перевод в Дмитровский район. Огромная роль при переводе ВНИИПРХ из Москвы на неустроенную территорию Рыбплемхоза «Якоть» принадлежит директору Л.В. Грибанову. Она заключалась в обеспечении работы института в новых условиях, полноценном проживании его жителей, введении в строй первых благоустроенных многоэтажных домов для работников института, инфраструктуры, средней школы, медпункта, транспортной связи с районным центром. Во ВНИИПРХ он работал с 1951 по 1965 годы. Под руководством Леонида Васильевича разработан и утверждён Правительством Генеральный

план развития научного посёлка. Очевидцы рассказывали, что одним из деятельных помощников в новом строительстве был участник Великой Отечественной войны полковник Пётр Васильевич Логвиненко. Общими усилиями, в первую очередь, этих двух ветеранов-героев ВОВ, на высшем государственном уровне решались сложные вопросы начала строительства ВНИИПРХ. Кстати, проект комплекса Всесоюзного НИИ прудового рыбного хозяйства в начале 1960-х гг. был отмечен медалью ВДНХ СССР.

Леонид Васильевич стал образцом директора института. Он пример содержательной и многогранной творческой биографии. Л.В. Грибанов успешный и авторитетный руководитель ВНИИПРХ, позднее, рыбной отрасли РСФСР. Всех последующих руководителей института ветераны строго оценивали по шкале «Грибанов». Леонид Васильевич – участник Великой Отечественной войны. Служил в рядах Советской армии с 1940 по 1946 гг., инженер-лейтенант. Все годы войны воевал в составе действующей армии. Участвовал в Курской битве, форсировании Днепра, освобождении от немецких фашистов Польши, Чехословакии, городов Киев, Варшава, Прага. Его не стало в 2017 г., а посёлок стоит, расширяется, наполняется новыми учреждениями и структурами социального назначения. В декабре прошлого года Л.В. исполнилось бы 100 лет. Было бы справедливо, Л.В. Грибанову, первому директору, основателю ВНИИПРХ и пос. Рыбное, увековечить память установкой мемориальной доски на фасаде одного из зданий института.

Посёлок Рыбное, расположенный в нём институт, «Столица 100 прудов» – это судьба многих из нас, приехавших сюда на работу. Здесь создавались семьи, рождались дети, которые росли, учились и зачастую становились последователями своих родителей по профессии. Вот только некоторые из них: Титаревы, Шмаковы, Илясовы, Савины, Шестерины, Воропаевы, Новожины, Михеевы и др.

Знаменательны особенности формирования научного коллектива в 1960-1970 гг. Здесь начинали и продолжали работу молодые специалисты – воспитанники МГУ, ЛГУ, Горьковского, Казанского и Саратовского университетов, АГТИ, КТИРПИХ, ОдГУ, МСХА им. Тимирязева и др. Вполне сложившиеся специалисты в последствии стали известными учёными в разных областях биологических наук, объединённых рыбоводством. Говоря о молодёжи 1960-1990 гг., следует отметить, что уроками дальнейшей учёбы, становления служили заседания Учёных советов института, на которых сталкивались различные точки зрения, шли горячие дискуссии, и, в то же время, сохранялись искусство консенсусов, благожелательность. Справедливость требует отметить и оппонентов администрации, ученому совету, которые оживляли научную и общественную деятельность института.

Институт обеспечил в посёлке создание атмосферы высокого интеллектуального уровня, культуры, спорта, жизни и работы. Образно говоря, ВНИИПРХ этого периода являл собой научную заповедную территорию, которую следовало бы охранять и развивать.

Модернизация института – это открытие новых лабораторий, направлений исследований. В этой связи знаменательно создание в институте ряда научно-исследовательских лабораторий, возглавляемых заведующими – известными и авторитетными учёными. Вот только некоторые из них: Ф.М. Суховерхов, В.И. Федорченко, В.В. Лавровский, Е.Ф. Титарев, Н.П. Новоженин, А.Н. Канидьев, Е.А. Гамыгин, М.А. Щербина, В.А. Мусселиус, В.К. Виноградов, А.Г. Минц, К.А. Головинская, В.Я. Катасонов, Н.Б. Черфас, И.С. Шестерин, Ю.И. Илясов, И.Б. Богатова, З.И. Шмакова, П.В. Михеев, В.Е. Федяев и др. Всех перечислить трудно. Они хорошо представлены своими научными трудами. Некоторые из лабораторий по содержанию, объёму выполняемых работ, комплексности увеличивались до размера отделов и представляли собой средней величины институты численностью до 50 человек (прудовое рыбоводство, кормление, механизация). Ряд новых направлений рыбоводства зарождались и развивались в недрах ВНИИПРХ (акклиматизация, физиология и биохимия питания, кормление и промышленное кормопроизводство, индустриальное рыбоводство, генетика, селекция и др.). Они определили облик и развитие рыбоводной науки, современной промышленности.

Институту свойственно создание научных школ со своими отличительными чертами, то, что особенно ценно для науки, то, что можно назвать возобновляемым интеллектуальным ресурсом. Конечно, с появлением талантливого учёного (лидера) возникает и научное направление, научная школа. Во ВНИИПРХ – это галерея научных школ. Назову только крупные, сохранившиеся: К.А. Головинской, В.А. Мусселиус, В.К. Виноградова, П.В. Михеева, И.Б. Богатовой, М.А. Щербины, А.Н. Канидьева, Е.А. Гамыгина. Их ученикам и достойным продолжателям пожелаю сохранить и развить свои направления, успешного научного поиска, воспроизводства талантливых кадров.

Государственным признанием лидерства и высокого авторитета в стране и мире ВНИИПРХ, его роли в экономике страны стало создание в 1980 году на его базе Всесоюзного НПО по рыбоводству. Это было крупное комплексное объединение, центр исследований и производства рыбопродукции в б. СССР. Оно включало в себя Гидрорыбпроект с 6-ю отделениями по всей стране, 2 НИИ, СОКБ «Техрыбвод», крупные промышленные хозяйства, 3 комбикормовых завода на импортном оборудовании, строящийся завод рыбоводной техники под Киевом. Общая численность работающих в объединении составляла около 4,7 тыс. человек. Во ВНИИПРХ работало 900 человек. Институт координировал деятельность более 40 научных организаций разной ведомственной принадлежности, в т. ч. в рамках 3 комплексных целевых программ, проектов ГКНТ. Завершённые НИР проходили 3 последовательных этапа: производственная проверка, совершенствование, внедрение. В этот период удалось достичь впечатляющих результатов в науке и производстве.

Это был период яркого творческого расцвета. Наука и промышленность работала сообща на обеспечение роста объёма производства и вылова товарной рыбы, что во многом удалось достичь. Нормативные документы стали настольными книгами в хозяйствах разного типа. Наука в свою очередь была погружена в реальное производство и оперативно решала возникающие проблемы. Культура рыбоводства формировалась за счёт строгого соблюдения научно-обоснованных технологий и нормативов. Внедрение не вызывало сопротивления со стороны промышленности.

Следует подчеркнуть, что с целью пропаганды достижений научного рыбоводства и курируемых хозяйств, активно использовались выставки достижений народного хозяйства. В течение многих лет ВНИИПРХ является постоянным их участником, в т. ч. международных, в каждой из которых экспонаты обновляются. Так, в 1979 г. за создание высокопродуктивной племенной породы коллектив разработчиков и ВНИИПРХ были награждены 4 медалями, в том числе золотой ВДНХ СССР и дипломом 1 степени. В общем, только за 20 лет (1980-2000 гг.) получено 5 золотых, 2 серебряных медали, около 20 дипломов 1 и 2 степеней на выставках ВДНХ СССР, «Инрыбпром», «Агропром» и др. За этот же период патентоспособные НИР были защищены более 70 авторскими свидетельствами и патентами. Несколько пород, кроссов и одомашненных форм искусственного разведения включены в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации, допущенных к использованию.

На 1980-е гг. приходится деятельность в рамках КЦП «Амур» (В.К. Виноградов), «Пруд» (В.И. Федорченко), «Премикс» (А.Н. Канидьев, Е.А. Гамыгин). Формула роли рыбохозяйственной науки во главе с ВНИИПРХ в производстве определялась как «совместное планирование – совместная реализация – совместная ответственность». Эти отраслевые КЦП были эффективными и успешно завершёнными.

Высоко квалифицированные специалисты, учёные были прекрасными знатоками производства и науки. Замечательные российские рыбоводы Ф.М. Суховерхов, В.М. Ильин, Г.И. Савин, Ю.П. Боброва, А.Г. Бекин и др. работали во ВНИИПРХ. Часто люди, пришедшие в науку из хозяйств, образно говоря, от «сохи», становились известными учёными.

ВНИИПРХ успешно обслуживали работники экспериментальных баз, опорных пунктов, рыбхозов, вспомогательных подразделений института (обширная научная библиотека, издательство, транспорт, обслуживание инфраструктуры и т. д.). Это также нельзя не учитывать в отмечаемую годовщину. Без их участия наука не смогла бы успешно двигаться вперёд.

Биохимик Энгельгард, создатель института молекулярной биологии РАН, утверждал, что союз наук важен в исследованиях. Это он называл правилом одной трети: 1/3 физиков, 1/3 химиков, 1/3 биологов. Примерно по этому принципу во ВНИИПРХ была создана единственная в отрасли лаборатория теоретических основ рыбоводства, основанная на междисциплинарной, пограничной области знаний (руководитель С.А. Баранов). Впервые для

товарного рыбоводства были разработаны стандартные модели роста рыб, ряд расчётных планшетов, формул и др. Эти разработки с успехом используются в научных исследованиях и при оценке условий выращивания.

Сеть опорных пунктов по всей стране, часто на базе отстающих рыбхозов, как правило позволяло хозяйствам становиться лидерами по объёму выпуска товарной продукции и эффективности производства. Рыбоводы в хозяйствах наблюдательны, критически мыслящие специалисты. С ними работать и просто, и сложно. Это люди, закалённые проблемами, накопившие богатый опыт. Они ценный фонд рыбоводства и науки, проводники «народной рыбоводной мудрости». Опыт подсказывает, что науке надо окунуться в производство, откуда виднее его потребности.

Издательская и научно-просветительская деятельность занимала особое место в работе института. Авторами научных трудов института в разные годы были А.Ф. Карпевич, А.С. Константинов, А.П. Макеева, Б.В. Веригин, В.С. Кирпичников, Л.А. Кудерский, Б.А. Привезенцев и другие известные учёные, что привлекало к этим изданиям повышенный интерес. Труды института, тезисы международных конференций встречались нам во многих странах бывшего СЭВ и др. государствах. Кстати, институт много лет являлся Уполномоченным представителем нашей страны в международном сотрудничестве. Труды ВНИИПРХ за всю его историю – это кладовая научных знаний, поисков, взглядов учёных на пути развития рыбоводства СССР, Российской Федерации. Поэтому, применительно к рыбоводству, нам остаётся это беречь и приумножать, обращаться к трудам прошлых лет за советами. Как говорил Карамзин: «Всё это нами сотворено, а значит наше».

Люди, о которых я упоминал, могли бы быть почётными гостями на этом празднике. Им не надо званий, у них есть Имя. Наша память – им приглашение. В своё время было учреждено звание «Почётный работник ВНИИПРХ». Может быть, в память о наследии особо видных наших учёных, организаторов науки и производства учредить премии их имени (по признаку, например, значимости, масштабу влияния на ход развития рыбоводства). Уместно было бы свести воедино в виде Биографического словаря или сборника перечень ученых и рыбоводов ВНИИПРХ. В помощь послужит: «Чем дальше от нас фигура, тем она значительнее».

И, наконец, надеюсь, что эту дату отмечает рыбоводная отрасль, становление и развитие которой было осуществлено благодаря применению научных достижений ВНИИПРХ и при непосредственном участии его научных сотрудников.

Подводя итог сказанному, следует особо отметить уникальное событие в пресноводном (товарном) рыбоводстве – присвоение в начале 2000-х гг. двух премий Правительства в области науки и техники Российской Федерации за разработку и крупномасштабное внедрение достижений института и соисполнителей. Работы получили всеобщее признание и не утратили своей полезности и значения.

Я привел фрагменты событий института в лицах с одной лишь целью, чтобы не забыли эти имена, оставившие яркий след в истории ВНИИПРХ, в истории советского и российского рыбоводства.

В наступившем 3-ем тысячелетии жизнь ставит перед рыбохозяйственной наукой новые задачи. Рыбоводство 21 века должно развиваться из ярких свершений и нерешённых проблем предшествующего столетия. Только изменяющийся климат ставит серьёзные вызовы будущим поколениям. Прикладной науке предстоит решать проблемы адаптации и создания новых технологий, в связи с этим глобальным явлением, вести научное сопровождение смены технологий. Самостоятельное ключевое направление развития науки и техники – это генетика и биотехнология.

В настоящее время на РАН возложена функция координации НИР по всем направлениям разных ведомств. Поэтому, актуальность и научную значимость разработок следует согласовывать с федеральными госпрограммами, в частности Программой фундаментальных научных исследований Российской Федерации [Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 годы), 2019], Стратегией научно-технологического развития РФ [Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации, 2016]. Академия осуществляет экспертно-аналитическое сопровождение научно-технологических программ и проектов, мониторинг, оценку результатов государственных научных организаций независимо от их ведомственных принадлежностей, финансируемых за счёт средств федерального бюджета. Потребуется научное обеспечение Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса на период до 2030 г., утверждённой Правительством Российской Федерации [Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 г., 2022]. Уверен, что ВНИИПРХ станет достойным участником научно-технологического развития отрасли. Было бы уместно, подготовить обзор исследований и результатов за последние годы в продолжение и дополнение 4-х томов избранных трудов института (2002).

Эта дата особенно знаменательна для нас ветеранов. Хочу особо отметить, что из московского периода истории института в настоящее время здесь работают д.б.н., профессор М.А. Щербина и к.б.н. В.И. Ананьев. От ветеранов следующего за ними поколения искренне благодарю их за преданность рыбоводной науке. Пожелаю им хорошего здоровья и неиссякаемого творчества. Я горжусь и благодарен судьбе, что трудовая и личная жизнь протекали в единственном, уважаемом, известном во всем мире ВНИИПРХ.

Благодарю за приглашение в столь знаменательный день. В завершение своего выступления приведу слова жителя нашего поселка, большого друга ВНИИПРХ, частого его гостя, поэта-фронтовика Ю.М. Чернова: «Без прошлого, что может быть страшнее. Я дерево, лишённое корней».

Сердечно поздравляю коллектив института, его ветеранов со знаменательной годовщиной. Желаю в 2032 году встретить юбилей новыми, значительными успехами. Пусть исторические уроки ВНИИПРХ будут вам в помощь для решения проблем в области рыбоводства. Желаю также всем здорового долголетия, приумножать достижения наших предшественников. Вам есть чем гордиться за прошлое, за то значение и роль, которую играл институт в жизни страны.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Багров А.М., Калмыкова В.В. Краткая историческая хронология ВНИИПРХ (1932-2002 гг.). – Дмитров: Ид «Север Подмосковья», 2002.

Избранные труды ВНИИПРХ (в четырёх томах). Книга 1, том I–II / Под общей ред. чл.-корреспондента РАСХН А.М. Багрова. - Дмитров: Ид «Север Подмосковья», 2002. 528 с.

Избранные труды ВНИИПРХ (в четырёх томах). Книга 2, том III–IV. / Под общей ред. чл.-корреспондента РАСХН А.М. Багрова. - Дмитров: Ид «Север Подмосковья», 2002. 504 с.

Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021-2030 годы). Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 25 апреля 2019 г. № 496.

Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации. Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642.

Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 г. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 сентября 2022 г. № 2567–р.

PEOPLE AND EVENTS IN THE HISTORY OF VNIIPRKH (TO THE 90TH ANNIVERSARY OF THE FOUNDATION OF THE INSTITUTE)

A.M. Bagrov

Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences

E-mail: bagamfish@gmail.com

Abstract. A brief overview of the scientific, production and organizational activities of VNIIPRKh for the historical period since its formation is made. The names of a number of well-known scientists and specialists who determined the leading role of the institute in the industry, the directions of development of scientific fish farming and modern industry are given. Attention is focused on the need for scientific support of federal programs and Strategies of scientific and technological development.

Keywords: historical period, report, program, strategy.

ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВНИИПРХ В ОБЛАСТИ АККЛИМАТИЗАЦИИ И ОСВОЕНИЯ НОВЫХ ОБЪЕКТОВ

Е.А. Мельченков

*Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО»
(«ВНИИПРХ»)*

E-mail: melchenkov_ea@vniiprh.ru

В материалах статьи отражена роль института и его ученых в рыбохозяйственном освоении новых и перспективных объектов рыбоводства, формировании и становлении новых направлений аквакультуры, выращивания рыб в поликультуре, развития пастбищного товарного рыбоводства, индустриального осетроводства и др.

Ключевые слова: растительноядные рыбы, буффало, канальный сом, веслонос, осетровые, акклиматизация, маточные стада.

В 2022 г. исполняется 90 лет Всероссийскому научно-исследовательскому институту пресноводного рыбного хозяйства, 95 лет одному из основоположников рыбохозяйственного освоения растительноядных рыб и новых объектов рыбоводства в России, доктору биологических наук, профессору Виноградову Владимиру Константиновичу и 60 лет со дня создания лаборатории акклиматизации и рыбохозяйственного освоения растительноядных рыб и новых объектов, правопреемником которой в настоящее время является лаборатория осетроводства и акклиматизации.

Современные достижения рыбоводства во внутренних водоёмах нашей страны неразрывно связаны с формированием и становлением научных исследований в отрасли и основаны на успехах отечественных учёных прошлого века, стоявших у истоков её становления, и результатов деятельности научных учреждений рыбохозяйственной отрасли России, достойное место в ряду которых уже 90 лет занимает Всероссийский научно-исследовательский институт пресноводного рыбного хозяйства.

С первых лет своего становления институт приступил к работам по поиску объектов рыбоводства наиболее полно отвечающим требованиям рыбного хозяйства того времени, в т.ч. к работам по акклиматизации представителей дальневосточного комплекса – растительноядных рыб.

Впервые об этих рыбах написал Владимир Константинович Солдатов, после экспедиции по р. Амур выполненных в период с 1907 по 1913 гг. [Солдатов, 1915].

В 30-х годах вопрос о желательном вселении растительноядных рыб в водоёмы СССР и целесообразности их использования в прудовых рыбоводных хозяйствах был поднят исследователями Ф.Н. Михайловым [1937],

А.Н. Державиным [1938], И.А. Анищенко [1939]. В 1937 г. сотрудниками ВНИИПРХ осуществлены первые попытки перевозки толстолобика в Московскую область. Данная попытка окончилась неудачно из-за отхода в пути и при зимовке в прудах. В том же 1937 г. в институте под руководством Филиппа Михайловича Суховерхова приступили к работам по рыбохозяйственному освоению стерляди в качестве объекта прудового выращивания, которые показали возможность её выращивания в непроточных закрытых водоемах.

В 1944-1949 гг. по результатам работы совместной ихтиологической экспедиции МГУ, Амурского отделения ТИНРО, института морфологии животных АН СССР и других научных организаций работы по акклиматизации растительноядных рыб получили новый толчок. Они были включены в план работ Центральной производственно-акклиматизационной станции (ЦПАС). К этим работам подключаются многие институты и организации рыбохозяйственной отрасли страны.

В 1948 г. в прудах Савинского опытного рыбхоза (экспериментальная база ВНИИПРХ) получили свое продолжение работы по рыбохозяйственному освоению стерляди, ее выращивание проводили совместно с карпом. В 1954 г. с применением гормональной стимуляции впервые получили икру от выращенной в прудах стерляди. Одновременно на базе данного предприятия приступили к опытам по выращиванию в прудах осетра и севрюги, которые ещё раз подтвердили, что осетровые рыбы живут и хорошо растут в прудах.

В это же время под руководством Суховерхова Ф.М. проводились работы по акклиматизации и изучению биологии растительноядных рыб: белого амура, белого или обыкновенного толстолобика, пестрого толстолобика и черного амура [Суховерхов, 1966].

Развитие энергетики и создание водохранилищ при строительстве электростанций вызвало большой интерес к комплексному использованию полученных водных биоресурсов в интересах аквакультуры, в частности, к развитию садкового рыбоводства в водоёмах с естественной температурой воды.

Под руководством Петра Васильевича Михеева в 1954 г. на экспериментальной базе ВНИИПРХ, созданной на Пяловском водохранилище канала им. Москвы, приступили к исследованиям по выращиванию рыбы в садках. Эти работы были продолжены Владимиром Петровичем Михеевым, в результате которых были разработаны «Предварительные рекомендации по биотехнике выращивания и зимовки сеголетков стерляди в плавучих садках» [Михеев и др., 1975]. В данной работе предложены различные конструкции рыбоводных садков, а также рыбоводно-биологические основы использования судов и контейнеров для культивирования рыб.

Развитие энергетического комплекса страны, связанное со строительством ТЭЦ и АЭС, в результате деятельности которых образуется большой объём сбросных отработанных тёплых вод, позволило выделить новое направление современной аквакультуры – промышленное.

В 1954-1958 гг. проводятся первые координационные совещания по работе с растительноядными рыбами. В это же время начинается завоз посадочного материала из Китая. Активно ведутся работы по разработке методов искусственного воспроизводства, начинается формирование ремонтно-маточных стад.

Китайский метод бассейнового разведения растительноядных рыб, основанный на использовании бассейнов с рециркуляционной подачей воды и икроуловителем, несмотря на кажущуюся на первый взгляд простоту, не нашёл широкого применения в отечественном рыбоводстве и использовался главным образом в Узбекистане (рыбокомбинат «Балыкчи»), где под руководством Б.В. Веригина осуществлялись исследования в области их рыбохозяйственного освоения. Усилия советских учёных были сосредоточены на разработке заводского метода воспроизводства и увенчались успехом к 1961 г., когда в Туркменской ССР Д.С. Алиевым и на Украине В.А. Приходько было получено потомство от белого амура, завезённого с р. Амур и от белого толстолобика, доставленного в 1960 г. из КНР [Алиев, 1961а, б; Виноградов, 1966].

В 1962 г. во ВНИИПРХ создаётся лаборатория акклиматизации и рыбохозяйственного освоения растительноядных рыб и новых объектов, которую возглавил Владимир Константинович Виноградов, уже через 3 года получены первые результаты по разработке и освоению биотехники формирования маточных стад растительноядных рыб в прудах [Виноградов, 1965]. От выращенных в прудах производителей получили около 39 тыс. личинок белого толстолобика, из которых к осени вырастили 20 тыс. сеголетков. В 1963 г. под руководством В.К. Виноградова коллективом сотрудников ВНИИПРХ были получены 4 млн личинок белого амура, белого и пёстрого толстолобиков. В 1964 г. рыбхозы Краснодарского края сдали торговым организациям более 2000 ц, в 1965 г. – около 6000 ц товарных толстолобиков [Виноградов, 1966]. К 1975 г. было выращено около 300 тыс. ц товарной продукции амуров и толстолобиков [Виноградов, 1975].

Благодаря успехам научных организаций в области рыбохозяйственного освоения растительноядных рыб интерес к ним стал чрезвычайно широк и работы принимают крупномасштабный характер, в исследованиях участвуют ведущие ученые страны Георгий Васильевич Никольский, Бодо Германович Иоганзен, Николай Львович Гербильский, Борис Владимирович Веригин, Алла Петровна Макеева, Сергей Гаврилович Соин, Гамар Саметович Алиев, Павел Исаевич Вовк и многие другие. В это же время перепрофилируется на работу с растительноядными рыбами рыбцово-шемайный завод «Горячий Ключ», на базе которого формируются маточные стада белого и пёстрого толстолобиков, белого и чёрного амуров, совершенствуется биотехника их разведения, осуществляются масштабные работы по расселению растительноядных рыб практически по всей территории СССР [Виноградов и др., 1963, 1975]. Растительноядные рыбы наравне с карпом становятся основными объектами прудового рыбоводства, при этом доля растительноядных рыб в общей продукции прудовой поликультуры постоянно растет. Таким образом, в этот

период закладываются основы прудовой поликультуры [Виноградов, 1985], проводится интродукция растительноядных рыб в малые водоёмы, водохранилища и водоёмы комплексного назначения, разрабатываются теоретические и практические основы пастбищного рыбоводства во внутренних водоемах страны [Виноградов, 1975а, б, 1976].

В 1963 г. в г. Электрогорске на водоёме-охладителе ГРЭС им. Классона основана экспериментальная садковая база ВНИИПРХ, где под руководством Александра Никитича Корнеева проводились исследования по разработке биотехники выращивания осетровых видов рыб на тёплых водах, разрабатываются научные основы индустриального садкового рыбоводства [Корнеев и др., 1969].

По результатам проведённых исследований в 1974-1975 гг. Владимиром Петровичем Михеевым в соавторстве с другими сотрудниками ВНИИПРХ подготовлены материалы по биотехнике выращивания сибирского и русского осетров и стерляди в плавучих садках [Михеев, 1973; Михеев П.В., Михеев В.П., 1974].

Татьяной Георгиевной Петровой разработаны биотехнические основы товарного выращивания бестера в садках и бассейнах с использованием отработанных вод электростанций [Петрова, 1978, 1980]. Эти работы позволили вплотную подойти к проблеме выращивания осетровых в управляемых условиях с обеспечением их воспроизводства.

Пионером в этом направлении исследований явился ВНИИПРХ, на базе его филиала, первом в стране предприятии индустриального бассейнового типа – Конаковском заводе товарного осетроводства, с 1973 г. под руководством Ивана Ивановича Смольянова сотрудниками института проводились работы по формированию ремонтно-маточного стада сибирского осетра ленской популяции, в начале 80-х годов были сформированы коллекционные маточные стада, разработаны технологии по формированию и воспроизводству осетровых видов рыб в условиях индустриальных бассейновых хозяйств. В 1981 г. впервые в мировой практике от производителей сибирского осетра ленской популяции, выращенных в индустриальных условиях на экспериментальной базе ВНИИПРХ, получено потомство. С этого момента в России открылось новое направление аквакультуры – индустриальное товарное осетроводство [Смольянов, 1987]. За короткий период на предприятии были сформированы коллекционные стада целого ряда ценных осетровых рыб: сибирского осетра ленской и обской популяций, русского осетра азово-черноморской популяции, байкальского и сахалинского (зелёного) осетра, стерляди волжской окской и дунайской популяции, белуги и других.

Многие годы предприятие являлось основным поставщиком оплодотворённой икры, личинок и молоди сибирского осетра ленской популяции. Без преувеличения можно сказать, что практически все маточные стада сибирского осетра, имеющиеся в отечественной и мировой аквакультуре,

сформированы из посадочного материала, полученного с Конаковского осетрового завода.

В этот же период осуществляется строительство Курского рыбоводного завода, построенного специально для разработки технологии выращивания производителей, формирования и эксплуатации маточных стад растительноядных рыб в прудах с управляемым температурным режимом, в которых при выращивании рыбы использовалась теплая сбросная вода городской ТЭЦ-1. Под руководством В.К. Виноградова, сотрудникам лаборатории А.М. Багрову и В.А. Костылеву удалось организовать производство посадочного материала растительноядных рыб в III зоне прудового рыбоводства [Виноградов и др., 1986а, б].

К 1985 г. ВНИИПРХ разработана технология непрерывного выращивания рыбы в прудах, позволяющая получать в VI зоне прудового рыбоводства при существенной экономии ресурсов и материальных средств до 120 ц/га высококачественной товарной продукции карпа и растительноядных рыб [Виноградов и др., 1986а, б].

В 1975 г., в результате совместной работы многих отраслевых НИИ и организаций смежных отраслей, на базе ВНИИПРХ была создана первая отечественная установка замкнутого цикла водообеспечения (УЗВ) [Филатов и др., 1981], которая под руководством Филатова Валерия Ивановича послужила полигоном для приобретения первых знаний по эксплуатации, разработки рыбоводно-биологических и технологических нормативов по выращиванию посадочного материала и товарной продукции различных объектов аквакультуры, в том числе сибирского осетра, стерляди разных популяций [Киселев и др., 1995; Ширяев и др., 1995; Илясов, 2002]. Большой вклад сотрудники ВНИИПРХ, под руководством Евгения Алексеевича Гамыгина и Марины Алексеевны Щербины, внесли в создание рецептур искусственных комбикормов, в том числе и для осетровых видов рыб. В содружестве с другими институтами были созданы стартовые корма ОСТ-5, ОСТ-6, разработан рецепт специализированного корма РГМ-9ПО. Предложены методы увеличения влагостойкости гранул, многочисленная технологическая документация по использованию гранулированных комбикормов в рыбоводстве и многое другое [Щербина, Гамыгин, 2006].

Благодаря успехам научных работников в области рыбохозяйственного освоения растительноядных рыб интерес к ним стал чрезвычайно широк. В 1980 г. разрабатывается комплексная целевая программа «Амур», генеральным руководителем которой был определен Владимир Константинович Виноградов. Центральной задачей программы являлась организация крупномасштабного производства посадочного материала растительноядных рыб и новых объектов. В короткие сроки было создано 25 крупных специализированных производственных комплексов и 12 рыбопитомников общей мощностью 5,9 млрд личинок в год. Объем производства товарной продукции достигает более 100 тыс. т. Благодаря разработанному во ВНИИПРХ методу искусственного

разведения растительноядных рыб стало возможным их расселение более чем в 40 стран мира.

Советскими учеными было обращено внимание на то, что за счёт введения в поликультуру этих видов рыб и организации их выращивания в хозяйствах пастбищного типа можно ежегодно получать более 1 млн т высококачественной деликатесной продукции.

До 2003 г. совокупная мощность только предприятий, курируемых сотрудниками лаборатории акклиматизации и рыбохозяйственного освоения растительноядных рыб и новых объектов ВНИИПРХ составляла более 1 млрд личинок растительноядных рыб в год, 15 млн сеголетков и годовиков.

Опыт, полученный при проведении работ по акклиматизации растительноядных рыб, позволил приступить к работам по рыбохозяйственному освоению новых объектов рыбоводства, в частности представителей северо-американской ихтиофауны: трёх видов буффало (малоротого, большеротого и чёрного), канального сома, веслоноса. Очень быстро работы по освоению этих объектов вышли за рамки научного исследования и приобрели характер широкого производственного эксперимента.

В короткий срок в различных, в основном южных регионах СССР, Краснодарском крае, Дагестане, Грузии, Ростовской, Куйбышевской, Днепропетровской, Московской областях и других районах, были сформированы маточные стада этих объектов, организовано широкомасштабное воспроизводство, выращивание посадочного материала и получение товарной продукции.

Предполагалось, что специфические видовые особенности питания и поведения буффало (большеротый – зоопланктофаг, держится стаями в толще воды, чёрный – питается зоопланктоном и бентосом, обитает у дна прибрежной зоны, а малоротый – бентофаг, предпочитает донные участки открытой зоны водоёма), позволят занять им совместно с растительноядными рыбами свои биотопы и создать поликультуру, позволяющую весьма эффективно использовать кормовые ресурсы водоёмов различного типа [Виноградов, 1985].

Эта поликультура представляла определённый интерес и для рыбоводных хозяйств, не благополучных по инфекционным заболеваниям, таким как краснуха, воспаление плавательного пузыря, жаберный некроз.

Исследования, проведённые в этом направлении, позволили предложить рыбоводным хозяйствам совершенно новый тип поликультуры, где карп полностью или частично замещался тремя видами буффало. Однако, несмотря на масштабность проводимых работ по вселению буффало в водоёмы комплексного назначения, самовоспроизводящихся стад в водоёмах создать не удалось. Применение традиционных технологий по выращиванию товарной продукции в прудовых хозяйствах из-за высокой травматизации буффало во время весенне-осенних обловов и слабого чешуйчатого покрова, а также восприимчивости к некоторым заболеваниям (лернеоз, ихтиофтириоз), не

позволили буффало занять достойное место в прудовой и пастбищной аквакультуре России.

Канальный сом как объект акклиматизации, в отличие от буффало, получил более широкое распространение в рыбоводных хозяйствах и индустриальной аквакультуре России. В ряде водоёмов-охладителей, расположенных в различных регионах страны и республиках бывшего СССР, он образовал самовоспроизводящиеся маточные стада [Виноградов и др., 1982].

Следующим объектом акклиматизации, вызвавшим большой интерес, явился один из наиболее ценных представителей северо-американской ихтиофауны, единственный представитель отряда осетрообразных, питающийся зоопланктоном – веслонос, обладающий высоким темпом роста. Мясо веслоноса по вкусовым качествам и пищевым достоинствам сходно с мясом белуги, а деликатесная чёрная икра ставит его в ряд наиболее ценных пресноводных рыб планеты. Веслонос рассматривался как объект прудового и пастбищного рыбоводства. В короткие сроки учеными ВНИИПРХ на экспериментальной базе рыбплемхозе «Горячий Ключ» было сформировано исходное маточное стадо, разработана биотехника его воспроизводства. В 1984 г. Е.А. Мельченковым впервые в мире от производителей веслоноса выращенных в прудовых условиях, было получено потомство. За очень короткий период в различных регионах страны были созданы ремонтно-маточные стада этого объекта (Астраханская и Ростовская области, Краснодарский край и др.). Основные работы по изучению веслоноса были выполнены в рыбплемхозе «Горячий Ключ» под руководством В.К. Виноградова и его учениками Е.А. Мельченковым, В.Г. Чертихиным, В.А. Илясовой, Т.А. Канидьевой, О.В. Ситновой, М.В. Бреденко, Э.В. Бубунец и сотрудником НПЦ «Биос» В.В. Архангельским [Виноградов, Ерохина, 1975; Виноградов и др., 1984, 1986; Мельченков, 1985, 1991; Илясова, 1989; Канидьева, 1991; Мельченков и др., 1992, 1996; Архангельский, 1996; Бубунец, 1996].

Веслонос является прекрасным объектом акклиматизации в водоёмы комплексного назначения, особенно в водохранилища, где в верховьях рек, их образующих, сохранились естественные нерестилища, которые в перспективе мог бы занять веслонос. Первые попытки создания самовоспроизводящегося стада были предприняты в 1987 г., когда в Краснодарское водохранилище было выпущено более 3 тыс. штук молоди веслоноса массой свыше 30 г. Спустя 3 года в уловах рыбаков встречался веслонос массой 7 кг и более. В 2000 г. в водохранилище было выпущено более 11 тыс. молоди веслоноса. Однако из-за отсутствия дальнейшего финансирования работы по мониторингу результатов вселения не проводились.

Рыбохозяйственное освоение веслоноса открыло новое направление в развитии товарного осетроводства в России. При определённой организации работ в России могли бы быть созданы самовоспроизводящиеся стада веслоноса, что снизило бы рыбопромысловый пресс, лежащий сейчас на туводных видах осетровых рыб.

За достигнутые успехи в области осетроводства сотрудникам лаборатории осетроводства и акклиматизации Мельченкову Е.А., Козовковой Н.А., Петровой Т.Г., а также заведующему лабораторией кормления Гамыгину Е.А. «За разработку научных основ и промышленное внедрение технологий искусственного разведения и товарного выращивания осетровых рыб для производства деликатесной рыбной продукции, восстановления и увеличения их природных запасов» (Постановление Правительства РФ от 16.02.2004 г. № 85) присуждена Премия Правительства РФ 2003 года в области науки и техники.

Премия Правительства РФ 2005 года в области науки и техники «За разработку научных основ и промышленное внедрение новых методов повышения эффективного использования естественного продукционного потенциала, биологической мелиорации и создание стратегических запасов продовольствия во внутренних водоемах страны» (Постановление Правительства РФ от 20.02.2006 г. № 96) присуждается сотрудникам лаборатории осетроводства и акклиматизации Багрову А.М., Виноградову В.К., Гепецкому Н.Е., Савину Г.И.

В последние годы в лаборатории осетроводства и акклиматизации ВНИИПРХ выполняются исследования в рамках государственного задания, сформированного в интересах осетровых предприятий отрасли. Подготовлены и опубликованы многочисленные руководства и методические указания по производству посадочного материала, выращиванию товарной продукции, формированию продукционных маточных стад, определению физиологического состояния осетровых рыб на различных этапах индустриального выращивания, рекомендации по повышению продуктивности маточных стад осетровых рыб за счёт управления созреванием самок, самцов, содержащихся в индустриальных условиях, в т.ч. в УЗВ, по адаптации молоди осетровых рыб к низким температурам воды и по другим перспективным направлениям исследований.

Научно-технические разработки в области выращивания растительных, осетровых и других объектов рыбоводства и внедрение их в аквакультуру России прошли многократную проверку практикой, а индустриальное осетроводство стало полноправной динамично развивающейся отраслью отечественного рыбоводства.

Выполненные ВНИИПРХ пионерские работы определили развитие инновационных направлений исследований в области аквакультуры на многие годы вперёд.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Алиев Д.С. Амур и толстолоб в Туркмении / Д.С. Алиев // Рыбоводство и рыболовство. – 1961а. – № 5. – С. 14-16.

Алиев Д.С. Опыт акклиматизации белого амура и обыкновенного толстолоба в водоемах Туркмении / Д.С. Алиев // Изв. АН ТССР/ Сер. Биол. науки. – 1961б. – № 5. – С. 89-90.

Анищенко И. К вопросу об акклиматизации амурских рыб в Европейской части СССР // Рыбн. хоз-во. – 1939. – № 5. – С. 33-35.

Архангельский В.В. Особенности выклева предличинок веслоноса // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре. Тез. докл. междунар. симп. (21-24 октября 1996 г. Адлер, Россия). – Краснодар, 1996. – С. 68-69.

Бубунец Э.В. Опыт подращивания личинок веслоноса на стартовых кормах в промышленных условиях // Состояние и перспективы науч.-практ. разработок в области марикультуры. Матер. совещ. России, Ростов-на-Дону, апрель 1996 г. – М.: Изд-во ВНИРО, 1996. – С. 39-42.

Виноградов В., Ерохина Л., Конрадт А., Савин Г. Методы получения потомства растительноядных рыб // Рыбоводство и рыболовство. – 1963. – № 6. – С. 9-13.

Виноградов В.К. Выращивание растительноядных рыб // Временные рекомендации по интенсификации прудового рыбоводства. – М.: ВНИИПРХ, 1965. – С. 35-42.

Виноградов В.К. Современное состояние биотехники разведения и выращивания растительноядных рыб // Растительноядные рыбы. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – С. 14-29.

Виноградов В.К. Поликультура растительноядных рыб в прудовом хозяйстве и естественных водоёмах // Поликультура растительноядных рыб в пруд. хоз-ве и естеств. водоёмах. М.: ВНИИПРХ, 1975а. – Вып. 15. – С. 3-18.

Виноградов В.К. Рекомендации по использованию растительноядных рыб для зарыбления естественных водоемов и водохранилищ. – М.: ВНИИПРХ, 1975б. – 12 с.

Виноградов В.К., Ерохина Л.В. Представители североамериканской ихтиофауны как объекты рыбоводства и акклиматизации во внутренних водоёмах СССР // Изв. ГосНИОРХ. – 1975. – Т. 103. – С. 220-225.

Виноградов В.К., Мельченков Е.А., Ерохина Л.В., Воропаев Н.В. Опыт выращивания производителей и искусственного воспроизводства веслоноса // Экспресс-информ. – М.: ЦНИИТЭИРХ, 1984. – Вып. 9. – С. 1-6.

Виноградов В.К., Мельченков Е.А., Ерохина Л.В., Воропаев Н.В., Чертихин В.Г. Выращивание производителей и разведение веслоноса (предварительные рекомендации). – М.: ВНИИПРХ, 1986. – 21 с.

Виноградов В.К., Ерохина Л.В., Панов Д.А., Хромов Л.В., Веригин Б.В., Макеева А.П., Соин С.Г., Алиев Д.С. Руководство по биотехнике разведения и выращивания растительноядных рыб. – М.: ВНИИПРХ, 1975. – 100 с.

Виноградов В.К. Об использовании растительноядных рыб для зарыбления естественных водоемов и водохранилищ // Тр. ВНИИПРХ. – М., 1976. – Т. 25. – С. 14-21.

Виноградов В.К. Поликультура в товарном рыбоводстве: Обзорная информация. – М.: ЦНИИТЭИРХ, 1985. – 36 с.

Виноградов В.К., Костылев В.А., Багров А.М. Выращивание производителей и эксплуатация маточных стад растительноядных рыб в прудах с регулируемым температурным режимом // Экспресс-информ. Рыбн. хоз-во /

Сер. Рыбохоз. использ. внутр. водоемов (Отечеств. производств. опыт). – М.: ЦНИИТЭИРХ, 1986а. – Вып. 1. – 10 с.

Виноградов В.К., Костылев В.А., Багров А.М. Рекомендации по выращиванию производителей и эксплуатации маточных стад растительноядных рыб в прудах с регулируемым температурным режимом. – М.: ВНИИПРХ, 1986б. – 12 с.

Виноградов В.К., Бекин А.Г., Магомаев Ф.М. Непрерывное выращивание рыбы в прудах: основные рекомендации // Рыбоводство. – 1986а. – № 3. – С. 22-23.

Виноградов В.К., Бекин А.Г., Магомаев Ф.М. Временные рекомендации по технологии непрерывного выращивания рыбы в прудах. – М.: ВНИИПРХ, 1986б. – 21 с.

Виноградов В.К., Ерохина Л.В., Кривцов В.Ф., Калмыков Л.В. Разведение и выращивание канального сома (Методические рекомендации). – М.: ВНИИПРХ, 1982. – 46 с.

Державин А. Об акклиматизации амурских рыб в бассейне Каспия // Рыбн. хоз-во. – № 7. – С. 37-38.

Илясов А.Ю. Технологические особенности выращивания молоди некоторых видов рыб и ракообразных в установках с замкнутым циклом водопользования: автореф. дисс. ... к.б.н. – М.: ВНИИПРХ, 2002. – 24 с.

Илясова В.А. Гаметогенез и половые циклы веслоноса (*Polyodon spathula* (Walbaum)): автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – М.: ВНИИПРХ, 1989. – 24 с.

Канидьева Т.А. Эффективность новых стартовых комбикормов для личинок и мальков веслоноса // Растительноядные рыбы и новые объекты рыбоводства и акклиматизации. – М.: ВНИИПРХ, 1991. – Вып. 61. – С. 11-17.

Киселев А.Ю., Ширяев А.В., Илясов А.Ю., Богданова Л.А., Филатов В.И. Технология выращивания веслоноса до массы 1-2 г в установках с замкнутым циклом водоснабжения. – М.: ВНИИПРХ, 1995. – 15 с.

Корнеев А.Н., Корнеева Л.А., Петрова Т.Г. Первый опыт выращивания гибридов белуга х стерлядь в сетчатых садках на теплых водах ГРЭС // Рыб-во в теплых водах СССР и за рубежом. – М.: ВНИРО, ВНИИПРХ, 1969. – С. 115-124.

Мельченков Е.А. Опыт подраживания личинок и выращивания сеголеток веслоноса // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – М.: ВНИИПРХ, 1985. – Вып. 44. – С. 17-22.

Мельченков Е.А. Рыбоводно-биологическая характеристика веслоноса (*Polyodon spathula* (Walbaum)): автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – М.: ВНИИПРХ, 1991. – 28 с.

Мельченков Е.А., Чертихин В.Г. Гормональная стимуляция производителей веслоноса // Корма и кормление ценных объектов аквакультуры. – М.: ВНИИПРХ, 1992. – Вып. 67. – С. 46-52.

Мельченков Е.А., Чертихин В.Г., Бреденко М.В., Ситнова О.В. Отечественный опыт освоения веслоноса // Ресурсосберегающие технологии в

аквакультуре. Тезисы докл. междунар. симп. (21-24 октября 1996 г. Адлер, Россия). – Краснодар, 1996. – С. 49.

Михайлов Ф. Акклиматизация амурского толстолобика в прудах // Рыбн. хоз-во. – 1937. – № 12. – С. 25-26.

Михеев В.П., Мейснер Е.В., Михеева И.В. Предварительные рекомендации по биотехнике выращивания и зимования сеголетков стерляди в плавучих садках. – М.: ВНИИПРХ, 1975. – 42 с.

Петрова Т.Г. Предварительные рекомендации по биотехнике выращивания бестера в садках и бассейнах с использованием тёплых вод. – М.: ВНИИПРХ, 1978. – 9 с.

Петрова Т.Г. Опыт выращивания посадочного материала и товарной продукции бестера // Совершенствование биотехники пруд. рыбоводства. Тезисы докл. Всесоюзн. совещ. – М.: ВНИИПРХ, 1980. – С. 197-198.

Смольянов И.И. Технология формирования и эксплуатации маточного стада сибирского осетра в тепловодных хозяйствах. – М.: ВНИИПРХ, 1987. – 33 с.

Солдатов В.К. Обзор исследований, произведенный на Амуре в 1909–1913 гг.; Исследование осетровых Амура. – Петроград: Тип. В.Ф. Киршбаума (отд-ние), 1915.

Суховерхов Ф.М. Биологические основы и эффективность поликультуры в прудовом рыбоводстве. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 84 с.

Филатов В.И., Докукина К.Н., Петров Ф.А. Рыбоводство в замкнутых системах // Сб. науч. тр. Индустриальные методы рыбоводства. – М.: ВНИИПРХ, 1981. – Вып. 30. – С. 155-162.

Ширяев А.В., Киселев А.Ю., Филатов В.И., Илясов А.Ю. Технология выращивания в УЗВ молоди черного амура до массы 1 г. – М.: ВНИИПРХ, 1995. – 8 с.

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

HISTORICAL ASPECTS OF VNIIPRKH STUDIES IN THE FIELD OF ACCLIMATION AND DEVELOPMENT OF NEW FACILITIES

E.A. Mel'chenkov

Branch for the Freshwater Fisheries of VNIRO («VNIIPRKh»)

E-mail: melchenkov_ea@vniiprh.ru

Abstract. The article discusses the role of the Institute and its researchers in the development of new and promising fish farming facilities, discovery and development of new aquaculture areas, polyculture fish farming, commercial farming of pasturable fish cultures, industrial sturgeon breeding, etc.

Keywords: herbivorous fish, buffalo fish, channel catfish, paddlefish, sturgeons, acclimation, breeding stock.

ОХРАНА ЗДОРОВЬЯ ОБЪЕКТОВ АКВАКУЛЬТУРЫ – ОСНОВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАБОТ ЛАБОРАТОРИИ ИХТИОПАТОЛОГИИ

Н.Н. Романова, П.П. Головин,
Н.А. Головина, Ю.П. Щелкунова, Л.Н. Юхименко
*Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО»
(«ВНИИПРХ»)*
E-mail: ihtiopatlab@vniiprh.ru

Представлены итоги научных исследований, проводимых в лаборатории ихтиопатологии на протяжении 90-летнего её существования. С момента образования лаборатория свою деятельность нацеливает на решение актуальных проблем рыбохозяйственной отрасли. Изучение этиологии заболеваний, биологии возбудителей, разработка способов диагностики способствуют эффективной борьбе с болезнями рыб, подбору комплекса лечебно-профилактических мероприятий, направленных на оздоровление рыбоводных хозяйств. Достигнуты значительные успехи в диагностике инвазионных (протозоозов, гельминтозов, crustaceозов) и инфекционных заболеваний (аэромоноза, бактериальной геморрагической септицемии, весенней виремии карпа, герпесвирусного заболевания сибирского осетра, микотоксикозов), методах их профилактики и терапии. Охвачены и часто встречающиеся незаразные заболевания рыб (алиментарные токсикозы, газопузырковое заболевание, синдром дефицита энергии), разработаны рекомендации для оздоровления рыбоводных хозяйств, наставления по лечебным препаратам и биологически активным средствам. Значительный вклад лаборатория ихтиопатологии вносит в осуществление ихтиопатологического мониторинга естественных водоемов и предприятий аквакультуры, с целью выявления природных очагов эпизоотически и эпидемиологически значимых возбудителей болезней рыб. В настоящее время научные исследования лаборатории направлены на усовершенствование диагностики инфекционных заболеваний с помощью метода полимеразной цепной реакции, поиску новых эффективных препаратов.

Ключевые слова: лаборатория ихтиопатологии, охрана здоровья рыб, Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»).

ВВЕДЕНИЕ

Увеличение объемов производства аквакультуры без должного контроля эпизоотической ситуации, оперативных методов диагностики, нехватки официально разрешенных лечебно-профилактических препаратов может привести к значительным потерям рыбной продукции и снижению

эффективности работы рыбохозяйственного комплекса. Научно-исследовательские лаборатории на базе рыбохозяйственных институтов вносят значительный вклад в решение важных вопросов, касающихся охраны здоровья рыб.

Научные исследования, проводимые в лаборатории ихтиопатологии Филиала по пресноводному рыбному хозяйству, всегда были связаны с решением практических задач в области охраны здоровья и среды обитания ценных промысловых рыб и объектов аквакультуры.

Целью данной статьи являлось подведение итогов работы лаборатории ихтиопатологии Филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»).

ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА О ЛАБОРАТОРИИ ИХТИОПАТОЛОГИИ ВНИИПРХ

Лаборатория ихтиопатологии была создана при образовании Всесоюзного научно-исследовательского института прудового рыбного хозяйства (ВНИИПРХ) в 1932 г., в настоящее время Филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО».

Под руководством первого заведующего лаборатории профессора Эдуарда Максимилиановича Ляймана развернулись исследования по изучению паразитарных болезней рыб в рыбоводных хозяйствах нечерноземной зоны страны. Другие исследователи А.К. Щербина и А.И. Канаев проводили работы по изучению инфекционных болезней (краснухи, бранхиомикоза) [Щербина, Апазиди, 1954].

В 1962 г., после переезда из г. Москвы в пос. Рыбное Московской области, под руководством заведующей лабораторией доктора биологических наук, профессора Веры Александровны Мусселиус была сформирована комплексная лаборатория, охватывающая в своих исследованиях основные направления ихтиопатологии. Были развернуты работы по паразитологии, вирусологии, бактериологии, микологии, микотоксикологии, незаразным заболеваниям, ихтиогематологии и иммунологии рыб.

В 1960-1970-ые годы большое внимание уделялось изучению новых видов паразитов, которые были завезены вместе с акклиматизированными рыбами дальневосточного комплекса. В этот период выявлены ранее не регистрируемые в рыбоводных хозяйствах европейской части страны эпизоотически значимые паразиты: *Bothriocephalus gowkongensi* и *Khawia sinensis*, моногенетические сосальщики *Dactylogyrus lamellatus*, *D. ctenopharyngodonis* и др., кокцидии *Eimeria sinensis* и *E. cheni*, споровики *Muxobolus pavlovski*, паразитические рачки *Sinergasilus lienii* [Мусселиус, 1970].

В связи с интенсификацией прудового рыбоводства стали выявляться эпизоотии протозойных заболеваний, в частности триходиниозов. В изучение этого вопроса большой вклад внесла Надежда Степановна Иванова. У прудовых рыб была отмечена встречаемость не менее 5-6 видов инфузорий,

относящихся к трем родам: *Trichodina*, *Trichodinella*, *Tripartiella* [Иванова, 1969].

Для лечения протозойных заболеваний были разработаны высокоэффективные антипаразитарные обработки рыб с использованием органических красителей – фиолетового К, основного ярко-зеленого (бриллиантового зеленого) и подготовлены наставления по их применению:

Наставление по применению малахитового зеленого при ихтиофтириозе, 1969;

Наставление по применению технических и органических красителей для профилактической обработки рыб в зимовальных прудах, 1971;

Наставление по борьбе с сапролегниозом икры карпа при заводском способе получения потомства, 1979;

Временное наставление по применению основного фиолетового «К» против сапролегниоза икры белорыбицы и осетровых рыб, 1985;

Временное наставление по применению основного фиолетового «К» для борьбы с сапролегниозом икры осетровых рыб, 1987.

В 1990-ые годы проблемой встало новое протозойное заболевание, вызываемое кровяными жгутиконосцами – криптобиоз каспийского лосося (кумжи). Материалы по изучению кровепаразитов рыб были малочисленны, и за решение этой трудной задачи взялся на то время заведующий лабораторией ихтиопатологии Павел Петрович Головин. Он изучил особенности эпизоотологии заболевания и биологии возбудителя [Головин, 1996]. По результатам исследования разработал наиболее надежный и эффективный способ профилактики заболевания, который заключался в изменении системы водоподачи с естественного водоисточника на артезианскую воду с дальнейшим переводом на установку замкнутого водообмена. На основании полученных результатов были разработаны практические рекомендации.

Три новых направления – иммунология, ихтиогематология и вирусология в лаборатории разворачиваются в начале 1970-ых годов. Группой иммунологов (под руководством к.м.н. А.А. Вихмана) был изучен иммунный статус карпа, получена широкая информация об иммунитете, факторах иммунитета [Вихман, 1996]. В области ихтиогематологии большой объем работ выполнен Ниной Александровной Головиной. Оценка гематологических показателей позволяет вести контроль за состоянием здоровья выращиваемых объектов аквакультуры, оценивать патогенез заболеваний [Головина, 1996].

С 1971 г. в лаборатории ихтиопатологии организована группа вирусологов, и на протяжении более чем 35 лет в этой области исследования выполняли Игорь Степанович Щелкунов и Татьяна Ивановна Щелкунова. Они освоили методы получения и поддержания клеточных линий рыб, получили новые постоянные линия клеток карповых и осетровых рыб, которые стали широко использоваться при проведении вирусологических исследований. Одновременно с работами по получению перевиваемых культур клеток, с конца 1980-х – начала 1990-х гг. были начаты исследования, посвященные весенней виремии карпа – высококонтагиозной вирусной болезни. Исследования были направлены на разработку средств и методов неспецифической и

специфической иммунопрофилактики болезни, а также разработку методов экспресс-диагностики этого заболевания. Для неспецифической иммунопрофилактики весенней виiremии были предложены препараты ридостин и полирибонат [Способ профилактики..., 1995]. В 2006 г. сотрудниками лаборатории было впервые в России диагностировано герпесвирусное заболевание сибирского осетра, доказана этиологическая роль выделенного возбудителя [Щелкунов и др., 2007; Щелкунова, 2010].

В 1978 г. в лаборатории ихтиопатологии было открыто направление по изучению бактериальных болезней рыб. Под руководством кандидата биологических наук Людмилы Николаевны Юхименко исследования были посвящены изучению аэромонад и аэромоназов, этиологической расшифровке бактериальной геморрагической септицемии (БГС) и разработке методов специфической и неспецифической профилактики бактериальных инфекций. В 1980-ые годы много внимания было уделено проблеме фурункулёза лососевых на Дальнем Востоке [Юхименко и др., 1984].

В 1990-ые годы бактериологами совместно с биохимиками Петрозаводского Института биологии РАН была приготовлена биохимическая вакцина ВЮС-2 на основе антигена, выделенного методом гель-хроматографии из высоковирулентного штамма *A. sobria* 77-18 для инъекций [Вакцина для профилактики..., 1997]. Чуть позже на основе этого же антигена совместно со специалистами Всероссийского научно-исследовательского и технологического института биологической промышленности был разработан метод получения жидкой формолвакцины (бактерина) для обработки рыбы методом ванн [Способ получения вакцины..., 2011].

В начале 1980-х годов интенсификация рыбоводства привела к возникновению у рыб новых грибковых заболеваний. Группой микологов (А.М. Марченко, а в дальнейшем В.Т. Галаш) был изучен видовой состав грибов, выделяемых при микозе плавательного пузыря [Марченко, 1984]. В дальнейшем микологические исследования были направлены на разработку показателей санитарного нормирования загрязнения кормов для рыб микотоксинами – вторичными метаболитами микроскопических плесневых грибов р. *Fusarium* [Галаш, 1988]. В продолжение работ с микотоксикозами рыб Н.А. Головиной и П.П. Головиным проведен поиск и испытание нескольких антидотных препаратов.

С 1991 г. по 2016 гг. под руководством кандидата биологических наук Павла Петровича Головина лаборатория достигла значительных успехов. Деятельность подразделения была направлена на практическую реализацию разработок, апробацию новых лекарственных препаратов, оказание консультационной помощи рыбоводным хозяйствам.

В начале 1990-х гг. у молоди карпа, канального сома и осетровых, выращиваемых в установках с замкнутым водообменом (УЗВ), садках и бассейнах на сбросных теплых водах встречалась тимпания или «вздутия» желудочно-кишечного тракта. Причиной «вздутия» являлись дрожжи рода *Candida* двух видов – *C. sake* и *C. tropicalis*, которые оказались

этиологическими агентами болезни. Для терапии заболевания был подобран эффективный препарат (нистатин) [Головина и др., 1995].

Уделялось внимание и незаразным болезням рыб. Серьезной проблемой при освоении индустриальных методов воспроизводства и выращивания рыб стала газопузырьковая болезнь (ГПБ), вызываемая пересыщением воды газами, в основном избытком молекулярного азота [Головин, 1979; 1983]. Изучение болезни позволило разработать несколько проектов дегазаторов и подготовить Инструкцию по профилактике газопузырьковой болезни рыб. Второй значимой проблемой в тепловодных садковых и бассейновых хозяйствах являлся синдром «дефицита энергии» или вертеж у карпа в зимний период, связанный с нарушением процессов метаболизма у рыб. Комплекс разработанных мероприятий, включающий контроль за физиологическим состоянием зимующей рыбы и специальную корректировку рациона кормления, позволили достичь высокого положительного эффекта в борьбе с этим заболеванием [Головина, Ващенко, 1990; Головин и др., 1995].

Следующим этапом работ было изучение действия биологически активных препаратов на организм рыб с целью коррекции алиментарных анемий (УДЖ), повышения неспецифической резистентности организма (Витатон, Нейча-Роуз, Намивит, Стимулор, Макровит) [Способ приготовления корма..., 2002; Корабельникова, 2009]. На основании полученных результатов апробации БАП был подготовлен «Кадастр лечебных препаратов, используемых и апробированных в аквакультуре России и за рубежом» [Головин, Головина, Романова, 2005].

В 2000-ые годы были проведены работы по изучению ответной реакции организма рыб на воздействия стресс-факторов, испытаны на разных видах рыб ультрамалые дозировки антистрессового биопрепарата «Писцин» [Романова, 2005].

В 2008-2015 гг. апробированы антипаразитарный препарат «Крустацид», дезсредство «Дезавид», пробиотики «СУБ-ПРО» [Головин и др., 2011; Юхименко и др., 2019].

С 2009 г. сотрудники лаборатории были подключены к выполнению государственного задания Росрыболовства, связанного с проведением мониторинга состояния водных биологических ресурсов во внутренних рыбохозяйственных водоемах. Целью этих работ являлось выявление эпидемиологически и эпизоотически значимых видов паразитов и микроорганизмов, оценка и прогнозирование эпизоотической ситуации, которая оказывает влияние на величину и качество водных биоресурсов.

С 2016 г. по настоящее время лабораторией ихтиопатологии заведует кандидат биологических наук Наталья Николаевна Романова. Под её руководством в 2018 г. была получена Лицензия на осуществление деятельности в области использования инфекционных заболеваний человека и животных.

С 2015 по 2018 гг. сотрудники лаборатории занимались изучением инфекционных (вирусных и бактериальных) заболеваний осетровых рыб в

рыбоводных хозяйствах различного типа и разработкой мер профилактики и терапии.

В течение 2017-2019 гг., в соответствии с государственным заданием Росрыболовства, проведена работа по оценке безопасного использования органических красителей (малахитового зеленого и фиолетового К) для обработки икры и молоди рыб. В результате этих исследований были определены сроки выведения органических красителей из организма рыб [Вишторская, 2020]. Высокая эффективность органических красителей для борьбы с сапролегниозом и многими эктопаразитами объектов аквакультуры с учетом установленных сроков их выведения из организма рыбы позволяют рекомендовать их с лечебно-профилактической целью: для обработки икры в период инкубации и молоди на первом году выращивания (малахитовым зеленым – в первые 3 месяца, фиолетовым «К» – в течение первого года). Соблюдение рекомендаций допускает получать рыбную продукцию без остаточного количества этих препаратов.

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ В ЛАБОРАТОРИИ ИХТИОПАТОЛОГИИ

С 2020 по 2022 гг. научно-исследовательские работы, проводимые в лаборатории ихтиопатологии направлены на:

- разработку и актуализацию методического обеспечения современной диагностики болезней объектов аквакультуры;
- разработку и обновление нормативно-методических документов по методам и средствам диагностики, профилактики и лечения болезней объектов аквакультуры;
- сбор и анализ данных о распространении и диагностике язвенного дермального некроза атлантического лосося (УДН) совместно с другими филиалами ФГБНУ «ВНИРО».

В рамках осуществления государственных работ по мониторингу специалисты лаборатории участвуют в исследованиях водных биологических ресурсов естественных водоемов и осуществляют контроль за здоровьем рыб на предприятиях по искусственному воспроизводству.

В лаборатории имеются культуры клеток – EPC, FHM, RTG-2, WSS-2, SSO-2 для диагностики таких опасных вирусных заболеваний, как:

- Весенняя виремия карпа,
- Герпесвирусная инфекция сибирского осетра,
- Инфекционный некроз гемопоэтической ткани,
- Инфекционный некроз поджелудочной железы,
- Вирусная геморрагическая септицемия.

С 2021 г. в лаборатории начато новое направление – экспресс метод диагностики вирусных заболеваний с помощью ПЦР. Проведена апробация по выявлению РНК вируса весенней вiremии карпа с помощью разработанной тест-системы совместно с инновационной российской биотехнологической компанией Некст-Био. При проведении исследований установлена высокая

чувствительность и специфичность тест-системы, что позволит расширить методы диагностики весенней веримии карпа.

В связи с широким распространением герпесвирусной болезни сибирского осетра на осетровых рыбоводных предприятиях актуальным стал вопрос об усовершенствовании диагностики для скрининговых исследований и разработке лечебно-профилактических мероприятий. В настоящее время в лаборатории начаты испытания нового противовирусного препарата «Ацикловир» против герпесвирусного заболевания молоди осетра и проводится работа по апробации новой тест-системы для выявления вируса герпесного заболевания сибирского осетра с помощью ПЦР в режиме «реального времени».

В связи с высокой смертностью производителей атлантического лосося в водоемах Северо-Запада РФ актуальным является вопрос о проведении диагностических вирусологических исследований. Заболевание проявляется в виде язвенного некроза кожи (Ульцеративный дермальный некроз, Ulcerative dermal necrosis, UDN) у половозрелых лососей. Проведенная в лаборатории обработка первых отборов проб у заболевших рыб вирусных цитопатогенных агентов не обнаружила. Для дальнейшего изучения этого заболевания и проведения вирусологических исследований необходимы культуры клеток, полученные от атлантического лосося.

Лабораторная диагностика бактериальных болезней осуществляется классическим методом на питательных средах, что позволяет выявлять целый комплекс бактерий, оценить их патогенность для организма рыб и определить эффективный антибактериальный препарат для лечения.

В эти годы была осуществлена проверка чувствительности к антибиотикам 87 штаммов вирулентных и высоковирулентных бактерий:

- Aeromonas 48 штаммов,
- Staphylococcus – 3 штамма,
- Acinetobacter – 19 штаммов,
- Shewanella и Citrobacter по 5 штаммов,
- Moraxella – 3 штамма,
- условно-патогенная группа (бактерии группы кишечной палочки) – 4 штамма.

В связи с тем, что в аквакультуре чаще всего возникают бактериальные заболевания смешанной этиологии по типу бактериальной геморрагической септицемии, были определены наиболее перспективные антибиотики, являющиеся препаратами широкого спектра действия. Полученные результаты могут быть основой для дальнейших работ по отработке этих препаратов для терапии бактериальных инфекций у рыб в аквакультуре. Наиболее перспективными являются:

- амоксиклав,
- имипенем,
- левофлоксацин,
- тикарциллин/клавулановая кислота,

- амикацин,
- имипенам/циластин.

Проведены испытания двух антибактериальных препаратов «Амоксиклав» и «Левофлоксацин» на молоди сибирского осетра и карпа для лечения бактериальной геморрагической септицемии (БГС). Результаты показали высокую эффективность в отношении бактерий рода *Aeromonas* и недостаточную в отношении *Citrobacter* sp., *Acinetobacter calcoaceticus*.

В связи с этим необходимо продолжать исследования по подбору эффективных антибактериальных препаратов. Одним из возможных вариантов терапии БГС может быть совместное применение двух препаратов с разными спектрами действия.

Большое значение в лаборатории уделяется работам, связанным с внедрением пробиотиков и биологически активных веществ для повышения неспецифической резистентности организма рыб. Пробиотики обладают бактериостатическим действием в отношении патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. Проведены совместные работы с производителями ветеринарных препаратов, как в экспериментальных условиях, так и на рыбоводных хозяйствах. Испытание биологически активных препаратов (Орегостим, Баксин, Провит), пробиотики (СУБ-ПРО, Зоонорм) позволило многим хозяйствам аквакультуры отказаться от частого применения антибиотиков и получать экологически чистую рыбную продукцию.

Актуальный вопрос по поиску, разработке и апробации новых лекарственных противопаразитарных препаратов сотрудники лаборатории решают совместно с компанией «Агроветзащита». Проведены успешные опытно-производственные испытания, и уже утверждены нормативные документы по использованию с кормом нового антикрустацидного препарата «Эмемикон», высокоэффективного против опасных эктопаразитических рачков рыб – эргазиллюсов, лерней и аргулюсов.

В рамках выполнения работ по мониторингу состояния водных биологических ресурсов внутренних рыбохозяйственных водоемов Центрального федерального округа РФ объектами исследования являлись рыбы из семейств *Cyprinidae* (карповые), *Percidae* (окуневые), *Esocidae* (щуковые) и *Odontobutidae* (головешковые). Объем исследований составил около 6000 рыб. В результате проведенных работ выявлено около 40 видов гельминтов, 2/3 из которых были представлены трематодами. Среди них эпизоотическое значение имеют род *Diplostomum*, *Ichthyocotylurus*, *Postodiplostomum*. Обнаружены три вида эпидемиологически значимых трематод, представляющие потенциальную опасность для здоровья человека и теплокровных животных – *Pseudoamphistomum truncatum* в мышцах карповых рыб, *Aporhynchus muehlingi* в эпидермисе, лучах плавников, мышцах окуневых и карповых рыб и *Rossicotrema donicum* в лучах плавников окуня.

С 2017 г. по настоящее время в рамках мониторинга предприятий аквакультуры сотрудники лаборатории регулярно проводят плановые ихтиопатологические исследования на заводах по искусственному

воспроизводству молоди ценных видов рыб, оценивают не только состояния молоди и здоровье ремонтно-маточного стада.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лаборатория ихтиопатологии Филиала по пресноводному рыбному хозяйству является многопрофильным подразделением по изучению болезней рыб. С момента формирования и на протяжении 90-лет лаборатория свои научные исследования направляет на решение актуальных проблем рыбохозяйственной отрасли. Изучение этиологии заболеваний, биологии возбудителей, разработка способов диагностики способствуют подготовке комплекса лечебно-профилактических мероприятий, направленных на оздоровление рыбоводных хозяйств. Достигнуты значительные успехи в диагностике инвазионных и инфекционных заболеваний, методах их профилактики и терапии. Охвачены часто встречающиеся незаразные заболевания рыб (алиментарные токсикозы, газопузырковое заболевание, синдром дефицита энергии), разработаны рекомендации для оздоровления рыбоводных хозяйств, наставления по лечебно-профилактическим препаратам, инструкции по борьбе с болезнями рыб [Сборник инструкций..., 1998; 1999; Рекомендации для фермеров, 2015].

В настоящее время это подразделение ВНИИПРХ, имеющие лицензию на осуществления деятельности в области использования возбудителей инфекционных заболеваний человека и животных (за исключением случая, если указанная деятельность осуществляется в медицинских целях) и генно-инженерно-модифицированных организмов III и IV степеней потенциальной опасности, осуществляемой в замкнутых системах. Лаборатория оснащена современным оборудованием, исследования осуществляются в соответствии с современными требованиями к работе с потенциальными биологическими агентами – возбудителями заболеваний. В настоящее время проводятся работы, направленные на подготовку к аккредитации.

Значительный вклад сотрудники лаборатории вносят в осуществление ихтиопатологического мониторинга естественных водоемов и предприятий аквакультуры, с целью выявления природных очагов эпизоотически и эпидемиологически значимых возбудителей болезней рыб.

В последние годы научно-исследовательские работы направлены на совершенствование диагностических исследований с использованием метода ПЦР, поиску новых и лечебно-профилактических препаратов. Проведены первые испытания новых для аквакультуры препаратов – амоксиклава, левофлоксацина и ацикловира.

В настоящее время в лаборатории работают 14 сотрудников, из них 2 доктора и 3 кандидата биологических наук. Традиционным направлением работы сотрудников лаборатории является подготовка кадров. Под их руководством обучаются аспиранты и магистры, регулярно проходят практику студенты рыбохозяйственных ВУЗов. За годы работы сотрудниками лаборатории и прикрепленными к ней аспирантами были успешно защищены 3 докторских и 29 кандидатских диссертаций. Издан ряд учебников и учебных

пособий для студентов по направлению подготовки «Ихтиопатология» и «Водные биоресурсы и аквакультура». Сотрудники регулярно участвуют на международных конференциях и симпозиумах. За последние 10 лет сотрудниками опубликовано более 100 научных работ.

Приоритетными направлениями научных исследований в области ихтиопатологии сотрудники лаборатории считают:

- разработку и внедрение в практику современных методов диагностики инфекционных болезней рыб;
- разработку экологически чистых способов профилактики и терапии болезней рыб;
- поиск новых лечебно-профилактических средств и препаратов нового поколения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Вихман А.А. Системный анализ иммунофизиологической реактивности рыб в условиях аквакультуры. – М.: Экспедитор. – 1996. – 176 с.

Вишторская А.А., Романова Н.Н., Головин П.П. О сроках выведения трифенилметановых красителей после обработки рыбы // Рыбное хозяйство. – 2020. – № 3. – С. 94-100.

Галаш В.Т. Токсико-биологическое действие трихотеценовых микотоксинов на карпа и предельно допустимая концентрация Т-2 токсина в карповых кормах: автореф. дис. канд. биол. наук. – М. – 1988. – 27 с.

Головин П.П. Газопузырьковая болезнь рыб и методика определения растворенного в воде газа // Рыбхоз. «Экспресс-инф.» по внутр. водоем. – 1979. – № 10. – С. 13-18.

Головин П.П. Газопузырьковая болезнь рыб и ее профилактика // Рыбное хозяйство. – 1983. – № 5. – С. 34-36.

Головин П.П., Головина Н.А., Ващенко А.С., Задорожная Н.А. Синдром дефицита энергии у карпа, его диагностика, меры профилактики и терапии // Рыбное хоз-во. Сер. Аквакультура: Информационный пакет ВНИЭРХ. М. – 1995. – В.1. – С. 1-12.

Головин П.П. Криптобиоз каспийской кумжи (*Salmo trutta* Caspius Kessler) в аквакультуре // Информ. пакет ВНИЭРХб сер. «Аквакультура». – 1996. – Вып. 1. – С. 7-16.

Головин П.П., Головина Н.А., Романова Н.Н. Кадастр лечебных препаратов, используемых и апробированных в аквакультуре России и за рубежом. М.: ФГНУ «Росинформагротех». – 2005. – 56 с.

Головин П.П., Романова Н.Н., Юхименко Л.Н., Корабельникова О.В. Воздействие дезинфицирующего средства «Дезавид» на рыбоводно-биологические показатели и физиологическое состояние рыб, эффективность его применения при транспортировке // Рыбное хоз-во. – 2011. – № 2. – С.83-86.

Головин П.П., Головина Н.А., Коваленко Л.В., Фолманис Г.Э. Способ приготовления корма. Пат. № 2192756 Госреестр изобретений РФ. М. – 2014. 20.11.02. – 14 с.

Головин П.П., Головина Н.А., Романова Н.Н., Щелкунова Т.И., Юхименко Л.Н. Основные заболевания рыб и меры борьбы с ними в условиях фермерских хозяйств: рекомендации для фермеров. М. – 2015. – 34 с.

Головина Н.А., Ващенко А.С. Особенности течения вертежа карпа при комбинированной технологии выращивания рыбы // Всес. совещ. по болезням рыб, тез. докл. – Л.: Наука. – 1990. – С. 18-19.

Головина Н.А., Бабьева И.П., Решетова И.С. Вздутие желудочно-кишечного тракта у рыб // Рыбное хоз-во. Сер. Аквакультура: Информационный пакет ВНИЭРХ. – М. – 1995. – В.1. – С. 1-4.

Головина Н.А. Морфологическая характеристика крови рыб – объектов аквакультуры: дис. ...д-ра биол. наук. – М. – 1996. – 228 с.

Иванова Н.С. Паразитические инфузории (Peritricha, Urceolariidae Stein, 1867) прудовых рыб Европейской части РСФСР, их биология, патогенное значение и меры борьбы: дис. ... канд. биол. наук. М. – 1969. – 149 с.

Корабельникова О.В. Физиолого-биохимические показатели осетровых рыб (*Acipenseridae Bonaparte*, 1832) при выращивании в промышленных хозяйствах: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М. ...с. – 2009.

Марченко А.М. Грибы – возбудители микоза плавательного пузыря лососевых рыб: дис. ... канд. биол. наук. Рыбное. – 1984. – 156 с.

Мусселиус В.А. Паразиты и болезни растительноядных рыб дальневосточного комплекса в прудовых хозяйствах СССР: дис. ...д-ра биол. наук. Л. – 1970. – 403 с.

Романова Н.Н. Оценка стресс-реактивности рыб – объектов аквакультуры и ее коррекция писцином: автореф. дис. ...канд. биол. наук. М. – 2005. – 134 с.

Самуйленко А.Я., Школьников Е.Э., Раевский А.А., Гринь С.А., Анисимова Л.В., Коротеева Л.А., Коломина Г.Ф., Юхименко Л.Н., Климов А.В., Еремец В.И. Способ получения вакцины против аэромоназа рыб. Пат. 2431664 Россия, МПК C12N 1/20, A61K39/20 / №2010122828/10. 2011.

Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. Часть 1. М.: Отдел маркетинга АМБ-агро, – 1998. – 310 с.

Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. Часть 2. – М.: Отдел маркетинга АМБ-агро, 1999. – 234 с.

Щелкунов И.С., Аликин Ю.С., Купинская О.А. Способ профилактики вирусных заболеваний рыб. Пат. РФ №2043714 А 01 К 61/00 от 20.09.95. – 1995. – Бюл. № 26. – 10 с.

Щелкунов И.С., Щелкунова Т.И., Щелкунов А.И., Колбасова Ю.П., Диденко Л.В., Быковский А.Ф. Герпесвирусная болезнь у осетровых рыб в России // Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные. – 2007. – № 1. – С. 10-12.

Щелкунова Ю.П. Характеристика постоянной линии клеток SSO-3 пула паренхиматозных органов сибирского осетра, *Acipenser baeri*: дис. канд. биол. наук. Щелково. – 2010. – 152 с.

Щербина А.К., Апазиди Л.Х. Борьба с бранхиомикозом в прудовых рыбоводных хозяйствах // Труды ВНИИПРХ. – 1954. – Т.7. – С. 110-128.

Юхименко Л.Н., Лобунцов К.А., Викторова В.Ф., Золотарева И.М., Заплечникова Э.Н., И Сун Дя З.Н. Итоги изучения *Aeromonas salmonicida*, выделенных от дальневосточных лососей // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ «Болезни рыб и водная токсикология». М. – 1984. – Вып. 40. – С.44-53.

Юхименко Л.Н., Смирнов Л.П. 1997. Вакцина для профилактики бактериальной геморрагической септицемии рыб. Пат. (19) RU (11) 2080874 (13) C1 (51) 6 A61 K39/02 / Бюлл.16.10.1997.

Юхименко Л.Н., Бычкова Л.И., Дружинина А.А., Романова Н.Н. Пробиотики в аквакультуре // Сборник научных трудов ВНИИПРХ / Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры. - М.: ООО Сельскохозяйственные технологии, 2019. – Вып. 90. – С. 17-31.

THE LABORATORY OF ICTHIOPATHOLOGY: FOCUS ON AQUACULTURE HEALTH PROTECTION

N.N. Romanova, P.P. Golovin, N.A. Golovina, Y.P. Shchelkunova,
L.N. Yukhimenko

Branch for the Freshwater Fisheries of VNIRO («VNIIPRKh»)

E-mail: ihtiopatlab@vniiprh.ru

Abstract. The Laboratory of Ichthyopathology's research findings over its 90-year history are presented. Since its inception, the Laboratory has focused its efforts on resolving pressing issues in the fishery industry. The study of disease aetiology and pathogen biology, as well as the development of diagnostic methods, all contribute to the effective combat of fish diseases and the selection of therapeutic and preventive measures aimed at improving fish farms. Significant progress has been made in the diagnosis, prevention, and treatment of invasive (protozoan diseases, helminth infestations, crustacean diseases) and infectious diseases (aeromonosis, bacterial haemorrhagic septicaemia, spring viraemia of carp, Siberian sturgeon herpesvirus, mycotoxicosis). Common non-contagious fish diseases (alimentary toxicosis, gas bubble disease, energy deficiency syndrome) are also covered, as are recommendations for improving fish farms and guidelines on medicinal products and biologically active agents. The Laboratory of Ichthyopathology contributes significantly to the ichthyopathological monitoring of natural reservoirs and aquaculture enterprises in order to identify natural foci of epizootically and epidemiologically significant pathogens of fish diseases. The Laboratory's current research focuses on improving the diagnosis of infectious diseases using the polymerase chain reaction method, as well as the discovery of new effective medicinal products.

Keywords: Laboratory of Ichthyopathology, fish health protection, Branch for the Freshwater Fisheries of VNIRO («VNIIPRKh»).

ОБ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ РАБОТЫ ЛАБОРАТОРИИ КРИОБИОЛОГИИ ФИЛИАЛА ПО ПРЕСНОВОДНОМУ РЫБНОМУ ХОЗЯЙСТВУ ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»)

К.В. Ковалев, О.Б. Докина, Н.Д. Пронина, В.А. Миленко
*Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО»
(«ВНИИПРХ»)*
E-mail: silur5@mail.ru

В филиале по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ») (Московская область, поселок Рыбное) создан самый крупный в Российской Федерации низкотемпературный генетический банк спермы и тканей рыб. Самые ранние криоконсервированные образцы спермы, хранящиеся в криобанке, датируются 1989 г. Целью работ является разработка технологий криоконсервации и хранения в низкотемпературном банке спермы рыб (лососевых, осетровых, карповых) и сбор коллекции образцов криоконсервированной спермы. Регулярно проводятся экспедиционные мероприятия для пополнения коллекции криобанка. Широкое использование криотехнологий будет способствовать восстановлению деградированных популяций рыб, ускорению селекционных разработок, являться гарантией восстановления генетического разнообразия рыб в случае экологических катастроф.

Ключевые слова: криоконсервация, биоразнообразие, криобанк, криозащитные среды, оплодотворение икры.

ВВЕДЕНИЕ

В филиале по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ») (Московская область, поселок Рыбное) создан низкотемпературный генетический банк спермы и тканей рыб. Первые работы по криоконсервации спермы рыб были начаты в 1988 году с участием учёных из Института проблем криобиологии и криомедицины. Работы выполнялись при поддержке и участии межведомственной ихтиологической комиссии (МИК). Самые ранние криоконсервированные образцы спермы, хранящиеся в криобанке, датируются 1989 г.

Основными задачами лаборатории криобиологии в настоящее время являются:

- усовершенствование базовых и разработка новых методов криоконсервации спермы осетровых, карповых и лососевых видов рыб;
- сбор спермы ценных видов рыб для пополнения коллекции криобанка;

- разработка способов реализации сохраненной в сперматозоидах генетической информации с использованием методов молекулярно биологии и биологии развития;
- проведение исследований, направленных на решение проблемы криоконсервации эмбрионов, яйцеклеток и личинок рыб;
- проверка сохранности криоконсервированной спермы, заложенной на хранение;
- разработка методик оплодотворения промышленных партий икры криоконсервированной спермой.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В лаборатории криобиологии разработаны и запатентованы технологии криоконсервации и хранения в низкотемпературном банке спермы рыб (лососевых, осетровых, карповых) и создан самый крупный в Российской Федерации и один из крупнейших в мире криобанк половых продуктов и тканей рыб. Коллекция криобанка представлена 32 видами и 38 породами, среди которых виды, занесенные в Красную книгу (белуга, калуга, сахалинский осетр, амурский осетр, шип, севрюга, амур черный, буффало черный, кета сахалинская, белорыбица). Особую ценность коллекции представляет криоконсервированная сперма осетровых рыб, состояние естественных популяций которых является катастрофическим. В криобанке находятся образцы, заложенные на хранение около 20 лет назад от самцов, пойманных в естественных водоёмах. Общий объем спермы, хранящейся в криобанке, составляет 28849,18 мл, в том числе: осетровых – 15751,65 мл от 697 самцов, лососевых 2192,32 мл от 540 самцов, карповых – 10459,99 мл от 1029 самцов, сиговых - 401,97 мл от 322 самцов, кефалевых – 43,25 мл от 26 самцов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Мониторинг сохранности криоконсервированной спермы в течение 30 лет показывает, что время хранения в криобанке не влияет на качество спермы. Использование криоконсервированной спермы позволяет достигать процента оплодотворения икры сопоставимого со свежей [Рекубратский, Ковалев, 2016; Пономарева и др., 2017; Красильникова, Тихомиров, 2018; Докина и др., 2019]. Криоконсервированная сперма успешно применяется для осеменения больших объемов икры.

Регулярно проводятся экспедиционные мероприятия для пополнения коллекции криобанка. За период 2015-2022 гг. были организованы экспедиции по сбору материала для криобанка в:

- Волго-Каспийском филиале ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») – белуга, русский осетр, шип, сибирский осетр, амурский осетр, веслонос;
- Федеральном селекционно-генетическом центре рыбоводства (структурное подразделение ФГБУ «Главрыбвод») – образцы спермы от самцов радужной форели с переопределённым полом, форели породы «Росталь» и экспериментального породного типа форели жёлтого окрашивания;

- Умбском рыбоводном заводе (структурное подразделение Мурманского филиала ФГБУ «Главрыбвод») – горбуша нечётных лет нереста;
- Выгском рыбоводном заводе (структурное подразделение Карельского филиала ФГБУ «Главрыбвод») (2019) – сёмга, сиг;
- Анюйском рыбоводном заводе (структурное подразделение Амурского филиала ФГБУ «Главрыбвод») – сахалинский осётр;
- Чернышевском рыбоводном заводе (структурное подразделение Якутского филиала ФГБУ «Главрыбвод») – сибирский осётр;
- Абалакском экспериментальном рыбозаводе (структурное подразделение Нижне-Обского филиала ФГБУ «Главрыбвод») – сибирский осётр;
- Изобелинском рыбоводном хозяйстве (республика Беларусь) – местные породы карпа;
- И другие государственные и частные рыбоводные хозяйства.

Использование эффективных методик на различных этапах технологии криоконсервации позволяет получать после размораживания более качественную сперму для целей воспроизводства и получения полноценного жизнестойкого потомства. Для достижения успешного результата (сохранения высокой оплодотворяющей способности спермы) определяющее значение среди других факторов имеет протективная среда, представляющая собой раствор специфичных для данного вида рыб веществ, обеспечивающий при замораживании защиту клеток от повреждений, предотвращая их обезвоживание, денатурацию белков и внутриклеточную кристаллизацию воды. В любом способе криоконсервирования спермы рыб для достижения успешного результата определяющее значение имеет подбор подходящей защитной среды, которая должна быть нетоксичной для спермы, гипертоничной за счет точных концентраций растворенных веществ, содержать видоспецифичные проникающие в клетку и непроникающие криопротекторы в оптимальных концентрациях. Усовершенствование базовых и разработка новых эффективных методов криоконсервирования спермы рыб также является одной из основных задач исследований лаборатории криобиологии. На основе испытания многочисленных рецептов криозащитных сред разработаны унифицированные методы криоконсервации спермы лососевых, карповых и осетровых рыб. По сравнению с методами криоконсервации, описанными в мировой научной литературе, разработанные методы имеют несомненные преимущества как по эффективности действия, так и по простоте приготовления криозащитных сред. Тем не менее, потребность в совершенствовании технологии криоконсервации и корректировке состава среды для усиления ее протективных свойств остается актуальной в связи с непостоянством качества используемой нативной спермы. Криоустойчивость спермы рыб обусловлена не только генетическими особенностями, но и в большой степени зависит от влияния окружающей среды на процесс сперматогенеза и от условий содержания производителей в аквакультуре. Криозащитное действие среды оценивается обычно по двум показателям:

проценту подвижности клеток в размороженной сперме и проценту оплодотворения ею икры. Поскольку корреляция между этими показателями наблюдается далеко не всегда, окончательный вывод о пригодности конкретной среды может быть сделан только по устойчивому воспроизведению результатов оплодотворения (в определенном интервале значений) в сериях опытов с образцами спермы и икры разного качества от разных производителей.

Предпринятое в лаборатории криобиологии дальнейшее усовершенствование технологий криоконсервации спермы карповых и осетровых рыб проводится за счет оптимизации состава протективных сред для повышения криорезистентности клеток спермы разного качества. При замораживании спермы осетровых рыб исследуется действие ряда амидов как основных и дополнительных криопротекторов. Использование в защитной среде двух криопротекторов сходного действия (проникающих в клетку через мембрану) – метанола и формамида – позволяет уменьшить риск повреждения сперматозоидов от температурного шока благодаря синергетическому эффекту снижения температуры кристаллизации внутриклеточной жидкости. Совместное воздействие используемых криопротекторов способствует также продлению защитного действия среды за счет их разной скорости диффузии через мембрану и взаимодействию с разными структурами клетки. Результаты проведенных экспериментов показали, что наибольшую сохранность клеток (до 93,4%) обеспечивает добавление к базовой осетровой среде формамида в концентрации 0,5-1%.

Усовершенствована разработанная ранее технология криоконсервации спермы карповых рыб путем оптимизации состава протективной среды, эффективность которой подтверждена испытаниями экспериментальных сред, а также при замораживании образцов спермы для закладки на хранение в криобанк. Криозащитная среда для спермы карповых рыб представляет собой водный раствор, содержащий 0,1% сахарозы, 0,35% хлорида натрия, 20-24% метанола и 3-8% этиленгликоля. Использование данной среды стабильно обеспечивало криозащиту клеток спермы разного качества и сохранение ими оплодотворяющей способности на уровне нативной спермы.

Несмотря на то, что к настоящему времени методы криоконсервации спермы осетровых рыб достаточно хорошо разработаны, криоконсервированная сперма пока не имеет широкого применения в промышленном рыбоводстве. В то же время ситуация, которая в настоящее время складывается в современной аквакультуре, а именно интенсивное развитие, дефицит или отсутствие самцов, большие затраты на содержание стада производителей и т.д., позволяют прогнозировать рост коммерческого спроса на криоконсервированную сперму. В связи с этим существует необходимость разработки методик получения промышленных партий эмбрионов с использованием криоконсервированной спермы рыб. Анализ литературных данных и проведенные ранее собственные эксперименты, позволили нам накопить определённый опыт в области осеменения промышленных партий икры криоконсервированной спермой. Криоконсервированная сперма хорошо вписывается в широко применяемый на

рыбоводных предприятиях полусухой способ осеменения икры рыб. При данном способе важно подобрать оптимальное соотношение икры, спермы и активатора, которое позволило бы получать высокий процент оплодотворения при использовании минимально необходимых объемов спермы. Определяющим показателем при составлении данных пропорций является качество спермы. На практике для получения удовлетворительных результатов осеменения икры нативной спермой, как правило, бывает достаточно визуально оценить концентрацию (жидкая, средняя, густая) свежей спермы и определить активность спермиев под микроскопом. При использовании криоконсервированной спермы эти показатели не всегда позволяют дать прогноз результативности осеменения. Однако у рыб, ввиду внешнего типа оплодотворения, есть возможность предварительной оценки оплодотворяющей способности как нативной, так и криоконсервированной спермы в лабораторных условиях. Для криоконсервированной спермы, которую в дальнейшем планируется использовать для массового осеменения, оценка по оплодотворяющей способности в настоящее время является наиболее приемлемым способом прогнозирования результативности её использования в промышленных условиях.

Для получения промышленных партий эмбрионов в условиях рыбоводных хозяйств необходимо использовать криоконсервированную сперму, прошедшую проверку по подвижности и оплодотворяющей способности в лабораторных условиях. Так для карповых рыб мы рекомендуем использовать криоконсервированную сперму со следующими характеристиками: подвижность – не ниже 20%, оплодотворяющая способность – не ниже 88%. Для осетровых рыб подвижность спермы должна быть не ниже 30%, оплодотворяющая способность – не ниже 77%. При осеменении икры осетровых и карповых рыб криоконсервированной спермой следует использовать полусухой способ оплодотворения, который позволяет выровнять температуру спермы до температуры технологической воды и активировать сперму до контакта с икрой.

Показано, что при использовании криоконсервированной спермы хорошего качества процент оплодотворения и выход эмбрионов соответствует уровню нормативных показателей инкубации обычных эмбрионов рыб в заводских условиях [Ковалев, 2021].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Успехом криоконсервации может считаться обеспечение устойчивого приемлемого уровня оплодотворения икры криоконсервированной спермой при использовании простого, удобного на практике протокола. В аквакультуре существует потребность в простых протоколах и замораживании больших объемов спермы для промышленного использования. Наши исследования направлены на достижение этих целей. Предлагаемые технологии криоконсервации спермы рыб могут быть успешно применены для использования в крупномасштабном криобанке. В настоящее время существует

острая потребность в формировании страховых запасов спермы. От научных коллективов и промышленных хозяйств поступают заявки на предоставление спермы белуги, стерляди, калуги, веслоноса, сахалинского осетра. Следует отметить, что широкое использование криотехнологий будет способствовать восстановлению деградированных популяций рыб, ускорению селекционных разработок, являться гарантией восстановления генетического разнообразия рыб после экологических катастроф.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Докина О.Б., Пронина Н.Д., Ковалев К.В., Миленко В.А., Цветкова Л.И. Усовершенствованная технология криоконсервации спермы карпа в крупномасштабном криобанке // Рыбное хозяйство. – 2019. – № 5. – С. 97-105.

Ковалёв К.В., Пронина Н.Д., Докина О.Б. Опыт применения криоконсервированной спермы в товарном рыбоводстве // Мат. Всерос. науч.-практ. конф. с межд. участием «Перспективные технологии аквакультуры», (Россия, Москва, МВЦ «Крокус Экспо», 18-19 мая 2021 г.). М.: Изд-во «Перо», 2021, – С. 81-91.

Красильникова А.А., Тихомиров А.М. Получение жизнеспособной молоди русского осетра с применением криоконсервированной спермы и оценка поведенческих реакций криопотомства // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т. 53. – № 4. – С. 762-768. [Электронный ресурс]. – DOI: 10.15389/agrobiology.2018.4.762rus

Пономарева Е.Н., Неваленный А.Н., Белая М.М., Красильникова А.А. Использование криоконсервированной спермы для формирования маточного стада стерляди // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2017. – № 4. – С. 118-127. [Электронный ресурс]. – DOI: 10.24143/2073-5529-2017-4-118-127

Рекубратский А.В., Ковалев К.В. Способы восстановления генотипов редких видов рыб из криоконсервированных спермиев: получение потомства с высоким уровнем генетической изменчивости // Рыбное хозяйство. – 2016. – № 5. – С. 64-68.

ABOUT THE MAIN RESULTS OF THE WORK OF THE LABORATORY OF CRYOBIOLOGY OF THE BRANCH FOR THE FRESHWATER FISHERIES OF THE FEDERAL STATE BUDGET SCIENTIFIC INSTITUTION «VNIRO» («VNIIPRKH»)

K.V. Kovalev, O.B. Dokina, N.D. Pronina, V.A. Milenko
Branch for the Freshwater Fisheries of VNIRO («VNIIPRKh»)
E-mail: silur5@mail.ru

Abstract: The largest low-temperature genetic bank of fish sperm and tissues in the Russian Federation has been created in the Branch for the freshwater fisheries

of the Federal State Budget Scientific Institution «VNIRO» («VNIIPRKh») (Moscow region, village Rybnoye). The earliest cryopreserved sperm samples in the cryobank were stored in 1989. The aim of the work is to develop cryopreservation technologies and storage in a low-temperature sperm bank of fish (salmon, sturgeon, carp) and cryocollection gathering. Expeditions are regularly held to replenish the cryobank collection. The widespread use of cryotechnologies will contribute to the restoration of degraded populations, to the acceleration of breeding developments, and will be a guarantee of the genetic diversity restoration of the fish after environmental disasters.

Keywords: cryopreservation, biodiversity, cryobank, cryoprotective media, fish eggs fertilization.

РОЛЬ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПОВЫШЕНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВОДОЁМОВ

И.Ю. Бадаева, В.С. Кусочкин, К.И. Кусочкина, С.С. Ускова,
З.И. Шмакова

*Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО»
(«ВНИИПРХ»)*

E-mail: hidra@vniiprh.ru

В данной статье кратко представлена историческая справка о Группе гидробиологии, направлениях исследований, о роли гидробиологических исследований в повышении продуктивности рыбохозяйственных водоёмов. Также кратко описаны разработки и достижения.

Ключевые слова: лаборатория гидробиологии, кормовая база, гидробиологический режим.

ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА О ГРУППЕ ГИДРОБИОЛОГИИ ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»)

Лаборатория гидробиологии создана во ВНИИПРХ в 1968 г. под руководством доктора биологических наук, профессора, Богатовой Ирины Борисовны.

Одно из направлений в гидробиологии – рыбоводная гидробиология – разработано во ВНИИПРХ в 1970-1980 годы, представляет собой совокупность знаний об управлении водными экосистемами и создании полезного биологического продукта для рыбоводных целей. В отличие от других гидробиологических исследований методы рыбоводной гидробиологии дают возможность не только оценивать состояние водных экосистем, но и управлять ими. Другой аспект этого направления – отработка методов массового получения живых кормов как наиболее полноценного источника пищи для рыб, культивируемых в промышленных условиях [Богатова, 1980; 1985].

На первый план, при разработке способов массового разведения ветвистоусых ракообразных, выдвигаются трофический фактор и освобождение среды от продуктов метаболизма. Разработана биотехнология культивирования живых кормов в капроновых садках, установленных в водоёмы-охладители ГРЭС, что позволило увеличить съём продукции культивируемых гидробионтов в десятки раз, по сравнению с непроточными средами. Решаются биотехнические задачи по оптимизации режима культивирования, проводятся углублённые исследования по изучению биохимического состава, доступности, определению пищевой ценности культивируемых гидробионтов и степени использования их рыбой. В физиолого-экологическом аспекте кормления личинок и молоди рыб естественным кормом получены новые количественные

показатели по интенсивности питания, темпу роста, выживаемости, эффективности использования потреблённой и усвоенной пищи на рост.

В 80-е годы к перспективным направлениям исследований относились работы по массовому производству стартового живого корма для личинок рыб (науплиусов жаброногого рачка *Artemia salina*). Была разработана биотехнология массового получения науплиусов артемии. Результаты этих работ внедрены во многих рыбоводных хозяйствах страны, изложены в рекомендациях, научных статьях, защищены двумя авторскими свидетельствами на изобретение.

В конце 80-х – начале 90-х гг. проводились исследования по интродукции в пруды высокопродуктивных планктонных и донных ракообразных.

В 2000-х годах проводили исследования по изучению эффективности способа повышения продуктивности выростных прудов за счёт усиления развития перифитона, которые показали, что зооперифитонные организмы, развивающиеся на субстратах, существенно повышают трофический потенциал рыбоводных водоёмов. Сотрудники лаборатории разрабатывали установки искусственных субстратов, изготовленных из разных материалов, способствующие повышению естественного корма, обеспечивающие для рыб хорошую доступность организмов-обрастателей.

Перспективным направлением также были низкзатратные технологии производства прудовой рыбы, в рамках которого сотрудниками выполнялись исследования по подбору рыб с различным спектром питания и повышению естественной кормовой базы, для определения эффективной работы экосистемы и получения продукции в основном за счёт естественных кормовых ресурсов. Применение методов повышения кормовой базы, полученных в результате исследований, на фоне выращивания рыб в поликультуре позволило решить несколько задач: снижение расхода комбикормов, улучшить экологическую обстановку водоемов за счёт оптимизации среды обитания рыб.

С 1 августа 2019 г. в Филиале по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ») вступило в силу новое штатное расписание, в соответствии с которым Лаборатория гидробиологии получила название Группа гидробиологии.

В настоящее время в группе гидробиологии проводятся гидробиологические исследования крупнейших водных объектов Центрального региона России (Белгородская, Липецкая, Тамбовская, Владимирская, Московская, Курская, Смоленская, Рязанская, Орловская, Калужская, Тульская, Брянская области) в рамках государственного мониторинга с целью разработки рекомендаций по предельно-допустимым объёмам выпуска личинок (молоди) рыб, определения рекомендованного объёма добычи личинок хирономид, проведения оценки трофности и биоиндикации водных объектов. Проводят исследования 3 основных экологических групп гидробионтов, используемых рыбами в питании – фитопланктон, зоопланктон, макрозообентос.

Специалисты группы оказывают консультационную и практическую помощь производственным и фермерским хозяйствам в вопросах повышения

эффективности выращивания рыбы, осуществления контроля за гидробиологическим режимом водоёмов, включая экспресс-методы по определению развития основных компонентов естественной кормовой базы рыб.

Гидробиологические данные являются неотъемлемой частью проведения производственного экологического контроля, экспертиз по определению причин гибели рыб, используются при разработке проектной документации по оценке хозяйственной деятельности на окружающую среду.

Качественные гидробиологические данные дают возможность взглянуть на состояние водной экосистемы изнутри, помогают оценить состояние водоема и его дальнейшее использование в хозяйственной, рекреационной и др. антропогенной деятельности. В будущем сотрудники гидробиологии надеются на автоматизацию используемых гидробиологических методов, оснащение группы необходимым усовершенствованным оборудованием, которые облегчат кропотливый труд гидробиологов и помогут осваивать новые направления гидробиологии.

РАЗРАБОТКИ И ДОСТИЖЕНИЯ

Разработано новое направление в гидробиологии – рыбоводная гидробиология, представляющее собой систему знаний об управлении водными экосистемами и создании биологического продукта для рыбоводных целей. Теоретические, методологические и биотехнические приёмы и методы получения живых кормов рассматриваются в монографии И.Б. Богатовой «Рыбоводная гидробиология» (1980 г.) и её докторской диссертации (1985 г.)

В группе защищены 1 докторская и 11 кандидатских диссертаций, получено 4 авторских свидетельства и 2 патента на изобретения.

На основании проведённых исследований, производственных проверок и внедрения разработанных методов в производство изданы инструкции, рекомендации и методические указания по вопросам: повышения естественной кормовой базы рыбоводных водоёмов; круглогодичному получению стартового живого корма (науплиусов артемии); контролю за гидробиологическим режимом, включая экспресс-методы по оценке развития основных компонентов естественной кормовой базы рыб.

КОЛЛЕКТИВ ГРУППЫ ГИДРОБИОЛОГИИ

С 1968 г. по 1994 г. лабораторию гидробиологии возглавляла доктор биологических наук Богатова Ирина Борисовна, с 1994 г. по 2020 г. лабораторией заведовала кандидат биологических наук Шмакова Зинаида Ивановна, с 2020 г. по 2022 г. Группой гидробиологии руководила Ускова Светлана Сергеевна. В настоящее время руководит Группой гидробиологии Кусочкин Вадим Сергеевич.

На данный момент в коллективе 5 человек: руководитель группы, 2 главных специалиста, ведущий специалист и лаборант.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Богатова И.Б. Рыбоводная гидробиология. – М.: Пищевая пром-сть, 1980. – 167 с.

Богатова И.Б. Теоретические основы и новые методы создания естественной кормовой базы для рыбоводства. Дисс. на соис. Уч. ст. д.б.н. в форме научного доклада. – М., 1985. – 77 с.

THE IMPACT OF HYDROBIOLOGICAL STUDIES ON FISHERY WATER PRODUCTIVITY

I.Yu. Badayeva., Kusochkin V.S., Kusochkina K.I., S.S. Uskova,
Z.I. Shmakova

Branch for the Freshwater Fisheries of VNIRO («VNIIPRKh»)

E-mail: hidra@vniiprh.ru

Abstract. This article provides a brief history of the Hydrobiology Group, research areas, and the role of hydrobiological studies in increasing the productivity of fishery waters. Progress and accomplishments are also briefly described.

Keywords: hydrobiology, Laboratory of Hydrobiology, food supply.

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ЗАДАЧИ ПРУДОВОГО РЫБОВОДСТВА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

С.Б. Мустаев

*Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО»
(«ВНИИПРХ»)*

E-mail: mustaev_sb@vniiprh.ru

Статья посвящена биотехнике выращивания карпа и растительноядных рыб в прудах. В ней показаны пути повышения эффективности кормления и в целом выращивания рыбы в прудах, а также способы уменьшения органического загрязнения рыбоводных прудов и водоисточников. На основе критического анализа указаны задачи рыбохозяйственной науки, решение которых поможет повысить эффективность прудового рыбоводства и поднять его на новый, более высокий уровень.

Ключевые слова: пруды, корма, автокормление, естественная кормовая база, хлорелла.

В сентябре 2000 г. в Нью-Йорке состоялся Саммит тысячелетия, на котором страны ООН приняли восемь целей развития тысячелетия (ЦРТ) на период до 2015 г.:

1. Ликвидация крайней нищеты и голода;
2. Обеспечение всеобщего начального образования;
3. Поощрение гендерного равенства и расширение прав и возможностей женщин;
4. Сокращение детской смертности;
5. Улучшение охраны материнства;
6. Борьба с ВИЧ/СПИДом, малярией и другими заболеваниями;
7. Обеспечение экологической устойчивости;
8. Формирование глобального партнерства в целях развития.

В реализации каждой из восьми целей удалось достичь значительных успехов. В частности, более чем вдвое сократились уровень крайней нищеты и детская смертность и почти наполовину – число детей, не охваченных начальным школьным образованием.

25 сентября 2015 г. 193 страны ООН, в том числе Российская Федерация, приняли резолюцию «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года». Документ установил 17 Целей устойчивого развития (ЦУР). Седьмой пункт ЦРТ об обеспечении экологической устойчивости трансформировался в три: 13. Борьба с изменением климата и его последствиями; 14. Сохранение морских экосистем; 15. Сохранение экосистем суши [Доклад..., 2016].

Суммарно эти цели содержат 169 задач. ЦУР, как и ЦРТ, не имеют юридически обязательной силы. Тем не менее, ожидается, что подписавшиеся государства добровольно возьмут на себя ответственность и создадут национальные механизмы по достижению этих целей.

По оценкам ООН, реализация ЦУР в полном объеме потребует \$5-7 трлн инвестиций ежегодно. При этом достижение целей принесет экономическую выгоду: они откроют рыночные возможности, эквивалентные \$12 трлн и обеспечат 380 млн новых рабочих мест.

Запрос общества на серьезные перемены в сторону устойчивости – от экологизации потребления до климатических забастовок – также усиливается. Впрочем, в ООН отмечают, что темпы достижения ЦУР пока разочаровывают. Главная проблема – отсутствие политической воли властей, которые часто становятся на сторону корпоративных интересов, а не общества.

Устойчивое развитие (sustainable development, УР) – это такое развитие экономики, общества и технологий, при котором качество жизни человека повышается, а негативное воздействие на окружающую среду минимизируется. Устойчивость – сохранение свойств объекта во времени, Концепция устойчивого развития появилась в процессе объединения трёх основных точек зрения: экономической, социальной и экологической. Подразумевается принятие мер, направленных на оптимальное использование ограниченных ресурсов и использование экологичных природо-, энерго-, и материало-сберегающих технологий, на сохранение стабильности социальных и культурных систем, на обеспечение целостности биологических и физических природных систем, их ответственного использования таким образом, чтобы будущие потомки также могли пользоваться этими ресурсами, в том числе и водными биологическими.

Мировая аквакультура как одна из отраслей производства развивается высокими темпами, в отличие от вылова водных биологических ресурсов. Аквакультура в России стала активно развиваться примерно 10 лет назад. Результат работы отечественных аква- и марифермеров за последние 10 лет улучшился более чем в два раза. В 2021 г. объем производства продукции товарной аквакультуры в России вырос на 8,5% к уровню 2020 г. и составил 356,6 тыс. т. В структуре производства товарной аквакультуры в число основных сегментов входят лососевые, карповые и растительноядные, ценные гидробионты (устрицы, мидии, гребешки и другие моллюски и иглокожие), осетровые виды. Производство лососевых (форель, семга) в 2021 г. выросло на 20,6 тыс. т или почти на 17% – до 137 тыс. т. Объем выращивания карповых и растительноядных в 2021 г. составил 146,4 тыс. т; ценных гидробионтов – 58,7 тыс. т (+15% к 2020 г.), осетровых – 6,2 тыс. т (+9% к 2020 г.) [Федеральное агентство по рыболовству (сайт)].

За последние пять лет объем производства аквакультуры в России вырос в 1,8 раза. Эксперты называют этот сектор российского АПК самым быстрорастущим. Как заявил глава Росрыболовства Илья Шестаков, в России происходит взрывной рост индустриального лососеводства. Его объемы

увеличились за последние пять лет практически втрое, а доля лосося в общей структуре российского рыбоводства превысила 30 процентов [<https://fish.gov.ru>].

К сожалению, такое нельзя сказать про прудовое рыбоводство, которое из года в год производит примерно одно и то же количество товарной рыбы с небольшими колебаниями в зависимости от климатических условий. Увеличить производство прудовой рыбы, а это в основном карп и рыбы дальневосточного комплекса (белый и пестрый толстолобики, белый амур) возможно двумя путями.

Первый – это строительство новых прудовых хозяйств. Но, в отличие от садковых хозяйств, их строительство несравненно дороже. Поскольку прудовое рыбоводство относится к так называемым длинноцикловым производствам, когда первая прибыль в хозяйстве появляется не ранее чем через 6-10 лет после решения построить новое прудовое хозяйство (1-3 года – выбор площадки под строительство, проекта, согласования; 2-4 года – строительство; 1-2 года – пробное залитие прудов, устранение выявленных недостатков при их наличии; 2 года – получение первой товарной продукции). В связи с этим сроки окупаемости новых прудовых хозяйств на порядок больше, чем при создании новых садковых. В связи с этим в современных экономических условиях весьма маловероятно появление новых прудовых хозяйств в обозримой перспективе, если только государство не проявит политическую волю, и станет вкладывать бюджетные деньги в их строительство.

Второй способ – это интенсификация производства на уже существующих хозяйствах. В настоящее время прудовой фонд искусственных прудов для нужд рыбоводства составляет около 150 000 га [Приказ Минсельхоза России от 31 марта 2011 года № 86]. Рыбопродуктивность прудов существенно различается по регионам и отдельным рыбоводным хозяйствам, в среднем по Российской Федерации она составляет 10 ц/га, и не увеличивается с 2010 г.

Все основные технологии выращивания рыбы в прудах были разработаны в семидесятых-восемидесятых годах прошлого века. За последние 30-40 лет не появилось ни одной перспективной разработки. В технологии кормления даже произошел некоторый откат. Если 30-35 лет назад многие прудовые хозяйства применяли автокормушки, то в настоящее время этого не происходит. Между тем, в многочисленных работах была доказана эффективность их применения в прудах [Лавровский, 1978а, 1983, 1987; Лавровский, Мустаев, 1986; Мустаев, 1988; Мустаев и др., 2020]. Применение автокормушек позволяет рыбе получать корм в тот момент, когда она этого реально хочет по требованию самой рыбы небольшими порциями и сразу потребляется. Потери корма практически исключены. Эффективность кормления возрастает за счет исключения непроизводительных потерь корма и за счет питания рыбы в соответствии со своими внутренними биоритмами [Лавровский, 1983]. Из-за меньшего загрязнения водоема органическим веществом улучшаются условия обитания рыб, меньшее его количество сбрасывается при осенних обловах в

водоисточники, что способствует более благоприятной экологической обстановке. Известно, что экскременты рыб в гораздо меньшей степени загрязняют воду и быстрее разлагаются, чем остатки корма [Глазачева и др., 1978; Есипова и др., 1978]. Применение автокормушек позволяет при прочих равных условиях уменьшать затраты корма на прирост рыбы на 35-42% и увеличивать скорость роста на 30-40% даже по сравнению с шестиразовым нормированным кормлением [Мустаев, 1988]. В настоящее время в рыбхозах кормят рыбу 1-2 раза в день. Поэтому эффект от возвращения в практику прудового рыбоводства автокормления будет еще выше. Только один этот технологический прием позволит увеличить производство товарной рыбы в прудах не менее, чем на треть при снижении ее себестоимости. Эффективность ее выращивания (получение прибыли с единицы площади) возрастет. Немаловажный момент применения автокормушек заключается в том, что в этом случае прудовая экосистема остается саморегулируемой, а, значит, более устойчивой [Мустаев, 2021], что полностью сопрягается с экологическими целями устойчивого развития.

Еще одним способом повышения эффективности является совершенствование самих автокормушек. Созданные В.В. Лавровским конструкции типа «Рефлекс» [Лавровский, 1978б] хорошо зарекомендовали себя в прудовых хозяйствах. Тем не менее, существует потребность в их «апгрейде», некоторых изменениях в конструкции, чтобы еще больше повысить их эффективность.

Требуется также усовершенствовать схему загрузки автокормушек в больших по площади прудах. В 1990 г. было предложено устройство для кормления рыбы в рыбоводных прудах, которое предполагает соединение от четырех до восьми автокормушек в единую систему, которая вращается вокруг своей оси и примыкает к эстакаде, с которой происходит загрузка автокормушек комбикормом [Мустаев, Акимов, 1990]. Такая схема загрузки позволяет отказаться от плавающих кормозагрузчиков. Она уменьшает материалоемкость процесса, уменьшает амортизационные отчисления ввиду отсутствия кормозагрузчиков на прудах, экономит человеческие ресурсы (один кормозагрузчик обслуживают два работника), дорогостоящие горюче-смазочные материалы. Также уменьшаются потери кормов из-за снижения пылевидной фракции, так как отсутствует дополнительная перевалка кормов из наземных транспортных средств в кормозагрузчик. Все это повышает эффективность кормления. Такая схема кормления была внедрена на нагульном пруду площадью 40,1 га рыбхоза «Пугачевский» в Республике Башкортостан [Мустаев, Акимов, 1997]. Без учета рыбоводных показателей, которые повысились после установки устройства, только за счет снижения затрат труда и материалов, в том числе горюче-смазочных, затраты на изготовление и монтаж устройства окупались в течение двух сезонов эксплуатации, о чем был составлен соответствующий акт. Однако дальнейшего распространения эта схема не получила в связи с последовавшими экономическими трудностями в

прудовых хозяйствах РФ. Возвращение этой схемы может еще больше повысить эффективность кормления рыбы в прудах.

Еще одной проблемой в прудовом рыбоводстве является то, что за последние 40-50 лет не появилось новых рецептур кормов, которые бы пришли на замену полувековым рецептам К-110 для сеголеток (26% протеина) и К-111 для двухлеток карпа. Последний должен содержать не менее 23% сырого протеина, 3,5% жира, 1,2% кальция, 0,7% фосфора и не более 9% клетчатки. Считается, что в прудах можно кормить карпа неполноценными (не содержат всех необходимых для роста питательных веществ) и несбалансированными (не в оптимальных пропорциях) кормами. За счет потребления в прудах кормовых организмов, которые содержат биологически активные вещества (витамины, микроэлементы, аминокислоты, пептиды и другие) можно улучшить питательную ценность искусственных кормов. Поэтому стоимость прудовых кормов всегда ниже, чем при кормлении карпа в индустриальном рыбоводстве, где требуются полноценные и сбалансированные корма с высоким содержанием протеина и жира. У работников, занимающихся прудовым рыбоводством, сложилось стойкое предубеждение, что применение дорогих кормов для индустриальных условий в прудах не принесет необходимого эффекта, ввиду повышенной себестоимости продукции. Тем парадоксальнее оказались результаты применения современных тепловодных кормов с высокой энергетической ценностью и стоимостью в прудах. Выяснилось, что при кормлении трехлеток карпа в прудах кормом Карп-38/12, содержащим 38% протеина и 12% жира, экономическая эффективность была несколько выше, чем при кормлении кормом К-111. Произошло это благодаря снижению кормовых затрат на 40%, увеличению средней конечной массы рыб на 62%, чистого прироста рыбной продукции на 121% [Мустаев, и др., 2020]. Аналогичные результаты были получены и при выращивании сеголеток карпа [Мустаев, и др., 2021]. Таким образом, еще одним из способов повысить эффективность выращивания рыбы в прудовых хозяйствах является использование кормов с высоким содержанием протеина и жира. Необходимо продолжить исследования в этом направлении, которое является безусловно перспективным. Однако очень большим препятствием на этом пути служит отсутствие необходимого количества кормов надлежащего качества. Пока что комбикормовые заводы, производящие рыбные корма, отстают от потребностей рыбоводных хозяйств. Еще одним препятствием является отсутствие заинтересованности самих прудовых хозяйств в закупке дорогостоящих, но дающих гарантированный результат кормов в силу вышеназванных предубеждений.

Следующим способом повысить эффективность прудовых хозяйств является стимулирование естественной кормовой базы прудов. Поскольку у руководителей хозяйств отсутствуют либо возможности, либо желание использовать высококачественные корма, можно пойти по пути улучшения низкокачественных прудовых кормов типа К-111. Для этого необходимо увеличить долю кормовых организмов в рационе рыб. Сделать это можно,

уменьшая плотность посадки. Но это приведет к снижению рыбопродуктивности. Можно стимулировать естественную кормовую базу путем внесения в пруды минеральных и органических удобрений. Однако в этом случае эффект будет кратковременным, только в начале сезона. Впоследствии доля кормовых организмов в рационе рыб упадет из-за выедания ими крупных половозрелых особей и прекращения цикла их воспроизводства. Наиболее перспективным является искусственное культивирование кормовых организмов и интродукция их в пруды. Хорошо изученным и подходящим объектом является дафния магна (*Daphnia magna*), самая крупная форма рачков рода *Daphnia*.

Способы культивирования и интродукции дафний известны уже более полувека. Известен способ создания естественной кормовой базы в прудах [Богатова, 1969]. Он заключается в том, что залитие прудов водой производят в два этапа. Сначала заливают водой рыбосборно-осушительные каналы и вносят в них маточную культуру дафний и гидролизатные дрожжи. Через 5-7 дней заливают пруды до необходимого горизонта. За это время дафнии успевают хорошо развиться и в дальнейшем не так быстро выедаются растущей рыбой. Существует способ разведения дафний как корма для молоди рыб [Романычева, 1962]. Он заключается в том, что в прудах устанавливают садки с ячейей 1 мм. В них вносят половозрелых самок дафний в количестве 70 г/м³. Примерно через 6-9 дней из яиц (эфипис) созревают новые самки. Они дают новое потомство. Начинается так называемое «роение». При этом мелкие неполовозрелые особи «выходят» за пределы садка, а крупные, половозрелые, остаются в садке. Поскольку рыбы не могут проникнуть в садок, происходит постоянное размножение дафний, и мелкие особи выходят в пруд.

Согласно еще одному способу зоопланктон культивируют в специальных прудах-спутниках, которые строят выше выростных прудов [Огурцов, Степанов, 1991]. Дно этих прудов-спутников должно находиться выше уровня воды в выростных прудах. Площадь таких прудов должна составлять не более 5-7% площади выростного пруда. Пруды-спутники заливают водой весной при достижении температуры воздуха 4°C через рыбосороуловитель, а выростные пруды – при 8°C. В пруды-спутники в начале июня вносят маточную культуру дафний магна. До третьей декады июня пруды-спутники функционируют как инкубатор зоопланктона. По достижении его биомассы 80-350 г/м³ перепускают самотеком половину его объема в выростной пруд. На следующий день доливают водой до полного объема и снова вносят маточную культуру дафний. В дальнейшем добавления маточной культуры дафний магна не требуется. Сброс воды из прудов-спутников вместе с зоопланктоном осуществляют еженедельно.

Несмотря на достаточно высокую эффективность всех перечисленных способов, все они имеют свои недостатки. Так, последний способ требует достаточно больших капиталовложений. Также требуется дополнительная земельная площадь. Частота внесения зоопланктона в выростные пруды составляет не более 1 раза в неделю, что часто оказывается недостаточной,

вследствие быстрого выедания его рыбами. Остальные способы также не позволяют поддерживать численность и биомассу кормовых организмов на высоком уровне в течение всего сезона. Очевидно, что требуется усовершенствование и разработка новых, более эффективных способов стимулирования кормовой базы рыбоводных прудов, чтобы повысить эффективность кормления и выращивания рыбы в прудах.

Еще один из важных аспектов, на которые сейчас пристально обращают внимание экологи и экономисты, это сохранение чистоты водоисточников для прудовых хозяйств. Необходимо использовать экологически корректные методы интенсификации, чтобы сохранять устойчивость как искусственных экосистем (пруды), так и естественных (водоисточники). В целях недопущения органического загрязнения водоисточников следует минимизировать сброс загрязненной органическими веществами воды из прудов при обловах. Этого можно достичь, как было сказано выше, применением автокормушек и использованием высококалорийных кормов с высоким содержанием протеина и жира, которых требуется в 1,5-2,5 раза меньше, чем традиционных прудовых комбикормов, в связи, с чем органическая нагрузка на пруды и водоисточники снижается.

Другим способом уменьшения загрязнения прудов является поликультура. Совместное выращивание карпа, белого и пестрого толстолобика и их гибрида, а также белого амура позволяет повышать прозрачность воды, что приводит к ускорению фотосинтеза и улучшению кислородного режима водоемов. Это, в свою очередь, приводит к увеличению рациона карпа и повышению его скорости роста. Белый и пестрый толстолобики, постоянно фильтруя воду, вместе с фито- и зоопланктоном захватывают мелкие частицы взвешенного органического вещества и тем самым способствуют очищению воды. Белый амур, питаясь высшими водными растениями, препятствует зарастанию ими водоемов, что в современных условиях очень актуально. При этом не происходит заиление и обмеление прудов и не требуются мелиоративные работы, а растительность преобразуется в ценную рыбную продукцию. И очень важно, что при этом повышается рыбопродуктивность прудов. В связи с тем, что за последние 30-40 лет произошло значительное потепление климата, сейчас можно рекомендовать выращивание рыб дальневосточного комплекса в зонах рыбоводства севернее IV зоны. Однако исследования по этой проблеме следует провести дополнительно.

Еще одним способом борьбы с загрязнением водоемов органическим веществом является интродукция одноклеточной водоросли хлорелла, в частности вида *Chlorella vulgaris*. Применение в прудах хлореллы приводит к: уменьшению бактериальной обсемененности воды, увеличению уровня развития зоопланктона, повышению иммунитета рыб, увеличению кормовой базы, увеличению привесов рыб на всех этапах развития, повышению сохранности мальков, личинок и сеголеток рыб, увеличению выхода товарной рыбы, снижению уровня заболеваемости рыб. Также хлорелла препятствует

цветению водоемов, улучшает качество воды, очищает от органических загрязнений, увеличивает прозрачность воды.

Приведенные выше сведения требуют точных научных подтверждений. Несомненно, необходимо более интенсивно проводить исследования в этом направлении, чтобы получить данные, на основании которых можно будет дать научно обоснованные рекомендации по эффективному применению хлореллы.

Резюмируя вышесказанное, можно отметить следующее. Основными способами повышения эффективности прудового рыбоводства являются:

- переход с нормированного на свободное кормление рыбы из автокормушек;
- внедрение схемы загрузки автокормушек с централизованных кормовых мест;
- кормление карпа более высокопротеиновыми высококалорийными кормами;
- стимулирование естественной кормовой базы в прудах;
- более широкое распространение поликультуры в прудах, в том числе в более северных районах, чем IV зона рыбоводства;
- более широкое применение хлореллы в прудах.

Исходя из вышеперечисленных способов повышения эффективности прудового рыбоводства, следуют задачи на современном этапе:

- совершенствование и разработка новых типоразмеров автокормушек;
- разработка новых рецептур кормов для прудового рыбоводства в зависимости от степени интенсификации;
- разработка новых, более эффективных способов стимулирования естественной кормовой базы прудов;
- проведение исследований по более широкому распространению поликультуры в I-III зонах рыбоводства;
- проведение исследований по применению хлореллы в прудах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

А. с. 149277 СССР. Способ разведения дафний как корма для молоди рыб / О.Д. Романычева // Бюл. – 1962. – № 15 – 2 с.

Богатова И.Б. Способ создания естественной кормовой базы в прудах (Авторское свидетельство № 250598, 1969).

Глазачева И.В., Богданова Я.А., Акимова Г.Г. и др. Формирование качества водной среды в зависимости от кормления // Сб. науч. тр. «Биологические основы рационального кормления», – М. – ВНИИПРХ, – 1978, – вып. 21, – С. 56-65.

Доклад о человеческом развитии в Российской Федерации за 2016 г. Цели устойчивого развития ООН и Россия/под ред. С.Н. Бобылева и Л.М. Григорьева – М.: Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации, 2016. 298 с.

Есипова М.А., Глазачева И.В., Соловьева Л.М. Влияние органического загрязнения водной среды на продуктивность рыбоводных прудов // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ, – М. – 1978, – № 19, – С. 172-182.

Лавровский В.В. Результаты испытаний на карпе в условиях теплых вод головных образцов автокормушек «Рефлекс» и расчет потребности в них // Изв. ГосНИОРХ, – Л. – 1978а, – № 137, – С. 44-51.

Лавровский, В.В. Устройство для раздачи гранулированного корма рыбам: авторское свидетельство № 604546, 1978б.

Лавровский В.В. Бионический подход к нормированию. М. - «Рыбоводство и рыболовство», – 1983, – № 4. – С. 4-5.

Лавровский В.В. Мустаев С.Б. Первый опыт применения автокормушек на выростных прудах. – М. – «Рыбоводство», – 1986, – № 3 – С. 26-28.

Лавровский В.В. Бионический метод кормления рыб. – М. – ЦНИИТЭИРХ, – Рыбохозяйственное использование внутренних водоемов. – 1987 – вып. 4. – 23 с.

Мустаев С.Б. Питание и рост карпа в интенсивно эксплуатируемых прудах при использовании автокормушек: – Автореф.канд. дисс., – М. – ВНИИПРХ, – 1988, – 24 с.

Мустаев С.Б., Акимов В.А. Устройство для кормления рыбы в рыбоводных прудах: патент РФ № 2 002 407. – 1990.

Мустаев С.Б., Акимов В.А. Новое устройство для кормления рыбы в рыбоводных прудах // Информационный пакет - «Современная аквакультура: проблемы образования и освоения новейших технологий», М. – ВНИЭРХ, – 1997, – С. 68-70.

Мустаев С.Б., Дементьев В.Н., Токарев В.В. Влияние способа кормления на рост сеголетков и трехлетков карпа в прудах // Сб. науч. тр. «Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры», М. – ВНИИПРХ, 2020 – вып. 91. – С. 103-110.

Мустаев С. Б., Амелин М.Ю., Монахов И.А., Комышев Б.В., Караваева М.С. Влияние вида корма на эффективность выращивания сеголетков и двухлетков карпа в прудах // Сб. науч. тр., М. – ВНИИПРХ, 2021. – Вып. 92, – С. 74-82.

Мустаев С.Б. Общая концепция создания и функционирования искусственных рыбоводных систем: от прудовых до УЗВ // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Перспективные технологии аквакультуры» (Москва, МВЦ «Крокус Экспо», 18-19 мая 2021 г. – М.: Издательство «Перо», 2021. – С. 223-233.

Огурцов Г.И., Степанов В.Д. Способ выращивания молоди прудовых рыб. Патент № 1681796. – 1991.

Приказ Минсельхоза России от 31 марта 2011 года № 86 «Об утверждении отраслевой программы «Разведение одомашненных видов и пород рыб (развитие сельскохозяйственного рыбоводства) в Российской Федерации на 2011-2013 годы». [Электронный ресурс]. – URL:

<https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/2074513/> (дата обращения 10.10.2022).

Федеральное агентство по рыболовству: [сайт]. – URL: <https://fish.gov.ru/otraslevaya-deyatelnost/akvakultura/> (дата обращения 17.10.2022).

WAYS TO IMPROVE EFFICIENCY AND OBJECTIVES OF POND FISH FARMING IN MODERN CONDITIONS

S.B. Mustaev

Branch for the Freshwater Fisheries of VNIRO («VNIIPRKh»)

E-mail: mustaev_sb@vniiprh.ru

Abstract. The article focuses on the biotechnology of carp and herbivorous fish pond farming. It describes methods for improving the efficiency of feeding and pond farming in general, as well as methods for reducing organic contamination in fish ponds and water sources. Based on the critical analysis, fishery science tasks have been identified, the completion of which will help to increase the efficacy of pond fish farming and elevate it to a new, higher level.

Keywords: ponds, feed, autofeeding, natural food supply, chlorella.

РАЗВЕДЕНИЕ КИТАЙСКОГО ОКУНЯ (*Sineperca chuatsi*) В УСЛОВИЯХ ПОЛНОСИСТЕМНОГО ТЕПЛОВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

Е.И. Рачек

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»)

E-mail: evgeniy.rachek@tinro-center.ru

В садках тепловодного хозяйства на юге ДВ России сформировано маточное стадо китайского окуня-аухи, представленное особями массой от 3,3 до 7,0 кг. Средняя плодовитость самок составляет 220 тыс. икринок, выход личинок от икры равен 75%. За 25 суток выращивания в прямооточных бассейнах при температуре 24-30°C и кормлении личинками карповых рыб молодь достигает 1,7 г при выживаемости 45%. При дальнейшем содержании в прудах в условиях поликультуры, а затем в садках, сеголетки к началу зимовки вырастают до 140 г. Средняя масса мелких и крупных двухлеток при кормлении живыми малоценными рыбами составляет 355-535 г соответственно при максимуме 930 г. Попытки приучения окуня к искусственным кормам не дали эффекта.

Ключевые слова: окунь-ауха, производители, нерест, бассейны, пруды, садки, сеголетки, двухлетки, рост, кормовые затраты.

ВВЕДЕНИЕ

Китайский окунь-ауха *Sineperca chuatsi* ведет свое происхождение от морских окуней, которые приспособились к жизни в пресноводных водоемах. Рот очень большой, нижняя челюсть сильно выдается вперед. В спинном, брюшном и анальном плавниках окуня имеются мощные колючки. Окраска окуня типична для хищника-засадчика. Спина серая или зеленовато-серая, серебристо-желтоватые бока и желтоватые с красным оттенком плавники покрыты темными пятнами неправильной формы.

В России окунь-ауха встречается в нижнем и среднем течении Амура, в реках Сунгари и Уссури, в оз. Ханка, но никогда не образует промысловых скоплений [Кучеренко, 1988]. Максимальные уловы окуня-аухи в р. Амур зарегистрированы в 1956 г. и составили 26 т. Основной причиной низкой численности окуня-аухи является его территориальное поведение и каннибализм [Горяинов и др., 2014]. Этот прожорливый хищник предпочитает держаться поодиночке и собирается в небольшие стаи только во время нереста, который проходит порционно три раза в июне-июле при температурах воды около 24°C. Окунь-ауха имеет пелагическую икру с жировыми каплями, которая разносится током воды и развивается в придонных слоях воды рек и на

каменистых грядах с придонным течением в оз. Ханка. Средняя плодовитость хищника составляет 160 тыс. икринок.

Взрослый окунь питается исключительно рыбой и охотится на определенных участках, куда не допускает своих сородичей, а мелких собратьев попросту уничтожает, сокращая пищевую конкуренцию. Питается окунь в основном мелкой малоценной рыбой – пескарями, гольянами, востробрюшками, конями, косатками, но также нападает на таких высокотелых рыб как колючий горчак, карась и сазан. Окунь активно питается все лето при температурах выше 18°C, а осенью скатывается в реки и глубокие участки озер, где зимует подо льдом, завалившись на бок и покрываясь слизью.

Созревает окунь-ауха на третьем-четвертом году жизни при массе тела от 1 до 2 кг. Живет при благоприятных условиях до 20 лет, достигая длины 70 см и массы 8-9 кг.

Китайский окунь распространен на всей территории Китая, где за необыкновенно яркую красивую окраску молодых особей, сходную с утками-мандаринками, его называют также мандариновым окунем.

Мандариновый окунь известен в Китае с незапамятных времен, но чрезвычайную популярность приобрел во времена династии Тан (618-907 гг.). Придворные поэты и писатели восхваляли необыкновенную красоту и вкус этой рыбы во многих книгах и стихах [Kuanhong, 2006]. Первые успешные опыты по искусственному воспроизводству и выращиванию окуня-аухи проведены в 1975 г. в провинция Цзянсу. С тех пор культивирование этого вида в контролируемых условиях становилось все более популярным, и к настоящему времени китайские рыбоводы выращивают около 380 тыс. т товарного китайского окуня в прудах, садках и отгороженных участках водоемов [Chen J at al., 2010; China Statistical Yearbook, 2020].

Основным препятствием к разведению окуня-аухи является особенность его пищевого поведения на ранних стадиях развития личинок. В этот период личинки окуня, имеющие крупные загнутые внутрь зубы, поедают только личинок других видов рыб подходящего размера, игнорируя различные виды зоопланктона и любые стартовые корма [Стребкова и др., 1983]. Большинство опытов по приучению китайского окуня к искусственным кормам, проведенных в течение нескольких десятилетий, закончились неудачей. Однако в последние годы появились работы, описывающие методы постепенного приучения годовиков аухи к искусственным влажным кормам типа орегонских гранул и состав этих кормосмесей [Liang Xu-Fang at al.;1998; Liang Xu-Fang at al., 2008]. Ученые установили, что пищевое поведение окуня-аухи обусловлено генетически. Он обладает сумеречным зрением, сетчатка его глаз реагирует только на движущиеся объекты, а вкусовые рецепторы распознают добычу чаще всего только тогда, когда она оказывается во рту.

Вблизи г. Жаохэ в Китае на пограничной с Россией р. Уссури находится крупное рыбоводное хозяйство по выращиванию окуня-аухи. В то же время в реках и озерах Приморья этот вид считается редким и до сих пор находится в Красной книге.

В Приморском крае ранее производились попытки искусственного воспроизводства окуня-аухи, отловленного из природных водоемов, но молодь получить так и не удалось [Ищенко и др., 2016; Ищенко, Рыбникова, 2017].

Первые результаты появились через несколько лет после начала формирования domesticiрованного маточного стада окуня в условиях полносистемного тепловодного хозяйства ТИНРО [Рачек, 2018]. В опытах удавалось вырастить небольшое количество сеголеток средней массой 75-90 г, часть которых использовали для формирования РМС. После созревания первых производителей в небольших масштабах начали проводить опыты по воспроизводству окуня-аухи и его выращиванию в бассейнах, тепловодных мальковых прудах и в садках. Целью наших исследований на современном этапе исследований является получение материалов, необходимых для разработки технологий формирования и эксплуатации маточных стад окуня-аухи и культивирования его жизнестойкой молоди и товарных особей в промышленных масштабах.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Работу по формированию РМС окуня-аухи и его воспроизводству проводили в период с 2008 г. по 2022 г. на севере Приморского края в условиях научно-исследовательской рыбоводной станции Тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО») в пгт Лучегорск. В состав станции входят 128 садков площадью 10 м² каждый, установленные в водоподводящем канале тепловой электростанции на понтонной линии ЛМ-4, комплекс для инкубации и выращивания любых видов рыб в бассейнах на прямоточном водоснабжении и в режиме УЗВ, а также мальковые пруды площадью 0,21-0,23 га, снабжаемые водой из водоема-охладителя электростанции [Rachek, 2022].

Общая годовая сумма тепла в садках хозяйства составляет 4630-4870 градусо-дней. Минимальная температура воды зимой опускается до 1-2°C, летом повышается до 28°C, а в отдельные годы в течение нескольких суток может достигать максимальных значений 33-35°C. Активная реакция воды рН варьирует от 7,3 до 9,2, содержание кислорода от 5,3 до 13,4 мг/л.

Материалом для исследований служили производители окуня-аухи, его икра, личинки, молодь, сеголетки и двухлетки, содержащиеся в бассейнах, мальковых прудах и садках полносистемного тепловодного хозяйства.

Маточное стадо китайского окуня сформировали из сеголеток, отловленных в реках Уссури, Амур и водоеме-охладителе Приморской ГРЭС. Вначале окуней содержали по 1-2 экз. в садках с производителями осетровых рыб, где они питались мелкой малоценной рыбой, заходящей туда через ячею. Затем окуней перевели в один садок, где содержали совместно самок и самцов. Весной 2021 г. производителей разделили по полу. В период формирования РМС окуня-аухи для его кормления использовали отловленную живую и снулую малоценную рыбу, в большом количестве обитающую в районе садкового хозяйства. Это колючий горчак *Acanthorhodeus asmusii* и востробрюшка *Hemiculter leucisculus*.

В последние годы за 40-60 дней до нереста производителей начинали усиленно кормить, что настоятельно рекомендуется китайскими рыбоводами [Liang Xu-Fang at al., 2008; Wei Li at al., 2021]. При повышении температуры до 15-16°C, когда хищники начинали питаться, в садки вносили живую кормовую рыбу в количестве 60-65% от ихтиомассы производителей.

В начальный период опытов для стимуляции созревания производителей использовали ацетонированный карповый гипофиз. В последние годы самок и самцов двукратно или однократно инъецировали рилизинг-гормоном «Нерестин-6». Производители нерестились самостоятельно в небольших бассейнах с круговым током воды.

Набухшую икру из бассейнов отбирали сачками, взвешивали, определяли среднюю массу икринок, рабочую и относительную плодовитость. Инкубацию проводили в аппаратах ВНИИПРХ объемом 100 л с протоком 7 л/мин., закладывая туда от 1 до 2,5 кг икры. Вылупившиеся личинки скатывались в приемные бассейны. Перешедших на активное питание личинок окуня начинали кормить 3-5 раз в день личинками сазана, карпа, белого толстолобика и белого амура, которых специально получали и выращивали для этой цели.

В бассейнах личинок и молодь подращивали от нескольких суток до месяца. Затем в июле их рассаживали с различной плотностью посадки в тепловодные мальковые пруды, где содержали в поликультуре с амурским сазаном и растительноядными рыбами, посаженными туда личинками. В прудах карповых рыб по 2-3 раза в день кормили вначале стартовыми, а затем продукционными комбикормами. В сентябре пруды облавливали, сеголеток отсортировали от карповых рыб и отсаживали в бассейны, а затем в садки. В садках хищники зимовали, а затем их продолжали выращивать до возраста двухлеток, используя для кормления живую и снулую малоценную рыбу. Основу кормления составлял колючий горчак. В некоторых опытах крупную молодь, подрошенную в бассейнах до 5-7 г, сразу высаживали в садки с осетровыми рыбами, где находилось много мелкой малоценной рыбы подходящего размера.

Для нереста и комбинированного выращивания сеголеток и двухлеток использовали следующие искусственные сооружения (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика сооружений для нереста, выращивания молоди, сеголеток и двухлеток китайского окуня

Наименование сооружения	Размеры, м	Площадь, м ²	Глубина, м	Объем, м ³
Бассейны для нереста	1,0 × 1,0 × 0,4	1,0	0,35	0,35
Бассейны для выращивания молоди	2,0 × 2,0 × 0,8	4,0	0,3	1,2
Тепловодные мальковые пруды	30,0 × 70,0	2100 (0,21 га)	1,2	2520
Бассейны для содержания сеголеток после слива прудов	2,0 × 2,0	4,0	0,4	1,6
Садки для выращивания сеголеток и двухлеток	2,5 × 4,0 × 2,2	10,0	1,5	15,0

Перед нерестом и во время осенней бонитировки у производителей измеряли общую длину тела и длину тела до конца чешуйного покрова АВ и AD, высоту, толщину и обхват с точностью до 2 мм и взвешивали особей на электронных весах с точностью 50 г. На основании длины AD рассчитывали коэффициенты упитанности самцов и самок [Правдин, 1966].

Осенью проводили бонитировку сеголеток и двухлеток китайского окуня. Размерные показатели рыбы измеряли с точностью до 1 мм и взвешивали на электронных весах марки GAS с точностью до 2 г. Полученные данные прошли статистическую обработку в программе Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Характеристика производителей китайского окуня.

После разделения производителей по полу в мае 2021 г. в маточном стаде оказалось близкое количество рыб в возрасте от 10 до 14 лет обоих полов с небольшим преобладанием самцов (таблица 2).

Таблица 2 – Размерные показатели производителей окуня-аухи из садков Лучегорской НИРС в начале вегетационного периода 2022 г.

Пол, (кол-во)	Показа тели	AB, см	AD, см	Высота, см	Толщина, см	Обхват, см	Масса, кг	Коэфф. упит.
♀♀ (24)	M±m Lim	65,3±0,4 62,0-70,5	58,6±0,4 55,6-63,6	22,0±0,19 20,5-24,3	9,4±0,16 7,8-11,2	53,4±0,5 49,3-59,6	5,44±0,1 4,7-7,0	2,7±0,02 2,4-2,9
♂♂ (27)	M±m Lim	63,0±0,7 56,6-71,0	56,1±0,6 50,5-62,8	20,2±0,24 18,5-22,7	8,6±0,17 7,4-10,7	48,5±0,64 41,3-56,8	4,63±0,2 3,3-6,8	2,6±0,02 2,3-2,8

По всем размерным параметрам самки превышали самцов и имели более высокую упитанность.

Проведение нерестовых кампаний и выращивание сеголеток китайского окуня
За период исследований нерест китайского окуня проводили при достижении благоприятных температур 22-24°C с первой декады июня и до начала июля, когда температура повышалась до 26-27°C. При высоких температурах в течение всего июня самки могли сбросить икру, и тогда нужно было дожидаться созревания второй порции (таблица 3).

Таблица 3 – Размерно-возрастные показатели производителей китайского окуня, участвующих в нересте с 2011 по 2022 гг.

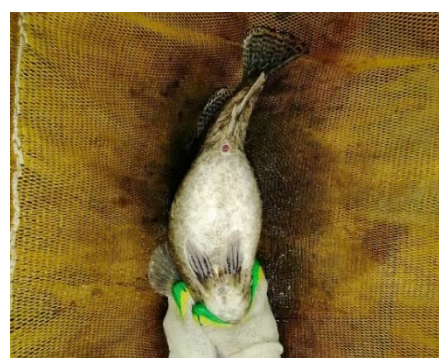
Показатели	Самки	Самцы
Средняя масса производителей, кг	3,8±0,30	3,2±0,21
Минимальная и максимальная масса производителей, кг	2,0-7,3	1,0-6,8
Возраст первого созревания производителей, лет	4	3

Усиленное кормление производителей перед нерестовой кампанией благоприятно сказывалось на сроках созревания и продукционных показателях китайского окуня. Производители созревали на две недели раньше, чем в предыдущие годы, количество половых продуктов возрастало, а их качество улучшалось. У самцов окуня, готовых к нересту, при легком нажатии выделялась сперма. Зрелые самки имели округлое очень полное брюшко и воспаленное половое отверстие (рисунок 1).

После введения гормоностимулирующего препарата «Нерестин-6» нерест производителей в бассейнах начинался через 21,5-22 ч после предварительной инъекции самкам и заканчивался через 25-26 ч.



а



б

Рисунок 1 – Зрелая самка китайского окуня массой 5,6 кг: а – вид сбоку; б – вид снизу

Вылупление первых личинок окуня начиналось на вторые сутки инкубации и продолжалось в течение полутора суток. Массовое вылупление наблюдалось в начале третьих суток инкубации. Во время инкубации часть икринок погибала из-за аномалий развития и поражения сапролегнией. Выживаемость однодневных личинок была высокой. Некоторые личинки начинали питаться в бассейнах через 2,5 суток выдерживания. На 3-4 суток выдерживания все личинки переходили на активное питание.

Ниже приведены осредненные рыбоводные показатели самок китайского окуня, участвовавших в нерестовых кампаниях (таблица 4).

Фототаксис вылупившихся личинок был отрицательным. Они концентрировались, в основном, у стенок бассейна и в затененных местах. Личинки окуня-аухи поедали личинок сазана, карпа, белого толстолобика и белого амура массой от 1,1 до 1,6 мг и не реагировали на любые живые и искусственные корма, что отмечали и другие исследователи [Liang at al., 1998; Liang at al., 2008]. Причем размер жертвы мог превышать размер окуня в полтора-два раза. Хищник захватывал личинку с хвоста, постепенно ее заглатывал, а затем откусывал голову и выбирал следующую жертву.

Таблица 4 – Рыбоводная характеристика самок окуня-аухи, использованных в нерестовых кампаниях 2008-2022 гг.

Показатели	Значения
Средняя масса набухших икринок после нереста в бассейнах, мг min-max	$5,1 \pm 0,15$ 4,2-5,9
Рабочая плодовитость самок, тыс. икринок min-max	$223,0 \pm 27$ 36-559
Относительная плодовитость, тыс. икр. / кг min-max	$50,0 \pm 4,8$ 18-88
Выход личинок от икры, % min-max	$76 \pm 4,2$ 43-92
Длительность инкубации икры в зависимости от температуры, сутки	2-3,5
Масса однодневных личинок, мг	1,0-1,1
Сроки перехода личинок на активное питание, сутки	3-4
Выживаемость однодневных личинок, %	90
Масса личинок при переходе на активное питание, мг	1,6

При полном голодании в течение нескольких суток у личинок аухи начинал активно проявляться каннибализм. Если корм не поступал, то личинки погибали от голода [Рачек, 2018]. При обилии пищи каннибализма не наблюдалось. Окуней кормили от 3 до 5 раз в сутки. За 1-2 суток личинка или молодь окуня съедала от 2 до 5 кормовых личинок карповых рыб. При внесении кормовой рыбы, особенно если она была немного подморена и начинала беспорядочно двигаться, окуни нападали молниеносно. Через 5-10 сек. у каждого хищника была рыба в зубах.

Личинки и молодь избегали пластиковых труб и искусственных укрытий, изготовленных из ячеистых пластиковых пластин, используемых в качестве загрузки в биофильтрах, и их приходилось убирать. Наиболее привлекательными для молодежи оказались естественные укрытия из крупных камней и ветви деревьев с листьями, под которыми они предпочитали собираться небольшими косяками.

Личинки и молодь китайского окуня росли быстро, достигая 1,7 г через 25 суток, а 5-7 г через 1,5 месяца содержания в бассейнах. Однако их отход постоянно увеличивался (таблица 5).

Таблица 5 – Рост личинок и молодежи китайского окуня в бассейнах

Показатели	Продолжительность выращивания, сутки			
	10	15	25	45
Масса рыбы, г	0,09-0,100	0,20-0,25	0,5-3,0	5,0-7,0
Выживаемость, %	90	70	45	30

За период исследований неоднократно проводили опыты по зарыблению тепловодных мальковых прудов личинками и молодью китайского окуня с различной начальной массой, плотностью посадки и продолжительностью

опытов, а также с различной плотностью посадки и массой кормовых личинок 4-5 видов карповых рыб (таблица 6).

Таблица 6 – Результаты выращивания сеголеток китайского окуня в мальковых прудах при различных условиях зарыбления

Показатели	Сроки посадки личинок карповых рыб			
	Одновремен но с окунем	За 15-20 суток до посадки окуня	За 20-25 суток до посадки окуня	За 40-50 суток до посадки окуня
	Плотность посадки окуня, шт. / га			
	1000-2000	250 000	100 000	2100
Масса личинок, мг	3,0-5,0	1,6	1,6	200-800
Выход сеголеток, %	2,0-3,6	0,1-0,3	0,1-0,2	10,8
Средняя масса сеголеток, г	48	60-90	60-120	10-80
Продолжительность выращивания, дней	56	38	60	25-32
	Плотность посадки окуня, шт. / га			
	500	500-1000		2250
	20-30	220-350	500-800	500-3000
	23	26	34	26
Масса личинок и молоди, мг	124	60-130	60-130	111
Выход сеголеток, %	64	55	50	44
Средняя масса сеголеток, г				
Продолжительность выращивания, дней				

Из таблицы видно, что минимальный выход сеголеток из прудов и их небольшие размеры наблюдались при зарыблении непродрощенными личинками окуня через 15-25 суток после посадки в них сазана или карпа. Причем даже высокая численность личинок аухи не влияла на выживаемость. Молодь карповых уничтожала практически всех личинок окуня. При зарыблении прудов подрощенной молодью окуня независимо от сроков зарыбления карповыми рыбами выход сеголеток и их конечная масса были наибольшими в диапазоне 60-130 г. Сеголетки окуня намного превышали по массе тела сеголеток карповых и растительоядных рыб, которые при облове прудов имели массу от 8 до 30 г.

После перевода сеголеток окуня из прудов в садки и кормления живой рыбой их масса за сентябрь и октябрь возрастала на 25-28%.

Выращивание двухлеток китайского окуня в садках

Ниже приводятся данные по росту двухлеток окуня-аухи на примере генерации 2021 г. В начале мая 2022 г. годовиков окуня-аухи рассортировали на две размерные группы. Группа мелких окуней на протяжении всего вегетационного периода получала в качестве корма живую малоценную рыбу (рисунок 2).



Рисунок 2 – Колючий горчак и востробрюшка для кормления китайского окуня

Группа крупных и среднеразмерных особей в течение опыта также получала живую кормовую рыбу. Однако в первой половине августа половину этих рыб попытались приучить к неживым кормам, используя методику китайских ученых. Окуней постепенно переводили на снулую рыбу, затем на резаную рыбу, на рыбный фарш, а затем на влажные гранулы на основе комбикорма и рыбного фарша (таблица 7).

Таблица 7 – Результаты выращивания китайского окуня до возраста двухлеток

Показатели	Сеголетки, октябрь 2021 г.	Годовики после сортировки 06 мая 2022 г.		Двухлетки при взвешивании 21-23 сентября 2022 г.	
		Группа крупных и среднеразмерных особей	Группа мелких особей	Группа крупных и среднеразмерных особей	Группа мелких особей
Масса, г	142,0±11	148±13	87±9	535±16	355±19
Lim	40-290	100-290	40-95	300-930	172-576
Cv	42,0	36,6	30,3	24,3	29,4
Прирост, г	-	-	-	387	268
Прирост, %	-	-	-	261	308
Затраты корма, кг/кг прироста	-	-	-	3,90	2,72
Выживаемость, %	-	-	-	100	99,1

Большинство окуней поедали снулую и резаную рыбу, но практически все отказывались от гранул. В конце эксперимента провели визуальную оценку упитанности рыб, получающих живые и неживые корма. Оказалось, что среди рыб, потребляющих живую рыбу, подавляющее большинство имело высокую и среднюю упитанность, и лишь 6% выглядели истощенными. Среди окуней, питающихся неживыми кормами, истощенных голодающих рыб было 53%.

Приросты рыб, питающихся в этот период живым кормом, оказались в 2-2,4 раза выше, чем у рыб, потребляющих неживые корма, а кормовые затраты на прирост ниже в 1,5-1,9 раза. В период высоких температур 26-28°C в августе

отмечена лучшая утилизация живой рыбы окунями, питающимися живой рыбой, на уровне 1,4-2,3 кг/кг прироста.

За весь вегетационный период расход кормов на прирост мелких рыб, питающихся живым кормом, оказался на 43% меньше, чем у крупных особей, которые около 20 суток получали неживые корма.

В течение 4,5 мес. вегетационного сезона масса крупных и среднеразмерных двухлеток возросла в 3,6 раза, а масса мелких двухлеток увеличилась в 4 раза.

На рисунке 3 приведены объединенные данные по массам двухлеток обеих групп китайского окуня, выращенных в садках тепловодного хозяйства.

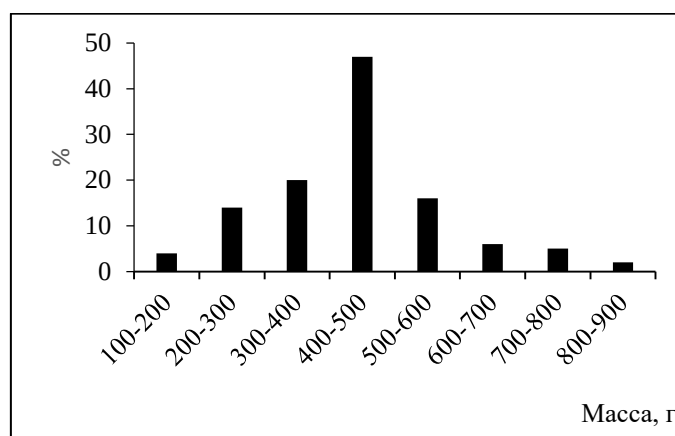


Рисунок 3 – Распределение двухлеток китайского окуня по массе тела

В конце вегетационного периода 82% двухлеток были представлены особями массой от 300 до 600 г, модальной группой являлись рыбы массой от 400 до 500 г (рисунок 4).



Рисунок 4 – Крупные двухлетки китайского окуня

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- Усиленное кормление производителей окуня-аухи в течение 1,5 мес. перед нерестом сокращает сроки созревания и улучшает продукционные показатели самок и самцов;
- Устойчивое созревание производителей окуня-аухи во время нерестовой кампании происходит после инъектирования гормоностимулирующим препаратом для карпа «Нерестин – 6» российского производства;
- Для инкубации икры окуня можно эффективно применять аппараты ВНИИПРХ объемом 100 л с проточностью 7-10 л/мин.;
- Вылупление личинок китайского окуня происходит на третьи-четвертые сутки инкубации, выход личинок составляет 75%;
- За 25 сут. выращивания в бассейнах молодь окуня вырастает до 1,5 г при выживаемости 45%;
- В условиях тепловодного хозяйства комбинированным методом за 3,5 мес. можно вырастить крупных сеголеток окуня-аухи массой более 140 г, а в садках за 4,5 мес. двухлеток окуня массой от 300 до 900 г;
- Двухлетки китайского окуня очень хорошо утилизируют живую кормовую рыбу при высоких летних температурах. Затраты корма варьируют от 1,4 до 2,3 кг/кг прироста, в среднем за сезон они имеют значения 2,7-3,9 кг/кг прироста;
- Выживаемость двухлеток китайского окуня составляет около 100%.
- Попытки приучения окуня-аухи к искусственным кормам оказались безуспешными.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Горяинов А.А., Барабанщиков Е.И., Шаповалов М.Е. Рыбохозяйственный атлас озера Ханка. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2014. – 205 с.
- Ищенко А.Н., Павлов С.Д., Рыбникова И.Г. Опыт выращивания китайского окуня в южном Приморье // Вестник КрасГАУ, 2016. – №3. – С 145-150.
- Ищенко А.Н., Рыбникова И.Г. Особенности выращивания окуня-аухи в южном Приморье // Научные труды Дальрыбвтуза, 2017. – Т. 40. – С. 9-12.
- Кучеренко С.П. Рыбы у себя дома. – Хабаровск: Кн. Изд-во, 1988. – 352 с.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищ. пром-сть. –1966. – 376 с.
- Рачек Е.И. Культивирование ценных видов рыб амурского комплекса в условиях полносистемного тепловодного хозяйства. // Рыбоводство и рыбное хозяйство – 2018. – №5. – С. 32-40.
- Стребкова Т.П., Шабалина В.А., Бибилов В.М. Рекомендации по искусственному разведению китайского окуня-аухи. – М.: ВНИРО, 1983. – 13 с.
- Chen, Jat. al. Обзор садковой и загонной аквакультуры: Китай. В.М. Halwart, D. Soto and J.R. Arthur (ред.) Садковая аквакультура – Региональные

обзоры и всемирное обозрение. Технический доклад ФАО по рыбному хозяйству № 498. Рим, ФАО, 2010. – С. 55-71.

China Statistical Yearbook. 2020. Websit: <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2020/Indexen.htm>.

Kuanhong M. *Siniperca chuatsi*. Cultured Aquatic Species Information Programme / Fisheries and Aquaculture Division. Rome: FAO, 2006. Websit: https://www.fao.org/fishery/en/culturedspecies/siniperca_chuatsi/en/2006/05/30.

Liang, X. F., Liu, J. K. & Huang, B. Y. // The role of sense organs in the feeding behavior of Chinese perch // J. Fish. Biology, 1998. – V. 52. – P. 1058-1067.

Liang Xu-Fang, Xiaotao Lin, Songqing Li, Jian-Kang Liu. Impact of environmental and innate factors on the food habit of Chinese perch *Siniperca chuatsi* (Basilewsky) (Percichthyidae) // Aquaculture Research. – 2008. – Vol. 39, No. 2. – P. 150-157.

Rachek E.I. Cultivation of fingerlings of Chinese mandarin fish *Siniperca chuatsi* in a warm-water farm of the Russian Far East. // International Conference «Scientific research of the SCO countries: synergy and integration» – Reports in English (March 31, 2022. Beijing, PRC) Beijing, China – 2022. – P. 8-17. ISBN 978-5-905695-82-7, DOI 10.34660/INF.2022.94.86.001.

Wei Li, Mingli Lin, Shaowen Ye, Jiashou Liu, Rodolphe E. Gozlan, Zhongjie Li, Tanglin Zhang. Comparative growth, feeding and reproduction of hatchery-reared and wild mandarin fish *Siniperca chuatsi* in a shallow Yangtze Lake, China // Aquaculture environment interactions. – 2021. – Vol. 13. – P. 413-423.

BREEDING OF CHINESE PERCH (*Siniperca chuatsi*) INDER THE CONDITIONS OF A FULL-SYSTEM WARM-WATER FARM

E.I. Rachek

Pacific branch of VNIRO («TINRO»)

E-mail: evgeniy.rachek@tinro-center.ru

Abstract. In the cages of the warm-water farm in the south of the Far East of Russia, a broodstock of Chinese perch-auha was formed, represented by individuals weighing from 3.3 to 7.0 kg. The average fertility of females is 220 thousand eggs, the yield of larvae from eggs is 75%. For 25 days of cultivation in direct-flow tanks at a temperature of 24-30 ° C and feeding with larvae of carp fish, juveniles reach 1.7 g with a survival rate of 45%. With further keeping in ponds under polyculture conditions, and then in cages, fingerlings grow up to 140 g by the beginning of wintering. The average weight of small and large two-year-olds when feeding live low-value fish is 355-535 g, respectively, with a maximum of 930 g. Attempts to accustom the perch to artificial feeds did not have an effect.

Keywords: perch-auha, spawners, spawning, tanks, ponds, cages, fingerlings, two-year-olds, growth, feed costs.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ АКВАКУЛЬТУРЫ РАКООБРАЗНЫХ В РОССИИ

Н.П. Ковачева, А.В. Жигин, Р.Р. Борисов, И.Н. Никонова

ФГБНУ «ВНИРО»

E-mail: kovatcheva@vniro.ru

Один из путей расширения видового состава аквакультуры - разведение и выращивание ракообразных, как для целей пополнения естественных популяций (например, камчатский краб, нативные виды речных раков), так и для получения товарной продукции (речные раки, гигантская пресноводная креветка, австралийский красноклешневый рак, белоногая креветка). Объем товарного выращивания ракообразных в России за 2020 год составляет 71 тонну, в том числе 31 тонна раков и 40 тонн креветок. Отдел аквакультуры беспозвоночных ФГБНУ «ВНИРО» проводит системные научные исследования по разведению и выращиванию ракообразных в нашей стране.

Ключевые слова: аквакультура ракообразных, речные раки, камчатский краб, гигантская пресноводная креветка, австралийский красноклешневый рак, белоногая креветка, мохнаторукий краб, травяная креветка.

В ближайшие годы развитие аквакультуры в нашей стране планируется осуществлять в рамках общей «Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года» [Стратегия..., 2019], которая предусматривает увеличение объема производства товарной аквакультуры до 618 тыс. т. При этом одна из задач, которая стоит перед отраслью, не просто нарастить количественные показатели, но и добиться изменения видового состава выращиваемых объектов и более активно использовать индустриальные методы.

Одним из путей расширения видового состава аквакультуры может являться разведение ракообразных – группы гидробионтов, технологии выращивания которых в искусственных условиях находятся на стадии непрерывного совершенствования, а спектр их видов в мировой аквакультуре постоянно расширяется. В частности, доля десятиногих ракообразных в общем производстве аквакультуры составляет около 23% [FAO Fishstat Plus, 2017]. В 2012 г. показатели производства десятиногих ракообразных методами аквакультуры превысили вылов из естественных водоемов (рисунок 1). Разрыв продолжает увеличиваться, и в 2019 г. методами аквакультуры выращено уже 10,5 млн т десятиногих ракообразных, что на 4,4 млн т больше вылова из естественных водоемов [Мировое производство..., 2019].

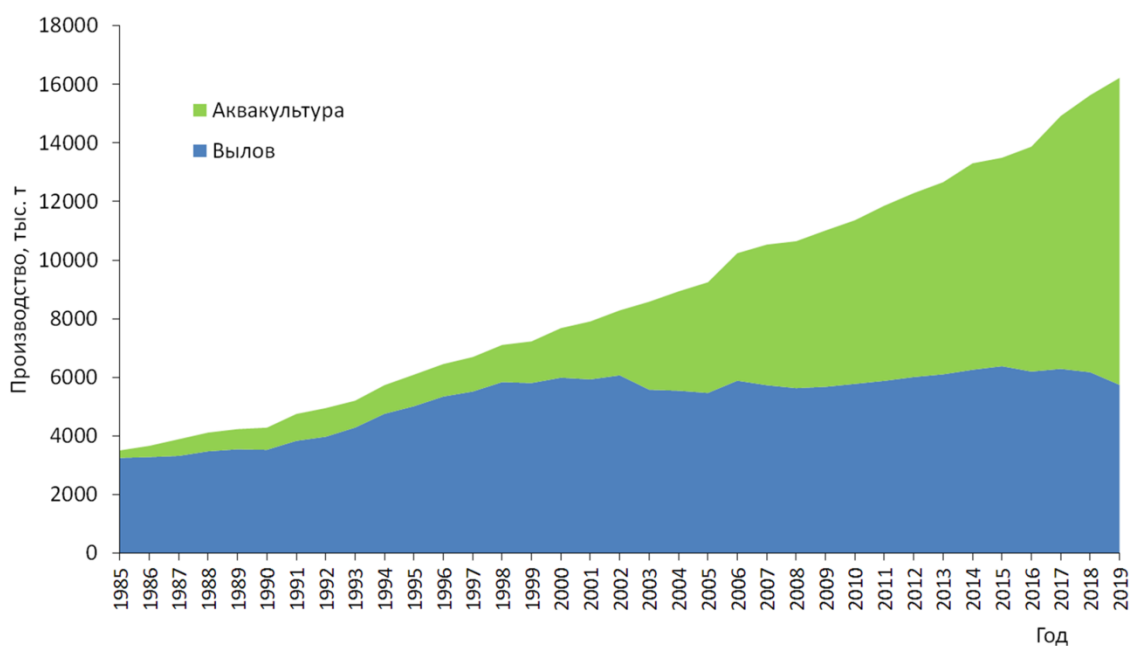


Рисунок 1 – Динамика мировых объемов вылова и аквакультуры десятиногих ракообразных

Если говорить об аквакультуре ракообразных в нашей стране, то следует признать, что она находится в зачаточном состоянии, не смотря на имеющиеся определенные научные достижения в этом направлении. Объем производства продукции аквакультуры ракообразных в России по официальным статистическим данным за 2020 г. составляет 71 т, в том числе 31 т раков и 40 т креветок. При этом видовой состав ракообразных не приводится [Статистические сведения..., 2021].

В настоящее время отдел аквакультуры беспозвоночных ФГБНУ «ВНИРО» проводит системные научные исследования по разведению и выращиванию беспозвоночных (в том числе ракообразных) в нашей стране. Одно из направлений деятельности отдела – разработка предложений перспективного развития аквакультуры беспозвоночных в Российской Федерации с целью активизации научного и практического развития их культивирования для восстановления численности естественных популяций нативных видов и расширения ассортимента ценной товарной продукции аквакультуры, в рамках которого необходимо решение целого круга задач:

1. Сбор, обобщение и анализ материалов мировой и отечественной информации по аквакультуре беспозвоночных;
2. Сбор, обобщение и анализ предложений и информации филиалов ВНИРО о возможностях развития направления аквакультуры беспозвоночных;
3. Выявление новых перспективных объектов разведения беспозвоночных (включая кормовые организмы);
4. Зонирование территории России по эколого-климатическим условиям и возможным направлениям аквакультуры беспозвоночных;

5. Научно-методическое и практическое взаимодействие с филиалами ВНИРО по проведению перспективных научных исследований аквакультуры беспозвоночных;

6. Совершенствование и актуализация существующих технологий культивирования беспозвоночных с учетом современных тенденций развития материально-технического оснащения мировой аквакультуры;

7. Разработка методов транспортировки и длительного содержания товарных особей беспозвоночных перед реализацией в искусственных условиях;

8. Научно-методическое и практическое взаимодействие по внедрению разработок с предприятиями аквакультуры.

При этом в научно-практической деятельности особое внимание уделяется изучению онтогенетического развития, функциональной морфологии видов, физиологических и этологических аспектов, в том числе с применением индустриальных методов содержания, в частности в УЗВ.

На протяжении многих десятилетий исследования в области аквакультуры ракообразных в СССР и России были направлены на исследование аборигенных речных видов раков, главным образом широкопалого *Astacus astacus* и длиннопалого *Pontastacus leptodactylus*. Этой проблеме посвящены работы многих исследователей: И.В. Кучина, К.Н. Будникова, С.Я. Бродского, Я.М. Цукерзиса, Е.В. Колмыкова, В.П. Федотова, О.Я. Мицкевич, Н.Я. Черкашиной, Е.Н. Александровой и других.

Однако на сегодняшний день потребности рынка России в живых речных раках практически полностью покрываются за счет их вылова в естественных водоемах нашей страны и стран Таможенного союза.

Во внутренних водоемах России в 2021 г. официально разрешено осуществлять промышленную добычу речных раков в объеме около 400 т, наибольшее количество в Саратовской области, Алтайском крае, и Новосибирской области (таблица 1). При этом значительная часть этих запасов сформирована в результате акклиматизации речных раков в водоемах новых для них регионов [Борисов, 2016].

Проблема восстановления, сохранения и поддержания численности естественных популяций речных раков в нашей стране для многих рыбохозяйственных водоемов является достаточно актуальной. При этом системных научных исследований по мониторингу выживаемости выпускаемой молоди в природных водных объектах и эффективности искусственного воспроизводства для определения коэффициентов промыслового возврата речных раков не проводилось.

В настоящее время деятельность в свете аквакультуры речных раков представлена отдельными локальными проектами по искусственному воспроизводству естественных популяций, например, в Волгоградском водохранилище или в Ленинградской области. Ведется работа по созданию ракоразводного питомника в рамках реконструкции научного центра

аквакультуры «Взморье» Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»).

Таблица 1 – Разрешенные объемы вылова речных раков в России в 2021 г.

Регион	Разрешённый объем вылова, т
Саратовская область	176,0
Алтайский край	41,3
Новосибирская область	41,0
Самарская область	28,0
Ростовская область	23,43
Астраханская область	21,9
Псковская область	14,0
Нижегородская область	11,9
Волгоградская область	9,6
Республика Башкортостан	8,0
Республика Марий Эл	6,1
Оренбургская область	5,0
Ульяновская область	3,0
Другие регионы	5,42
ИТОГО	394,65

В 20-е годы XX века в связи с резким уменьшением запасов камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) в бассейне северной части Тихого океана были начаты исследования биологических основ его воспроизводства в искусственных условиях. Одним из направлений работ по расширению возможностей промысла камчатского краба являлась акклиматизация в Баренцевом море, в связи, с чем проводилось изучение влияния основных факторов среды на особей этого вида на всех этапах онтогенеза [Marukawa, 1933; Закс, 1936; Казаев, 1995; Казаев, Плечкова, 1996; Орлов, 1962 и др.].

Перевозка взрослых особей камчатского краба с Дальнего Востока на Баренцево море впервые успешно осуществлена в 1960 г. (Напомним, что акклиматизация – является одним из методов осуществления аквакультуры). К настоящему времени в Баренцевом и Норвежском морях сформировалась новая самовоспроизводящаяся популяция. Последние шесть лет биомасса промыслового запаса стабильна и варьирует в пределах 170-220 тыс. т, а рекомендованный объем общего допустимого улова (ОДУ) камчатского краба в Баренцевом море в российской исключительной экономической зоне (ИЭЗ) составляет около 2,5 млн экз.

Однако примером депрессивного состояния природных популяций может служить величина запасов камчатского краба, которые постоянно подвергаются интенсивной эксплуатации в некоторых зонах Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна. В этой связи с 2000 г. во ВНИРО были начаты системные работы по разработке методов воспроизводства этого вида в

искусственных условиях в бассейнах, как с замкнутым, так и проточным водоснабжением. В результате проведения многолетних исследований нами разработана технология искусственного воспроизводства камчатского краба, схема которой приведена на рисунке 2.

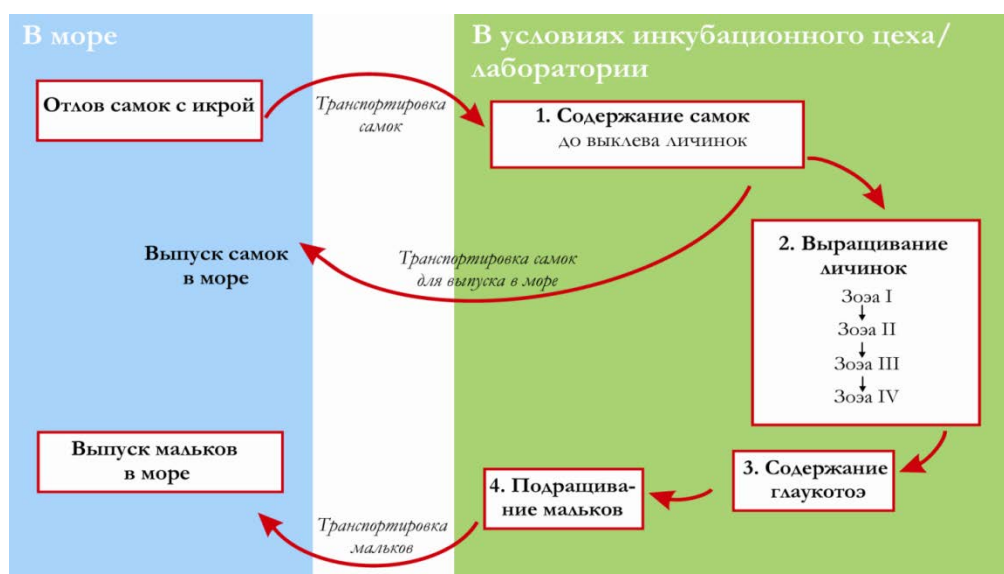


Рисунок 2 – Основные этапы искусственного воспроизводства камчатского краба заводским способом [Ковачева и др., 2022]

В разработанном методе заводского культивирования крабов выделяется несколько этапов:

- отлов и доставка икряных самок в бассейновый комплекс;
- содержание икряных самок до вылупления личинок и перенос вылупившихся личинок в выростные личиночные ёмкости;
- выращивание личинок до зона IV и их подготовка к оседанию на субстрат;
- содержание глаукотоз до превращения в мальков;
- подращивание мальков до ширины карапакса 3 мм;
- выпуск мальков в море.

Результаты проделанной работы также отражены в недавно выпущенной нами монографии [Ковачева и др., 2022].

Достаточно активно на сегодняшний день в нашей стране ведутся работы с теплолюбивыми завозимыми видами, скорость роста которых в 2-3 раза выше нативных видов. Поскольку теплолюбивые виды не переносят зимних температур - опасность их бесконтрольного распространения в естественных водоемах полностью исключена.

Отрабатывались технологии выращивания гигантской пресноводной креветки (*Macrobrachium rosenbergii*) в условиях теплых вод, в прудах Астраханской области и в установках с замкнутым водоиспользованием. На сегодняшний день можно сказать, что полносистемное выращивание этого вида

отработано как при выращивании в УЗВ, так и комбинированным методом [Ковачева, 2008; Ковачева и др., 2015].

В последние годы на территории России в качестве объекта аквакультуры появился австралийский красноклешневый рак *Cherax quadricarinatus*. По сравнению со многими другими ракообразными австралийский красноклешневый рак характеризуется высокой скоростью роста, неприхотливостью к условиям содержания, а самое главное – относительно низкими агрессивностью и проявлением каннибализма. При этом продуктивный потенциал вида как нового ресурса аквакультуры в настоящее время раскрыт далеко не в полной мере. Работы по отработке его выращивания в условиях юга России с использованием комбинированной технологии в бассейнах и прудах ведут в Астраханской области [Лагуткина, Пономарев, 2010]. Объем выращивания этого рака пока держится примерно на одном уровне – 5 т в год. Отработка полноциклового товарного выращивания этого рака в УЗВ интенсивно ведется в отделе аквакультуры беспозвоночных ВНИРО [Жигин и др., 2017].

Одним из наиболее популярных и перспективных объектов мировой аквакультуры является белоногая креветка (*Penaeus vannamei*). По данным ФАО объем производства этого вида в мире достиг в 2015 г. 3 879 тыс. т, что составляет более 50% от общего количества выращенных в искусственных условиях десятиногих ракообразных и продолжает расти (рисунок 3). В 2019 г. в аквакультуре было получено уже 5 446 тыс. т белоногой креветки, которая заняла 4 место в мире по объему выращивания среди всех объектов аквакультуры [Мировое производство..., 2019].

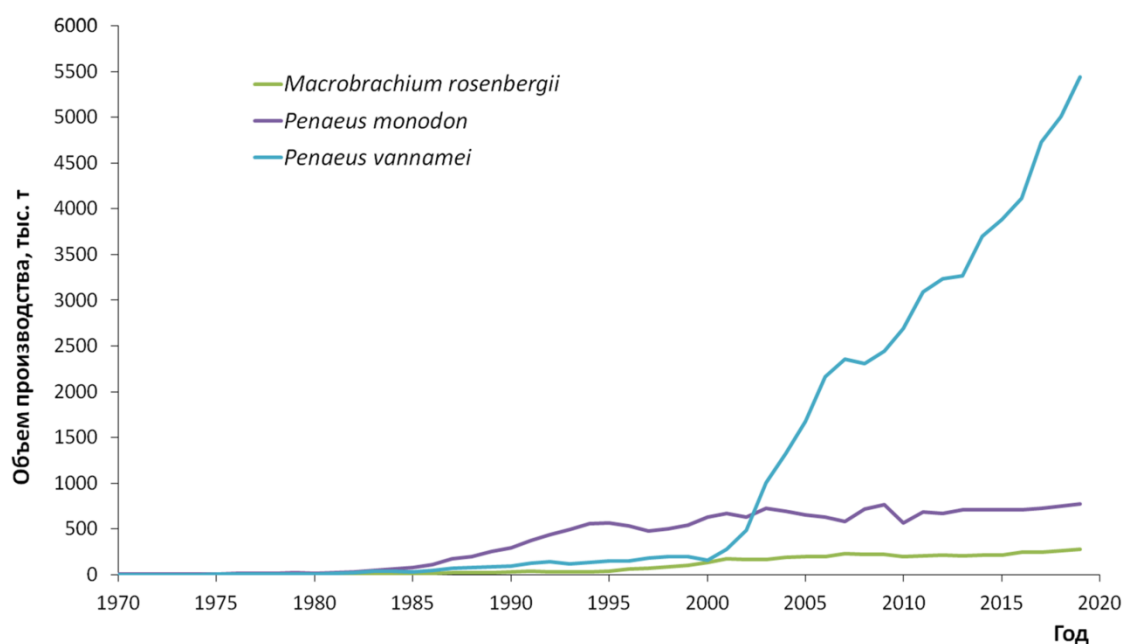


Рисунок 3 – Динамика объемов производства основных выращиваемых видов креветок в мировой аквакультуре

В последние десятилетия искусственное производство белоногой креветки в мире демонстрирует устойчивый рост, тогда как объемы аквакультуры других видов креветок практически не меняются. Одной из главных причин такого роста производства также являются относительно невысокие агрессивность и проявление каннибализма, что позволяет получать сравнительно высокую продуктивность с единицы площади водоемов или объема бассейнов.

Обобщение и анализ литературных данных [Wyban, Sweeney, 1991; Treese, 2000] по культивированию белоногой креветки в установках с замкнутым водоиспользованием (УЗВ) позволили нам сформулировать основные требования к параметрам водной среды (таблица 2) и некоторым технологическим особенностям.

Таблица 2 – Обобщенные рекомендуемые параметры для культивирования белоногой креветки в УЗВ

Показатель	Рекомендуемый диапазон
Температура, °C	27-32
Растворенный кислород, мг/л	5,0-9,0
pH	7,0-8,5
Соленость, ‰	10-25
Общая жесткость, мг/л	≥ 150
Кальциевая жесткость, мг/л	≥ 100
Магниевая жесткость, мг/л	≥ 50
Общая щелочность, мг/л	≥ 100
Общий аммоний, мг/л:	
при солености 1 ‰	<0,54
при солености 3 ‰	<1,45
при солености 30-35 ‰	< 3,95
Нитриты, мг/л:	
при солености 1 ‰	<0,32
при солености 3 ‰	<0,53
при солености 30-35 ‰	<1,00
Нитраты, мг/л:	
при солености 3 ‰	<45
при солености 30-35 ‰	<232

Развитие аквакультуры белоногой креветки в России находится на начальном этапе. Только недавно начали функционировать несколько бассейновых комплексов с замкнутой системой водоиспользования в средней полосе России, в Санкт-Петербурге и полносистемное креветочное хозяйство в Республике Крым. Климатические условия России не подходят для

круглогодичного культивирования этого теплолюбивого вида в открытых водоемах. Кроме того, для их выращивания требуется солоноватая водная среда. Оба этих фактора и делает актуальным выращивание креветки в рециркуляционных установках, что существенно расширяет диапазон возможного расположения хозяйств по выращиванию вида [Борисов и др., 2021].

Ранее нами уже проводились специальные исследования по зависимости трофической и двигательной активности молоди от температуры воды, потреблению кислорода, а также выявлению пороговой температуры культивирования белоногой креветки в УЗВ [Ковачева и др., 2018, 2020; Жигин и др., 2019].

При выращивании гидробионтов в УЗВ важным параметром является показатель выделения ими аммонийного азота. Полученные нами данные могут быть использованы для расчета параметров биологической очистки воды в УЗВ [Тырин и др., 2019; Ковачева и др., 2021].

Другим важным технологическим аспектом выращивания белоногой креветки является соленость водной среды. При эксплуатации УЗВ, расположенной вдали от естественных источников морской воды с использованием искусственной морской соли, этот фактор приобретает особое экономическое значение. В этой связи представляется целесообразным найти минимально возможный уровень солености, при котором сохраняется допустимая с точки зрения эффективности выращивания скорость роста и выживаемость особей.

Результаты наших экспериментов продемонстрировали принципиальную возможность культивирования белоногой креветки при существенном снижении солености ниже оптимальных значений. Вместе с тем наилучшие результаты по скорости роста и выживаемости были достигнуты при солености 12-14‰, что находится в зоне оптимальных значений, приводимых многими авторами [Ковачева и др., 2018; Борисов и др., 2021].

В целом полученные результаты экспериментального культивирования белоногой креветки, выполненные в аквариальном комплексе отдела аквакультуры беспозвоночных ФГБНУ «ВНИРО», продемонстрировали потенциальную возможность промышленного выращивания вида в условиях УЗВ. Скорость прироста линейных размеров и массы особей оказались достаточно высокие, что позволяет характеризовать белоногую креветку как перспективный объект для индустриальной аквакультуры [Ковачева и др., 2018; Жигин и др., 2019]. При этом крайне важна экономическая оценка возможности выращивания этого вида в условиях каждого конкретного проекта.

Все чаще представители рыбохозяйственного бизнеса Дальнего Востока стали выражать заинтересованность в создании биотехники выращивания мохнаторукого японского краба.

В искусственных условиях УЗВ сотрудниками отдела аквакультуры беспозвоночных исследованы различные этапы онтогенеза японского мохнаторукого краба *Eriocheir japonica* [Борисов и др., 2017]. Первые случаи

спаривания отмечены при температуре воды 7-8°C, а откладка икры при 10°C. Продолжительность эмбрионального развития составила около 42 суток (565-580 градусо-дней), личиночного развития при температуре 20°C 19-21 сутки (380-420 градусо-дней), стадии мегалопы 9-14 суток (180-280 градусо-дней). При использовании науплиев артемии выживаемость до третьей личиночной стадии составила более 50%. Исследование скорости роста молоди *E. japonica* при содержании в пресной и морской воде (25‰) показало, что солёность воды не оказывает существенного влияния на скорость роста и величину прироста за линьку. Эксперименты, выполненные с взрослыми особями, продемонстрировали, что крабы *E. japonica* приспособлены переносить длительное пребывание вне воды. При температуре 5-8°C крабы могли находиться вне воды более 16 суток. Полученные данные позволяют заключить, что японский мохнаторукий краб является перспективным объектом для аквакультуры.

Сравнение особенностей развития ранних стадий японского и китайского мохнаторуких крабов *Eriocheir sinensis* показывает, что эти два вида очень близки между собой. В связи с этим в качестве основы при разработке биотехники культивирования *E. japonica* может быть использован опыт выращивания *E. sinensis* в Китае. Имеющиеся технологии должны быть модифицированы с учётом климатических условий Приморья и особенностей *E. japonica*, ареал которого охватывает более северные регионы.

Другим объектом, привлекающим внимание предпринимателей Дальнего Востока, является креветка травяной чилим *Pandalus latirostris*. В этой связи была проведена оценка потенциала этого вида в качестве объекта аквакультуры. Определены морфологические и поведенческие отличия первых стадий развития. Исследовательские работы показали возможность получения молоди креветки *P. latirostris* в искусственных условиях с использованием в качестве корма науплиев *Artemia* sp. Отработан метод транспортировки креветок без воды, позволяющий осуществлять их перевозку в живом виде на значительные расстояния. Исследованы темпы роста, продолжительность стадий и межличиночных периодов; осуществлён подбор кормов для личинок и молоди. Подтверждены полученные ранее данные о возможности длительного содержания в искусственных условиях взрослых особей креветки *P. latirostris*. Все это, в совокупности с имеющимися данными о биологии вида, позволяет рассматривать травяного чилима в качестве перспективного объекта аквакультуры [Борисов и др., 2016].

В 2022 г. коллективу отдела аквакультуры беспозвоночных исполнилось 20 лет с момента образования лаборатории воспроизводства ракообразных. За это время его сотрудниками подготовлен целый ряд научно-практических изданий, которые продолжают периодически актуализироваться авторами и позволяют расширить ассортимент продукции отечественной аквакультуры с учетом тенденций к импортозамещению.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Борисов Р.Р. Современные тенденции формирования фауны десятиногих ракообразных (Decapoda) пресноводных водоемов России // Материалы докл. всерос. конф. с международным участием, посвященной 85-летию Татарского отделения ГОСНИОРХ: «Современное состояние биоресурсов внутренних водоёмов и пути их рационального использования». – Казань, 2016. – С. 166-176.

Борисов Р.Р., Ковачева Н.П., Кряхова Н.В., Никонова И.Н., Печёнкин Д.С. Содержание японского мохнаторукого краба *Eriocheir japonica* в искусственных условиях // Труды ВНИРО. – 2017. – Т. 165. – С. 101-110.

Борисов Р.Р., Ковачева Н.П., Никонова И.Н., Кряхова Н.В. Перспективы культивирования белоногой креветки *Penaeus vannamei* (Boone, 1931) в различных регионах России с учетом гидрохимических характеристик водоемов и сезонной динамики температурных показателей // Рыбное хозяйство. – 2021. – № 6. – С. 97-103.

Борисов Р.Р., Ковачева Н.П., Никонова И.Н., Печёнкин Д.С., Лузгин С.Е. Креветка травяной чилим *Pandalus latirostris* как потенциальный объект аквакультуры // Труды ВНИРО. – 2016. – Т. 161. – С. 169-180.

Жигин А.В., Борисов Р.Р., Ковачева Н.П., Загорская Д.С., Арыстангалиева В.А. Выращивание австралийского красноклешневого рака в циркуляционной установке // Рыбное хозяйство. – 2017. – № 1. – С. 61-65.

Жигин А.В., Ковачева Н.П., Борисов Р.Р., Никонова И.Н. Белоногая креветка – новый перспективный объект аквакультуры // Доклады ТСХА: Сб. статей. – Вып. 291. – Ч. V. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2019. – С. 110-114.

Закс И.Г. Биология и промысел краба (*Paralithodes*) в Приморье // Вестн. ДВФ АН СССР. – 1936. – Т. 18. – С. 49-80.

Казаев А.П. Влияние температуры воды и солености на развитие камчатского краба // Рыбное х-во, Сер. Аквакультура: информ. пакет «Аквакультура: проблемы и достижения» / – М.: ВНИЭРХ, 1995. – Вып. 3. – С. 3-22.

Казаев А.П., Плечкова Е.К. К биологии камчатского краба и акклиматизации его в водах Баренцева моря // Рыбное х-во, Сер. Аквакультура: информ. пакет «Аквакультура: проблемы и достижения» / – М.: ВНИЭРХ, 1996. – Вып. 1-2. – С. 3-17.

Ковачева Н.П. Аквакультура ракообразных отряда Decapoda: камчатский краб *Paralithodes camtschaticus* и гигантская пресноводная креветка *Macrobrachium rosenbergii*. М.: Изд-во ВНИРО, 2008. – 239 с.

Ковачева Н.П., Борисов Р.Р., Жигин А.В., Загорская Д.С., Загорский И.А., Кряхова Н.В., Лебедев Р.О., Никонова И.Н., Паршин-Чудин А.В., Печёнкин Д.С., Тырин Д.В., Чертопруд Е.С. Аквакультура камчатского краба. – М.: Изд-во ВНИРО, 2022. – 224 с.

Ковачева Н.П., Борисов Р.Р., Жигин А.В., Тырин Д.В., Загорская Д.С., Никонова И.Н. Интенсивность выделения аммонийного азота белоногой

креветкой в искусственных условиях содержания // Основы и перспективы органических биотехнологий. – 2021. – № 2. – С. 11-15.

Ковачева Н.П., Борисов Р.Р., Никонова И.Н., Кряхов Н.В., Лебедев Р.О., Чертопруд Е.С. Выращивание белоногой креветки (*Penaeus vannamei*, *Penaeidae*, *Decapoda*) в рециркуляционных установках: первый опыт экспериментального культивирования вида в России // Рыбное хозяйство. – 2018. – № 3. – С. 62-68.

Ковачева Н.П., Борисов Р.Р., Никонова И.Н., Чертопруд Е.С. Рост и развитие белоногой креветки *Penaeus vannamei* при питании разными типами комбикормов в искусственных условиях // Рыбное хозяйство. – 2020. – № 1. – С. 78-82.

Ковачева Н.П., Жигин А.В., Борисов Р.Р. Аквакультура ракообразных: современное состояние, тенденции развития // Рыбное хозяйство. – 2018. – № 2. – С. 78-83.

Ковачева Н.П., Жигин А.В., Борисов Р.Р., Кряхова Н.В., Лебедев Р.О., Паршин-Чудин А.В. Биология и культивирование гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1876) // М.: Изд-во ВНИРО, 2015. – 111 с.

Мировое производство аквакультуры 2015-2019 гг. (по материалам ФАО) – М.: ВНИРО, 2019. – 246 с.

Орлов Ю.И. О проблеме акклиматизации промысловых крабов в Баренцевом море // Тр. Всесоюзного гидробиологического общества, Москва, 1962. – Т. XII. – С. 400-409.

Статистические сведения по рыбной промышленности России – М.: ВНИРО, 2021. – 90 с.

Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года. Распоряжение Правительства РФ от 26 ноября 2019 года № 2798-р. 2019. [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/563879849>

Тырин Д.В., Загорская Д.С., Ковачева Н.П., Никонова И.Н. Интенсивность дыхания и азотистого обмена креветки *Penaeus vannamei* при содержании в искусственных условиях // Труды ВНИРО. – 2019. – Т. 175. – С. 167-174.

FAO. Fishery and Aquaculture Statistics. Global aquaculture production 1950-2015. Online: www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en. Accessed: 18 December 2017.

Marukawa H. Biological and fishery research on Japanese king crab, *Paralithodes camtschatica* (Tilesius) // Journ. Imp. Fish. Exp. Stat. – Tokyo, 1933. – № 4. – Vol. 37. – 152 p.

Treece G.D. Shrimp culture // Encycl. Aquacul. – 2000. – V. 1. – P. 806-868.
Wyban J.A., Sweeney J.N. Intensive shrimp production technology // High Health Aquaculture Inc., Hawaii. – 1991. – 158 p.

CURRENT TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF AQUACULTURE OF CRUSTACEANS IN RUSSIA

N.P. Kovatcheva, A.V. Zhigin, R.R. Borisov, I.N. Nikonova
Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography «VNIRO»
E-mail: kovatcheva@vniro.ru

Abstract. One of the ways to expand the species composition of aquaculture is the breeding and cultivation of crustaceans, both for the purpose of completion of natural populations (for example, red king crab, native types of crayfish) and for obtaining commercial products (crayfish, giant freshwater prawn, Australian red claw crayfish, white-legged shrimp). The volume of commercial cultivation of crustaceans in Russia for 2020 is 71 tons, including 31 tons of crayfish and 40 tons of prawns. The Department of Aquaculture of Invertebrates of the Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography «VNIRO» is conducting systematic scientific research on the breeding and cultivation of crustaceans in our country.

Keywords: aquaculture of crustaceans, crayfish, red king crab, giant freshwater prawn, Australian red claw crayfish, white-legged shrimp, mitten crab, grass shrimp.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФГБНУ «ВНИРО» В ОБЛАСТИ НАУЧНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО КОРМОПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ОБЪЕКТОВ АКВАКУЛЬТУРЫ

Р.В. Артемов¹, А.В. Мышкин², В.В. Гершунская¹, М.В. Арнаут¹
¹ФГБНУ «ВНИРО»

²Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО»
(«ВНИИПРХ»)

E-mail: protein@vniro.ru

В результате исследований ученых ВНИРО созданы рецепты комбикормов на основе отечественных кормовых компонентов для кормления различных объектов аквакультуры (осетровых, лососевых, сиговых рыб, беспозвоночных) с учетом их видовой, возрастной специфики и технологий выращивания. Разработанные рецепты и технологии могут быть внедрены на российских комбикормовых заводах, что будет способствовать импортозамещению и обеспечению потребности аквакультуры Российской Федерации в высокоэффективных стартовых и продукционных кормах

Ключевые слова: комбикорма для рыб, кормовые компоненты, импортозамещение, научное сопровождение кормопроизводства.

Аквакультура является одной из наиболее динамично развивающихся отраслей в Российской Федерации. За период с 2015 по 2021 гг. объем товарного рыбоводства в России увеличился в 2 раза (рисунок 1).



Рисунок 1 – Производство продукции аквакультуры в России за 2015-2021 гг.

Благодаря политике импортозамещения произошел рост объемов производства продукции из лососевых рыб в 3,5 раза с 35,4 тыс. т до 123,3 тыс. т. Если в 2015 г. на лососевые рыбы приходилось около 20 % в общей структуре российского рыбоводства, то в 2021 г. их доля составила 38,6%.

Успешное развитие индустриальной аквакультуры во многом связано с применением полноценных комбикормов, специализированных для отдельных видов рыб и технологий выращивания. До последнего времени сохранялась зависимость от импортных кормов для ценных видов рыб (рисунок 2), произведенных в Норвегии, Дании, Финляндии и ряде других европейских стран. Объемы производства кормов на действующих российских заводах составляли 25 тыс. т, что является недостаточным для удовлетворения потребностей отечественной аквакультуры, которые оцениваются на уровне 170-200 тыс. т.

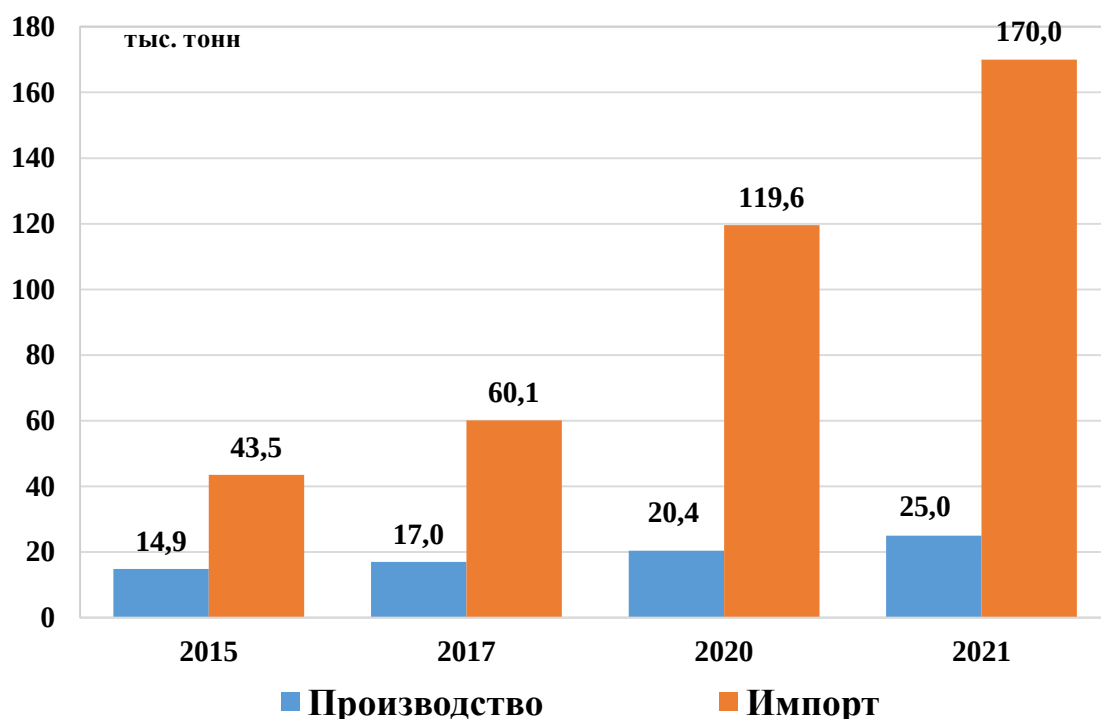


Рисунок 2 – Производство и импорт комбикормов для объектов аквакультуры в России

Существует ряд факторов, препятствующих увеличению производства комбикормов для аквакультуры в России. Во-первых, это недостаток качественных кормовых компонентов, прежде всего высокопротеиновой рыбной муки. Сотрудники ВНИРО проводили анализ кормовой рыбной муки, изготовленной в условиях промысла, который показал, что лишь в 30% случаев она соответствует требованиям производителей комбикормов для объектов аквакультуры по показателям качества (содержанию сырого протеина, золы, кислотному и перекисному числу жира) [Артемов и др., 2019].

Во-вторых, существующие заводы, производящие комбикорма для ценных объектов аквакультуры, имеют в своем арсенале ограниченный набор рецептов. Оработка новых рецептур влечет за собой колоссальный расход сырья, поскольку технологическое оборудование кормовых заводов имеет высокую производительность – 4-8 т/час и не позволяет изготавливать небольшие партии опытных комбикормов, необходимых для проведения рыбоводных испытаний. Именно в данном направлении значительно возросла роль научного сопровождения по доработке существующих и разработке новых рецептов комбикормов, обеспечивающих высокий рыбоводный эффект, сопоставимый с импортными комбикормами.

Еще одной проблемой является отсутствие квалифицированных кадров – специалистов-технологов по производству экструдированных комбикормов для аквакультуры на современном высокотехнологичном оборудовании, физиологов и нутрициологов в области кормления рыбы.

На базе ФГБНУ «ВНИРО» создан центр компетенций в области кормов и кормления объектов аквакультуры. Его основной целью является научное обеспечение импортозамещения в сфере разработки, испытаний и производства комбикормов для объектов аквакультуры. Центр состоит из отдела лабораторно-аналитических исследований, опытно-производственного участка и отделов биологических испытаний комбикормов, и объединяет творческие усилия сотрудников филиалов ВНИРО от Калининграда до Дальнего Востока. За последние пять лет специалистами создан солидный научный задел в исследованиях комбикормов для различных объектов аквакультуры.

Направления проводимых научно-исследовательских работ можно разделить на три основные группы:

1. Исследование питательной ценности и определение рекомендуемых норм ввода в рецептуры комбикормов новых кормовых компонентов, производство которых осуществляется на территории Российской Федерации.
2. Разработка конкурентоспособных рецептов комбикормов для различных объектов аквакультуры, отвечающих их физиологическим потребностям и обеспечивающих высокие темпы роста;
3. Прижизненное формирование качественных характеристик товарной рыбной продукции в результате кормления.

С 2019 г. проводятся системные исследования питательной ценности основных компонентов, используемых при производстве комбикормов для объектов аквакультуры различных видов и возрастных групп. Разработан и ежегодно пополняется собственными данными исследований «Электронный справочник по питательной ценности компонентов для кормов для объектов аквакультуры». В настоящее время содержит информацию о качественных характеристиках более 300 компонентов, в том числе свыше 100 компонентов животного происхождения, 105 компонентов растительного происхождения, 16 компонентов, являющихся продуктом микробиологического синтеза, 40 жировых компонентов, 20 кормовых добавок, а также 14 компонентов, обладающих связующими свойствами.

Для выращивания личинок и молоди осетровых рыб во ВНИИПРХ разработаны рецептуры комбикормов с заменой до 30% рыбной муки новыми отечественными белковыми компонентами: бактериальным биопротеином, дрожжевыми экстрактами и автолизатами, мукой из личинок мухи черной львинки, концентратом горохового белка. Созданы стартовые комбикорма нового поколения для личинок осетровых рыб, основанные на сочетании диспергированного белка микробиального и животного происхождения, которые обеспечили высокие показатели выживаемости и роста.

Также сотрудниками проведены исследования по использованию маннанолигосахаридов (МОС) в качестве иммуномодулирующих добавок в кормах для личинок осетровых рыб. МОС – это производные стенок дрожжевых клеток, которые выступают в качестве сорбента для патогенных бактерий, с последующим выведением из организма. В процессе исследований в базовые рецепты стартовых комбикормов для бестера были включены функциональные добавки Био-МОС и Агримос в количестве 1 %, а в качестве контроля использовали комбикорм без иммуномодулирующих добавок и коммерческий корм БиоМар. В результате рыбоводно-биологических испытаний выявлено, что применение Агримос в составе стартовых комбикормов положительно влияет на выживаемость и ростовые показатели личинки бестера (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты выращивания личинок бестера на комбикормах с маннанолигосахаридами

Шифр корма	Средняя начальная масса, г	Средняя конечная масса, г	Абсолютный прирост, г	Cw, %	Выживаемость, %	K3, ед.
КРОС-БИО	0,027±0,01	0,87±0,05	0,84	12,39	55,0	0,54
КРОС-АГРИ		0,90±0,08	0,87	12,51	60,9	0,46
КРОС-Контроль		0,79±0,09	0,76	12,05	50,0	0,58
БиоМар		0,92±0,08	0,89	12,61	46,2	0,67

В ГосНИОРХ ведутся многолетние исследования по оценке эффективности применения комбикормов с новыми кормовыми компонентами при выращивании сиговых рыб разного возраста. В составе кормов изучены бактериальная биомасса, высокобелковые заменители рыбной муки на растительной (соя) и мясной (птица) основе, фосфолипиды и растительные масла. Согласно результатам исследований личинки сига и муксуна, получавшие корма с 25-40% бактериальной биомассы значительно превышали по скорости роста и выживаемости показатели личинок, содержащихся на контрольном корме. Внесение 15-25% гаприна, а также включение фосфолипидов и льняного масла дает хорошие результаты по темпу роста и выживаемости, сходные с таковыми на импортных кормах, у молоди массой от

200 мг до 2 г [Остроумова и др., 2020]. Высокобелковые концентраты на растительной (соя) и мясной (птица) эффективно заменяют до 40 % рыбной муки в комбикормах для сеголеток и двухлеток сиговых рыб при повышенном содержании липидов в рецептурах [Лютиков и др., 2021].

Во ВНИРО проведены рыбоводные испытания и выполнена биологическая оценка эффекта применения продукционных комбикормов для сеголеток осетровых рыб с полной заменой рыбной муки на мясную. Установлено, что такая замена не влияет на рыбоводные показатели, химический состав мышечной ткани и дает положительный экономический эффект при выращивании в УЗВ [Артемов и др., 2020].

Работы ТИНРО по стартовым комбикормам для тихоокеанских лососей включали в себя разработку требований к биологически активному компоненту – рыбному ферментолизату, главному источнику низкомолекулярных пептидов в составе кормов. В 2020 году на молоди кеты проведена апробация образцов комбикормов с ферментолизатами российского производства. Получены высокие показатели по скорости роста и выживаемости, сопоставимые с результатами, достигнутыми в ходе выращивания тех же групп молоди на иностранных комбикормах [Баштовой и др., 2020].

В 2022 году в рамках координационной программы с Главрыбводом проведены масштабные испытания в условиях лососевых рыбоводных заводов стартовых комбикормов для молоди кеты. На опытно-производственном участке Филиала по пресноводному рыбному хозяйству ВНИИПРХ была изготовлена 1 тонна экструдированных стартовых комбикормов для молоди кеты (*Oncorhynchus keta*) трех фракций по трем рецептам с использованием различных источников низкомолекулярного белка, разработанным ВНИРО. Испытания проводились на лососевых рыбоводных заводах Сахалинского филиала ФГБУ «Главрыбвод» (Сокольниковский ЛРЗ, Победенский ЛРЗ и Адо-Тымовский ЛРЗ). Общее количество молоди кеты, задействованной в эксперименте составило 2 млн шт. По результатам рыбоводно-биологических испытаний экспериментальные комбикорма КРЛС 1/22 – КРЛС 3/22 сопоставимы по эффективности с контрольным коммерческим кормом (рисунок 3).

В ТИНРО на протяжении нескольких лет ведется изучение эффективности применения комбикормов на основе морских растений при выращивании молоди трепанга. Установлено, что использование комбикормов с ферментированными анфельцией и сахаринной повышает среднесуточный прирост массы тела особи трепанга и снижает величину кормового коэффициента в 1,8-2,2 раза [Кадникова и др., 2021]. Начаты испытания этих комбикормов в промышленных условиях в Научно-производственном центре аквакультуры на острове Попова.

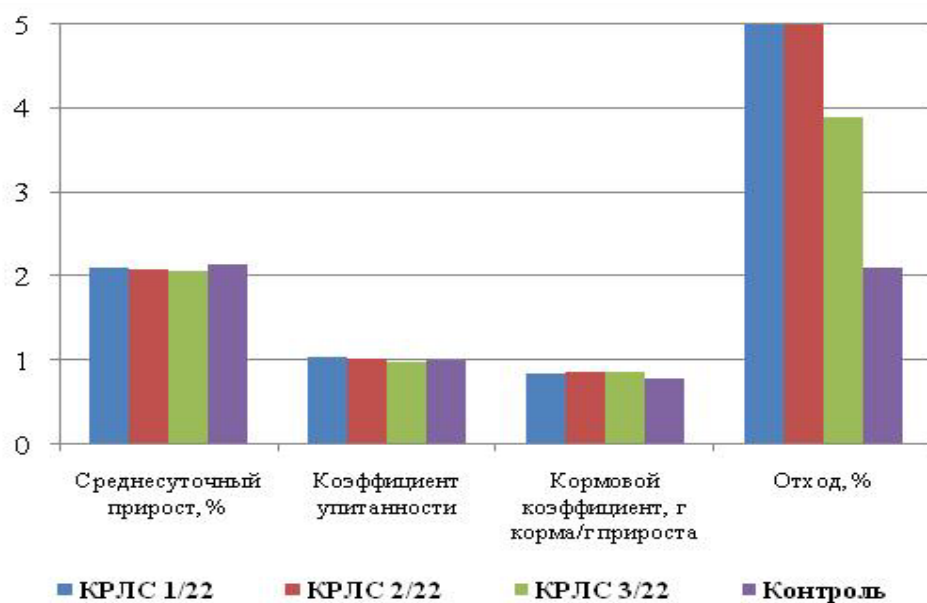


Рисунок 3 – Ростовые показатели молоди кеты на стартовых комбикормах ВНИРО

В 2020 году сотрудниками ВНИРО начата разработка рецептов комбикормов для красноклещевого рака и биологические испытания комбикормов с различным уровнем белка на молоди рака массой до 5 г, выращенной в УЗВ. Дополнительно оценивается привлекательность отдельных кормовых компонентов в составе монодиет, полученные данные будут использованы при моделировании рецептов для раков. Исследования проводят как в условиях лабораторной аквариальной установки, так и в производственных условиях на базе научно-экспериментального комплекса аквакультуры «БИОС» Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») [Анкешева и др., 2021].

Положено начало большой работе по созданию базовых рецептов для форели от личинок до товарной рыбы, на основе отечественных кормовых источников. На основании данных о жирнокислотном составе липидных компонентов разработаны рецепты продукционных комбикормов для радужной форели. В результате исследований установлено, что самые высокие ростовые показатели и выживаемость при более низких затратах комбикорма выявлены у рыб, выращиваемых на кормах без замены рыбьего жира и кормах с использованием смеси рыбьего жира, рапсового и соевого масел в соотношении 4:6:5. Замена в рецептах кормов рыбьего жира на растительные масла не оказала отрицательного влияния на химический состав мышечной ткани рыбы. Благодаря процессам элонгации и десатурации, протекающим в тканях радужной форели, включение в состав комбикормов рапсового и соевого масел не приводило к снижению количества эйкозапентаеновой и докозагексаеновой жирных кислот [Биндюков и др., 2022].

Активно ведутся исследования по подбору структурообразующих компонентов, которые будут способствовать улучшению реологических

характеристик комбикормов при использовании в УЗВ и морских садках [Артемов и др., 2021].

Таким образом, на сегодняшний день ВНИРО в своем активе имеет конкурентоспособные рецептуры стартовых и продукционных комбикормов для осетровых, сиговых, лососевых рыб и беспозвоночных на основе отечественных кормовых источников. Полученные результаты работ требуют минимальной адаптации к конкретным условиям современных комбикормовых заводов и товарных рыбоводных хозяйств, а значит, могут быть оперативно внедрены в производство. Сотрудничество с учеными при разработке, корректировке, физиологической оценке рецептов и проведении биологических испытаний дает возможность российским комбикормовым заводам обеспечить решение проблемы импортозамещения кормов для отечественной аквакультуры.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Анкешева Б.М., Бедрицкая И.Н., Пятикопова О.В. Апробация экспериментального корма для молоди австралийского красноклешневого рака// Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2021. – № 1(180). – С. 70-79.

Артемов Р., Арнаутов М., Гершунская В., Бурлаченко И., Суховер К., Ежкин М. Эффективность белковых компонентов в комбикормах для молоди осетровых рыб// Комбикорма. – 2020. – № 12. – С. 39-42.

Артемов Р.В., Бочкарев А.И., Арнаутов М.В., Гершунская В.В. Использование связующих веществ в производстве комбикормов для объектов аквакультуры // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2021. – № 11(190). – С. 54-65.

Артемов Р.В., Бурлаченко И.В., Бочкарев А.И., Баскакова Ю.А. 2019. О путях повышения качества кормовой рыбной муки для нужд аквакультуры в Российской Федерации// Труды ВНИРО. – Т. 176. – С. 153-159.

Баштовой А.Н., Тимчишина Г.Н., Ярочкин А.П., Павелъ К.Г., Пасечник П.Л. Оценка качества и эффективности применения экспериментальных стартовых комбикормов в условиях «Рязановского ЭПРЗ»// Рыбное хозяйство. – 2020. – № 6. – С. 85–91.

Биндюков С. В., Бурлаченко И. В., Баскакова Ю. А., Артемов Р.В, Арнаутов М.В, Новоселова Ю.А., Гершунская В.В. Опыт замены рыбьего жира растительными маслами в комбикормах для радужной форели// Труды ВНИРО. – 2022. – Т. 187. – С. 138-148.

Кадникова И.А., Аминина Н.М., Якуш Е.В. Комбикорма для индустриального выращивания молоди трепанга *Apostichopus japonicus* (Selenka)// Рыбное хозяйство. – 2021. – № 2. – С.5-8.

Лютиков А.А., Шумилина А.К., Вылка М.М. Опыт замены рыбной муки и рыбьего жира на растительные протеины и масло в стартовых кормах для сиговых рыб// Известия КГТУ. – 2021. – № 60. – С. 32-43.

Остроумова И.Н., Костюничев В.В., Лютиков А.А., Шумилина А.К., Вылка М.М. Эффективность использования в стартовых и продукционных

кормах сиговых рыб микробных продуктов разного состава, культивируемых на природном газе// Рыбоводство. – 2020. – № 3-4. – С. 50-53.

INVESTIGATION OF COMMERCIAL BINDERS APPLICATION IN THE PRODUCTION OF STARTER FISH FEED

R.V. Artemov¹, A.V. Myshkin², A.I. Bochkarev¹, M.V. Arnautov¹

¹*Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography «VNIRO»*

²*Branch for the Freshwater Fisheries of VNIRO («VNIIPRKh»)*

Abstract. As a result of VNIRO scientists research, recipes for compound feeds based on domestic feed components for feeding various aquaculture objects (sturgeon, salmon, whitefish, invertebrates) have been created, taking into account their species, age specifics and cultivation technologies. The developed diets and technologies can be implemented at Russian feed mills, thus contributing to import substitution and meet the needs of the Russian Federation aquaculture in highly effective starter and production feeds.

Keywords: compound fish feed, feed components, import substitution, scientific support of feed production.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СУДАКОВ *SANDER LUCIOPERCA* ИЗ ПРУДОВ, ОЗЕРА И ВЫРАЩЕННЫХ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

А. А. Лютиков, А.Е. Королев
Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО»
(«ГосНИОРХ им. Л.С. Берга»)
E-mail: tokmo@mail.ru

На основании морфометрического и морфологического анализов трехлеток судака из различных мест содержания/обитания были получены достоверные различия, позволяющие точно классифицировать исследованных рыб как заводских, диких (обитающих в озере) и прудовых. Основными признаками, внесшими вклад в классификацию рыб по группам среди морфометрических параметров, явились длина нижней челюсти, рыла и показатель наименьшей высоты тела, среди морфологических – индексы полостного жира, печени и желудочно-кишечного тракта (ЖКТ). Несомненно, на изменчивость морфометрических и морфологических показателей у рыб влияет среда обитания и тип питания.

Ключевые слова: судак, морфометрия, морфология, аквакультура, пруды, дикие особи.

ВВЕДЕНИЕ

Судак *Sander lucioperca* – ценный промысловый вид и перспективный объект аквакультуры. Снижение численности судака в естественных водоемах Северо-Запада России послужило основанием для проведения исследований по разработке технологии создания и эксплуатации ремонтно-маточного стада этого вида в Ленинградской области (Государственного задания – тема № 31.3 от 2021 г.).

Использование аквакультурных стад с целью воспроизводства природных запасов требует детального подхода к изучению качественных характеристик рыб-производителей. Ранее мы отмечали достоверные отличия у двухгодовиков судака, выращенных в прудах на естественной пище и садках на искусственных кормах, в размерно-массовых, химических, гематологических и гистофизиологических параметрах [Лютиков и др., 2022]. В настоящей работе будут приведены результаты исследования морфофизиологических показателей трехлеток судака из аквакультуры (садки промышленного хозяйства и пруды) и естественного водоема.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследования явились трехлетки судака, выращенные в садках рыбоводного хозяйства ООО «Форват» (оз. Суходольское, Приозерский р-н, Ленинградской обл.), прудах крестьянского прудового рыбоводного хозяйства К.А. Аверченкова (Приозерский р-н, Ленинградская обл.), а также выловленные из оз. Суходольское – естественного места обитания.

В садках рыба получала искусственные экструдированные продукционные корма Raisio Royal Hercules (Финляндия), в прудах – питалась естественным кормом и молодью карповых рыб (каarp *Cyprinus carpio*, плотва *Rutilus rutilus*), специально посаженной для подкормки хищника.

Отлов рыб из садков и прудов проводили 25 и 26 октября, соответственно, диких рыб – с 4 по 10 октября 2021 г. Количество рыб в каждой исследованной группе составляло 10 экз. Морфометрические и морфологические признаки определяли согласно общепринятой схеме измерений окуневых рыб [Правдин, 1966], индексы внутренних органов (печени, гонад, сердца, селезенки, ЖКТ) и полостного жира определяли как процентное отношение их массы к массе рыбы. Коэффициент упитанности рассчитывали как отношение массы к длине тела рыбы до конца чешуйного покрова, возведенной в куб.

Статистическая обработка данных была выполнена с помощью программного пакета Statistica 6.0. В таблицах приведены среднеарифметические значения (M), стандартная ошибка среднего (m), коэффициент вариабельности признака (C_v). Для определения различий между группами использовали t -критерий Стьюдента, нормальность распределения определяли по критерию Пирсона. При одновременном сравнении исследуемых параметров трех групп рыб использовали дискриминантный анализ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Морфометрические признаки

Результаты исследований показали достоверные различия между дикими и выращенными в садках трёхлетками судака по 16 из 31 морфометрическим признакам, касающихся, главным образом, относительных размеров туловища, головы, рыла, нижней челюсти и плавников (таблица 1). Аналогичное количество различающихся признаков установлено при сравнении морфометрических показателей рыб из садков и прудов, в том числе по наименьшей высоте тела, длине хвостового стебля, длине основания спинного и грудного плавников. В меньшей степени различаются между собой дикие особи и содержащиеся в прудах рыбы, значимые различия для которых определены по 8 признакам – длине рыла, заглазничному отделу головы, наименьшей высоте тела и размерам анального плавника.

Таблица 1 – Морфометрические признаки судака из различных условий обитания

Признак	Садки		Озеро		Пруд	
	М ± m	Cv, %	М ± m	Cv, %	М ± m	Cv, %
<i>ad</i> , см	26,2±0,5 ^{a, b*}	6,17	27,6±0,4 ^b	4,18	23,65±0,4 ^c	5,18
<i>m</i> , г	242,1±16,2 ^{a, b}	21,17	278,7±10,4 ^b	11,83	162,64±18,1 ^c	35,30
<i>Пластические признаки в % к длине головы (ao)</i>						
<i>lm</i>	52,80±0,59 ^a	3,52	48,41±0,69 ^{b, c}	4,51	48,91±0,81 ^c	5,21
<i>an</i>	24,15±0,31 ^{a, c}	4,03	26,96±0,57 ^b	6,73	24,54±0,31 ^c	3,93
<i>np</i>	17,96±0,69^{a, b, c}	12,15	17,01±0,33^{b, c}	6,18	16,92±0,23^c	4,35
<i>po</i>	58,46±0,47 ^{a, c*}	2,53	58,84±0,31 ^{b, c*}	1,66	60,06±0,37 ^c	1,96
<i>io</i>	16,97±0,30^{a, b*, c}	5,53	16,01±0,28^{b, c}	5,60	15,93±0,40^c	7,99
<i>a1a2</i>	44,58±0,34^{a, b, c}	2,44	45,33±0,42^{b, c}	2,95	44,57±0,34^c	2,44
<i>k1l1</i>	51,05±0,66 ^{a, c}	4,06	56,58±0,74 ^b	4,13	52,47±0,84 ^c	5,04
<i>Пластические признаки в % к длине тела (ad)</i>						
<i>ao</i>	28,11±0,20^a	2,22	29,42±0,30^{b, c}	3,25	30,01±0,37^c	3,88
<i>lm</i>	14,83±0,11 ^{a, b*, c}	2,44	14,23±0,19 ^{b, c}	4,26	14,69±0,35 ^c	7,53
<i>an</i>	6,79±0,12^a	5,62	7,93±0,16^{b, c*}	6,56	7,36±0,10^c	4,43
<i>np</i>	5,04±0,19 ^{a, b, c}	11,97	5,00±0,11 ^{b, c}	7,19	5,08±0,10 ^c	6,39
<i>po</i>	16,43±0,17^a	3,28	17,31±0,18^{b, c*}	3,33	18,03±0,25^{c*}	4,42
<i>io</i>	4,76±0,06 ^{a, b, c}	4,29	4,71±0,10 ^{b, c}	6,44	4,78±0,15 ^c	9,82
<i>a1a2</i>	10,92±0,21^a	6,13	13,33±0,15^{b, c}	3,50	13,38±0,21^c	4,96
<i>k1l1</i>	14,34±0,14^a	3,17	16,65±0,30^{b, c}	5,63	15,76±0,38^c	7,54
<i>gh</i>	21,58±0,38^{a, c*}	5,51	18,99±0,32^{b, c}	5,33	19,52±0,65^c	10,49
<i>ik</i>	7,88±0,10^{a, b}	4,13	7,89±0,09^b	3,75	8,55±0,17^c	6,20
<i>Cr</i>	13,81±1,31^{a, b*}	7,02	12,79±0,21^{b, c}	5,26	12,23±0,29^c	7,63
<i>aq</i>	32,38±0,33 ^{a, b, c}	3,18	32,81±0,29 ^{b, c}	2,76	32,43±0,56 ^c	5,45
<i>rd</i>	43,91±0,42 ^{a, b, c}	3,05	42,73±0,54 ^{b, c}	4,00	43,48±0,74 ^c	5,42
<i>fd</i>	18,86±0,22^{a, b}	3,61	17,89±0,41^{b, c}	7,24	17,19±0,36^c	6,59
<i>qs</i>	26,12±0,61 ^{a, b, c}	7,35	25,29±0,44 ^{b, c}	5,52	26,23±0,74 ^c	8,87
<i>q1s1</i>	24,38±0,26^{a, b}	3,34	23,91±0,49^{b, c}	6,54	23,17±0,31^c	4,29
<i>tu</i>	11,81±0,29^{a, c*}	7,88	13,07±0,15^{b, c}	3,60	12,92±0,29^c	7,10
<i>yy1</i>	12,45±0,60 ^{a, b, c}	15,34	13,45±0,24 ^{b, c*}	5,55	12,45±0,29 ^c	7,47
<i>ej</i>	12,82±0,19 ^{a, b*, c*}	4,77	15,08±0,28 ^b	5,97	13,50±0,22 ^c	5,19
<i>vx</i>	15,82±0,14^{a, c}	2,81	16,60±0,21^{b, c}	3,99	16,36±0,25^c	4,87
<i>zz1</i>	16,56±0,27 ^{a, b, c*}	5,18	17,14±0,27 ^{b, c}	4,90	17,61±0,33 ^c	5,96
<i>zu</i>	36,08±0,21 ^{a, b, c}	1,86	31,91±0,45	4,48	34,25±0,77	7,09

Здесь и далее – Cv – коэффициент вариации признака; значения с различными буквенными индексами имеют достоверные различия при уровне значимости $p \leq 0,05$, * – при $p \leq 0,01$; полужирным выделены признаки, имеющие достоверные отличия у сравниваемых групп рыб.

ad—длина до конца чешуйного покрова; *lm* – высота головы у затылка; *an* – длина рыла; *np* – диаметр глаза (горизонтальный); *po* – заглазничный отдел головы; *io* – ширина лба; *a1a2* – длина верхнечелюстной кости; *a1a2* – длина верхнечелюстной кости; *k1l1* – длина нижней челюсти; *ao* – длина головы; *gh* – наибольшая высота тела; *ik* – наименьшая высота тела; *Cr* – наибольшая толщина тела; *aq* – антедорсальное расстояние; *rd* – постдорсальное расстояние; *fd* – длина хвостового стебля; *qs* – длина основания ID; *q1s1* – длина основания IID; *tu* – наибольшая высота ID; *tlul* – наибольшая высота IID; *yy1* – длина основания A; *ej* – наибольшая высота A; *vx* – длина P; *zz1* – длина V; *zu* – расстояние между V и A

Морфологические признаки

Выращенные в индустриальных условиях на искусственных кормах рыбы характеризуются достоверно большими значениями индекса печени, гонад и полостного жира. Индекс ЖКТ у искусственно выращенных рыб занимает промежуточное значение между таковыми индексами у судаков из пруда и озера (таблица 2). Кроме того, садковых рыб от диких отличают относительно низкий индекс сердца и коэффициент упитанности, а от прудовых – существенно меньший индекс селезенки. Между собой озерные и прудовые рыбы достоверно различаются индексами печени и ЖКТ, которые больше у диких особей, а также индексом селезенки, имеющей большее значение у судаков из прудов.

Таблица 2 – Коэффициент упитанности и индексы внутренних органов судака из различных условий обитания, %

Признак	Садки		Озеро		Пруд	
	$M \pm m$	$Cv, \%$	$M \pm m$	$Cv, \%$	$M \pm m$	$Cv, \%$
Коэффициент упитанности	$1,25 \pm 0,01^{a, b*, c}$	3,79	$1,33 \pm 0,03^{b, c}$	6,50	$1,37 \pm 0,10^c$	21,95
Полостной жир	$8,61 \pm 0,29^a$	10,75	$1,87 \pm 0,25^{b, c}$	42,07	$2,30 \pm 0,20^c$	27,27
Печень	$3,68 \pm 0,21^a$	17,80	$1,42 \pm 0,10^b$	21,39	$1,03 \pm 0,05^c$	15,07
Сердце	$0,15 \pm 0,01^{a, b*, c}$	19,24	$0,20 \pm 0,02^{b, c}$	27,56	$0,18 \pm 0,01^c$	24,64
Селезенка	$0,09 \pm 0,01^{a, b}$	26,58	$0,11 \pm 0,01^b$	21,14	$0,16 \pm 0,01^c$	25,89
Гонады	$0,73 \pm 0,21^{a, b*, c*}$	88,82	$0,15 \pm 0,04^{b, c}$	78,87	$0,08 \pm 0,02^c$	72,58
ЖКТ	$2,82 \pm 0,14^a$	15,29	$4,29 \pm 0,40^b$	29,44	$2,17 \pm 0,08^c$	10,95

Дискриминантный анализ.

Применение дискриминантного анализа для морфометрических и морфологических параметров позволило классифицировать заводских, диких и прудовых особей судака с точностью 100%. Все три сравниваемые группы статистически достоверно различаются в пространстве дискриминантных функций – наибольший уровень значимости (p-level) составляет 0,0002 и характеризует различия между дикими и прудовыми рыбами.

Максимальные различия при идентификации принадлежности судака к определенной группе рыб по морфометрическим признакам вносят размеры нижней челюсти, длина рыла и показатель наименьшей высоты тела. Значения квадратов расстояний Махаланобиса, позволяющих судить о степени различий сравниваемых групп, имеют наибольшие значения между заводскими и дикими рыбами – 80 у.е. и заводскими и прудовыми – 51 у.е., а наименьшее – между дикими и прудовыми рыбами – 29 у.е.

Среди морфологических признаков наибольший вклад в различия между группами рыб вносят индексы полостного жира, печени и ЖКТ, что определяет увеличение значений квадратов расстояний Махаланобиса между заводскими и дикими рыбами до 191 у.е., заводскими и прудовыми – до 157 у.е. Между тем,

как и в случае с морфометрическими признаками, значение квадратов расстояний Махаланобиса при сравнении диких и прудовых рыб – наименьшее, и составляет всего 14 у.е.

Визуализация положения рассматриваемых групп судака в пространстве, оси которого образованы дискриминантными функциями, показана на рисунке. Для исследованных нами рыб характерно присутствие обособленных группировок по среде обитания, как по морфометрическим, так и по морфологическим признакам.

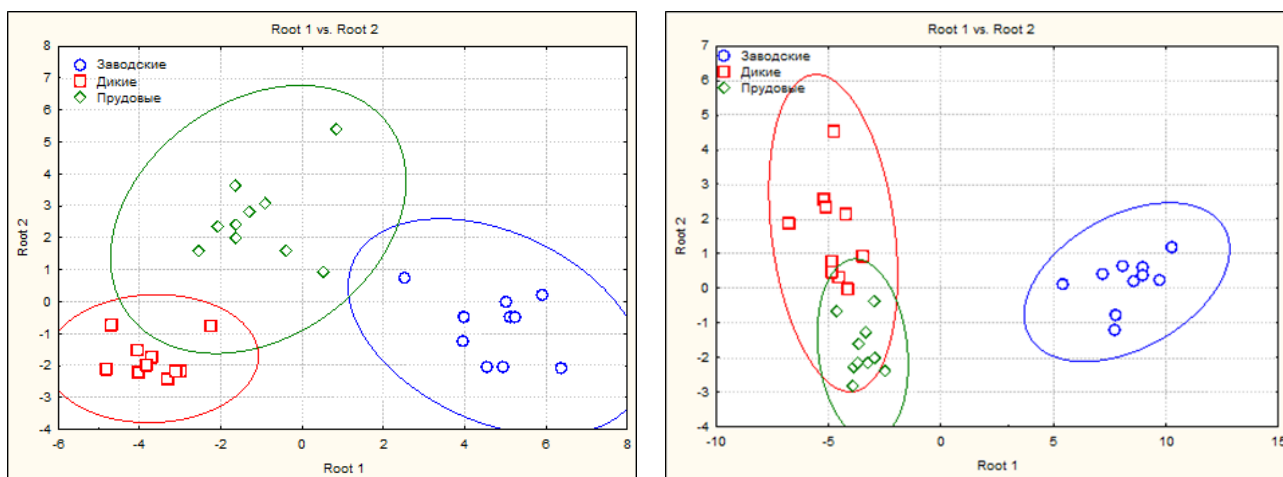


Рисунок – Диаграмма рассеивания канонических значений в пространстве признаков дискриминантной модели для классификации выделенных групп судака по морфометрическим (слева) и морфологическим (справа) показателям

Несомненно, среда обитания и тип питания влияют на изменчивость экстерьерных и интерьерных показателей у рыб. Следовательно, морфометрические и морфологические вариации, наблюдаемые у культивируемых в искусственных условиях рыб, являются ценным инструментом для описания изменений в особенностях формы. Так, у судаков в садках наблюдается изменение относительных размеров плавников, по сравнению с дикими и прудовыми особями, а также уменьшение относительной длины нижней челюсти, рыла и головы. Подобные изменения тела у заводских рыб, вероятно, связаны с меньшей двигательной активностью и отсутствием хищничества, а также с потреблением гранул искусственного корма, которые существенно меньше добычи судаков в природе. В целом, дифференциальный относительный рост частей тела, обусловленный факторами окружающей среды, является общей чертой развития рыб [Osse, 1990; Loy et al., 2001].

С низкой активностью рыб и использованием высококалорийных диет связаны также отличия морфологических показателей исследуемых групп судаков, среди которых сильно обособляются судаки, выращенные в садках (рисунок). Подобное обособление происходит за счет избыточного содержания полостного жира и высокого индекса печени, которые в среднем в 4,2 и 3,1 раза больше, соответственно, чем у диких и прудовых рыб. Накопление жира в полости тела и печени, приводящего к увеличению органа, как правило,

свойственно и другим объектам индустриальной аквакультуры [Schulz, Bódis, 2008; Kikuchi et al., 2009; Roh et al., 2020].

Другой особенностью судаков из заводских условий по сравнению с дикими особями, выступал относительно низкий индекс ЖКТ, что, предположительно, может быть также связано с особенностями диет и характера питания рыб. По мнению некоторых авторов, пища меньших размеров переваривается быстрее, чем крупных [Barrington, 1957]. Это объясняется большей площадью поверхности у более мелких кормовых организмов, доступной для пищеварительных ферментов. Таким образом, небольшой по размерам и легкодоступный для переваривания и усвоения искусственный корм в виде гранул сокращает энергозатраты аквакультурных рыб на процессы пищеварения и не способствует развитию массивного ЖКТ, в отличие от диких судаков, чьей пищей являются более сложные для переваривания кормовые объекты – рыбы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании морфометрического и морфологического анализов трехлеток судака из различных мест содержания или обитания, даже несмотря на малую выборку рыб в каждой группе, были получены достоверные различия, позволяющие точно определить к какой группе рыб они относятся – заводским, диким (обитающим в озере) или прудовым.

Основными признаками, внесшими вклад в классификацию рыб по группам среди морфометрических параметров, явились длина нижней челюсти, рыла и показатель наименьшей высоты тела, среди морфологических – индексы полостного жира, печени и ЖКТ.

Работа выполнена в рамках Государственного задания Росрыболовства – Тема № 15.2 «Разработка технологической документации для модельных хозяйств по получению молоди и товарному выращиванию рыб – перспективных объектов аквакультуры».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Лютиков А.А., Королев А.Е., Шумилина А.К., Вылка М.М., Селюков А.Г., Курдина Е.И., Баскакова Ю.А., Артемов Р.В. Физиологическое состояние годовиков и двухгодовиков судака *Sander lucioperca* после зимовки в садках и прудах // Труды Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. 2022, Вып. 98 (101). – С. 7-25.

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

Barrington E. J. W. The alimentary canal and digestion. M.E. Brown (Ed.), «The Physiology of Fishes», Vol. 1. Academic Press, New York, 1957. P. 109–161.

Kikuchi K., Furuta T., Iwata N., Onuki K., Noguchi T. Effect of dietary lipid levels on the growth, feed utilization, body composition and blood characteristics of tiger puffer *Takifugu rubripes* // Aquaculture, 2009. – Vol. 298. – P. 111-117.

Loy A., Bertelletti M., Costa C., Ferlin L., Cataudella S. Shape changes and growth trajectories in the early stages of three species of the genus *Diplodus* (Perciformes, Sparidae) // *Journal of Morphology*, 2001. – Vol. 250. – P. 24-33.

Osse J. W. M. Form changes in fish larvae in relation to changing demands of function // *Netherlands Journal of Zoology*, 1990. – Vol. 40. – P. 362-385.

Roh H., Park J., Kim A., Kim N., Lee Y., Kim B.S., Kim D.H. Overfeeding-induced obesity could cause potential immuno-physiological disorders in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) // *Animals*. – 2020. – Vol. 10. – P. 1499-1506.

Schulz C., Bódis M. Rearing and feeding management of pikeperch (*Sander lucioperca*) in intensive systems // *World Aquaculture*, 2008. – Vol. 17-21.

COMPARATIVE MORPHOMETRIC AND MORPHOLOGICAL ANALYSIS OF PIKEPERCH SANDER LUCIOPERCA FROM POND, LAKE AND GROWN IN INDUSTRIAL CONDITIONS

A. A. Lyutikov, A. E. Korolev

Saint-Petersburg branch of the «Russian Federal Research Institute of Fisheries and oceanography» («GosNIORKh named after L.S. Berg»)

E-mail: tokmo@mail.ru

Abstract. On the basis of morphometric and morphological analyzes of three-year-old pikeperch from different places of keeping/habitat, significant differences were obtained, allowing us to accurately classify the studied fish as cage, wild (living in the lake), and pond fish. Among the morphometric parameters, the main features that contributed to the classification of fish into groups were the length of the lower jaw, snout, and the indicator of the smallest body height; among the morphological parameters, the indices of abdominal fat, liver, and gastrointestinal tract (GIT). Undoubtedly, the variability of morphometric and morphological parameters in fish is influenced by the habitat and type of food.

Keywords: pike-perch, morphometry, morphology, aquaculture, ponds, wild individuals.

АНАЛИЗ ПОЛИМОРФИЗМА ДНК СТЕРЛЯДИ НА ОСНОВАНИИ МЕЖМИКРОСАТЕЛЛИТНОГО АНАЛИЗА

А.О. Валеева, Л.В. Комарова
Пермский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПермНИРО»)
E-mail: komarova@permniro.ru

Изучено генетическое разнообразие и генетическая структура 6 естественных популяций и ремонтно-маточных стад *A. ruthenus*. На общую выборку установлены высокие показатели генетического разнообразия ($P_{95}=0,896$; $H_e=0,128$; $n_e=1,474$; $R=35$). Выявлена сильная дифференциация между изученными выборками: на межпопуляционную компоненту приходится 55,4% всего генетического разнообразия. Для каждого генотипа определили вероятность его принадлежности к определенному кластеру; большинство особей могут быть отнесены к одной из исследованных популяций с апостериорной вероятностью $\geq 0,95$.

Ключевые слова: полиморфизм ДНК, естественные популяции, стерлядь, ремонтно-маточные стада, генетическое разнообразие, генетическая структура, ISSR-анализ.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящий момент сокращение биологического разнообразия в водных экосистемах является глобальной проблемой современности [Raymakes, 2006]. В связи с этим большое внимание уделяется генетической структуре природных популяций рыб с целью сохранения и поддержания их численности. Одним из распространённых видов рыб семейства осетровых является стерлядь – *Acipenser ruthenus* Linnaeus. Снижение численности их естественных популяций обусловлено строительством гидротехнических сооружений [Тимошкина и др., 2010; Побединцева, 2016] и незаконным выловом рыбы [Тимошкина, 2009]. Стерлядь находится под охраной Международной конвенции о торговле редкими и исчезающими видами животных и растений, отнесенных к категории уязвимых видов, и Международного союза охраны природы. В настоящее время некоторые популяции стерляди внесены в 13 региональных Красных книг Российской Федерации.

Для разработки программ сохранения генетических ресурсов *A. ruthenus* необходимо изучение генетического разнообразия естественных популяций и ремонтно-маточных стад этого вида. Существующие в данный момент технологии в области молекулярной генетики позволяют применять новые эффективные методы для генетических исследований осетровых рыб [Dudu et al., 2011]. Использование молекулярных маркеров является современным подходом для изучения генетического разнообразия естественных популяций и

ремонтно-маточных стад рыб, межвидовой и видовой идентификации особей, которая связана с эффективным подбором пар производителей и установлением их географического происхождения [Козлова и др., 2013].

Таким образом, целью данной работы являлось определение генетического разнообразия и генетической структуры естественных популяций и ремонтно-маточных стад *A. ruthenus* на основании полиморфизма межмикросателлитных маркеров.

Метод межмикросателлитного анализа полиморфизма ДНК (ISSR – Inter Simply Sequence Repeats) основывается на анализе анонимных межмикросателлитных последовательностях и позволяет выявить межвидовую и внутривидовую генетическую изменчивость, идентификацию видов, линий, популяций, что важно для формирования ремонтно-маточных стад. Для данного метода характерны короткие tandemные до 24 нуклеотидные повторы. Привилегия данного метода заключается в универсальности праймеров и возможности работы одновременно с большим числом локусов [Кокаева и др., 1999].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Молекулярно-генетический анализ стерляди (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, *Acipenseridae*) был проведен с 2021 по 2022 годы. Объектами для изучения генетического разнообразия являлись три естественные популяции стерляди из Приволжского федерального округа: *A.r_Vol* – из нижнего течения реки Волга Самарской области; *A.r_Pozh* – из среднего течения реки Кама Пермского края; *A.r_Bel* – из нижнего течения реки Белая Республики Башкортостан. Кроме этого, исследованы выборки из трех ремонтно-маточных стад стерляди: *A.r_K* – из Кармановского рыбноводного хозяйства Республики Башкортостан; *A.r_Sr* – из Саратовского филиала ФГБНУ «ВНИРО»; *A.r_Ah* – из рыбноводного хозяйства «ООО Тополь» Пермского края.

В каждой из изученных естественных популяциях и ремонтно-маточном стаде было исследовано по 30 особей *A. ruthenus*. Для генетического анализа отбирались фрагменты грудных плавников с последующим выпуском рыбы в водоем. Фиксация материала была проведена сразу же после взятия проб в 96% спирте. Хранение материала до выделения ДНК проводилось при температуре +4°C.

Выделение ДНК проводили по методике С. Роджерса и А. Бендиха [Rogers, Bendich, 1985]. Для проведения молекулярно-генетического анализа была выделена ДНК из тканей плавников рыб из изученных выборок стерляди. Навеска материала составляла 100 мг. Качество и концентрацию ДНК определяли на спектрофотометре «NanoDrop 2000» (Thermo Fisher Scientific, США) и выравнивали до 10 нг/мкл. Анализ полиморфизма ДНК проведен у 162 проб с шестью эффективными ISSR-праймерами, установленными ранее [Комарова и др., 2014] посредством полимеразной цепной реакции (ПЦР).

Молекулярно-генетический анализ был проведен с использованием метода межмикросателлитного анализа (ISSR – Inter Simple Sequence Repeats)

полиморфизма ДНК [Zeitkiewicz et al., 1994]. Состав реакционной смеси для ПЦР включал 2 единицы Tag-полимеразы, 2,5 мкл стандартного 10х буфера для ПЦР, 25 пМ праймера, 2,5 мМ Mg^{2+} , 0,25 мМ dNTP, а также 5 мкл матричной ДНК. ПЦР проведена с использованием термоциклера «My Cyclер» (Bio-Rad, USA) по типичной для ISSR-метода анализа полиморфизма ДНК программе: предварительная денатурация 94°C, 2 мин.; первые пять циклов 94°C, 20 сек.; t° отжига, 10 сек.; 72°C, 10 сек.; в последующих тридцати пяти циклах 94°C, 5 сек.; t отж., 5 сек.; 72°C, 5 сек. Последний цикл элонгации длился 2 мин при 72°C. Температура отжига в зависимости от G/C-состава праймеров составляла 56 или 64°C. В качестве отрицательного (К-) контроля в реакционную смесь для проверки чистоты реактивов добавляли вместо ДНК 5 мкл деионизированной воды. ПЦР повторяли не менее двух раз.

Продукты амплификации разделяли путем электрофореза в 2% агарозном геле в 1х TBE буфере. Гели окрашивали бромистым этидием и фотографировали в проходящем ультрафиолетовом свете в системе Gel-Doc XR («Bio-Rad», USA). Для определения длины фрагментов ДНК использовали маркер молекулярной массы (100 bp +1.5 + 3 Kb DNA Ladder; «ООО-СибЭнзим-М», Москва). Определение длин фрагментов проводилось с использованием программы Quantity One в системе гель-документации GelDoc XR («Bio-Rad», USA).

Для компьютерной обработки полученные данные были представлены в виде матрицы бинарных данных, в которой наличие или отсутствие в спектре одинаковых по размеру фрагментов ДНК рассматривалось как состояние 1 или 0. Полиморфизм по интенсивности не брали в расчет. Компьютерный анализ полученных данных проведен с помощью программы POPGENE1.31 [Yeh et al., 1999] и с помощью специализированного макроса GenAlEx6 для MS-Excel [Peakall, Smouse, 2006] с определением: доли (P_{95}) полиморфных локусов [Williams et al., 1990], абсолютного числа аллелей (n_a), эффективного числа аллелей (n_e) [Kimura, Crow, 1964], ожидаемой гетерозиготности (H_e) [Nei, 1987], а также числа редких аллелей (R). Для выявления структуры внутрипопуляционного разнообразия применяли показатели доли редких морф (h) [Животовский, 1980]. Генетическое расстояние между естественными популяциями, ремонтно-маточными стадами определено по формуле М. Нея и В. Ли [Nei, Li, 1979].

Анализ генетической структуры популяций и стад был проведен с использованием следующих параметров: ожидаемая доля гетерозиготных генотипов (H_T) во всей популяции, как мера общего генного разнообразия; ожидаемая доля гетерозиготных генотипов (H_S) в отдельной популяции, как мера ее внутрипопуляционного разнообразия; доля межпопуляционного генетического разнообразия в общем разнообразии или показатель подразделенности популяций (G_{ST}).

Байесовский метод анализа популяционной структуры выполняли с использованием пакета STRUCTURE 2.3.4. Оценку надежности возможных кластерных групп и их визуализацию осуществляли в программе STRUCTURE

HARVESTER [Earl, Vonholdt, 2012]. Структуру популяции рассчитывали посредством размещения исследуемых особей в наиболее вероятное число кластеров согласно алгоритму, предложенному G. Evanno с соавторами. Вероятность числа кластеров определяли в диапазоне от 2 до 8.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенного исследования у 162 рыб из шести изученных выборок *A. ruthenus* с использованием 5 эффективных праймеров выявлена высокая доля полиморфных локусов ($P_{95} = 0,896$). Наибольшая доля полиморфных локусов ($P_{95} = 1,000$) была отмечена в выборке из ремонтно-маточного стада Саратовского филиала ФГБНУ «ВНИРО» с использованием праймеров ISSR-9[(ACG)₇G)] и X9[(ACC)₆G)], а наименьшая ($P_{95} = 0,417$) – в выборке из реки Кама Пермского края с использованием праймера CR-212[(CT)₈TG)]. Ожидаемая гетерозиготность (H_E) на общую выборку *A. ruthenus* составила 0,128; абсолютное число аллелей на локус (n_a) на общую выборку равно 2,000; а эффективное число аллелей на локус всю популяцию (n_e) – 1,474. Для определения генетического разнообразия как естественных популяций, так и ремонтно-маточных стад рыб важны редкие ISSR-PCR маркеры, встречающиеся с частотой менее 5%. На общую популяцию число редких маркеров составило 35, наибольшее число редких маркеров (11) отмечено в выборке из Кармановского рыбоводного хозяйства.

Анализ параметров генетической структуры на общую выборку *A. ruthenus* показал (таблица 1), что ожидаемая доля гетерозиготных генотипов (H_T) на общую популяцию составила 0,288; а ожидаемая доля гетерозиготных генотипов на отдельную популяцию (H_S) – 0,128. Коэффициент подразделенности ($G_{ST}=0,554$) показал, что изученные выборки дифференцированы в сильной степени. Таким образом, на межпопуляционную компоненту приходится 55,4% всего генетического разнообразия изученных выборок стерляди.

Таблица 1 – Генетическая структура и дифференциация шести выборок *A. ruthenus*

ISSR-праймер / показатели	H_T	H_S	G_{ST}
ISSR-9	0,298 (0,020)	0,138 (0,007)	0,539
CR-212	0,303 (0,031)	0,109 (0,005)	0,641
CR-215	0,307 (0,024)	0,141 (0,008)	0,542
X9	0,252 (0,029)	0,125 (0,008)	0,504
X11	0,285 (0,026)	0,130 (0,008)	0,544
На общую популяцию	0,288 (0,026)	0,128 (0,007)	0,554

Примечание: H_T – доля гетерозиготных генотипов; H_S – доля гетерозиготных генотипов внутри выборки; G_{ST} – показатель подразделенности популяций; в скобках даны стандартные отклонения; ISSR-9, CR-212, CR-215, X9, X11 – обозначения праймеров

Критерий Фишера для доли полиморфных локусов составил $F=0,366 < F_{ST}=1,96$ и является ниже табличного (таблица 2). Значимые различия

ожидаемой гетерозиготности между выборкой естественных популяций и выборкой ремонтно-маточных стад недостоверны, так как $F=0,240 < F_{ST}=1,96$. Эффективное число аллелей на локус (n_e) оказалось выше в группе ремонтно-маточных стад и составило 1,501. Отличия между этим показателем (n_e) при сравнении его у исследуемых групп стерляди также недостоверны. Таким образом, отсутствие значимых различий между группой естественных популяций и ремонтно-маточных стад обусловлены систематическими выпусками молоди стерляди в естественную среду с целью восполнения водных биоресурсов.

Таблица 2 – Сравнение показателей генетического разнообразия группы природных популяций и группы ремонтно-маточных стад *A. ruthenus*

Показатели	Группа естественных популяций	Группа ремонтно-маточных стад	Значение критерия	Сравнения критерия со стандартным значением критерия $t^<>t_{ST}$
Критерий Фишера				
P_{95}	0,895	0,912	$F=0,366$	$0,366 < F_{ST}=1,96$
H_E	0,172 (0,014)	0,158 (0,012)	$F=0,240$	$0,240 < F_{ST}=1,96$

Примечание: P_{95} – доля полиморфных локусов, H_E – ожидаемая гетерозиготность

Популяционная структура разнообразия стерляди на изучаемой территории была также проанализирована с помощью программы Structure 2.2. Метод позволяет обнаружить распределение генотипов, размещая отдельные индивидуумы в наиболее вероятное число кластеров (K). Наиболее вероятное число кластеров (K), то есть объективно обособленных генетических групп в изучаемой выборке, определялось согласно алгоритму, предложенному Evanno [Earl, Vonholdt, 2012]. Вероятное число кластеров (K) равно 7 (рисунок 1). При этом одна особь из Кармановского рыбоводного хозяйства имеет генотип, отличных от шести кластеров. Рисунок 1 демонстрирует «пропорции смеси», фактически определяющие, с какой вероятностью каждый из генотипов может быть отнесен к одному из семи генетических кластеров.

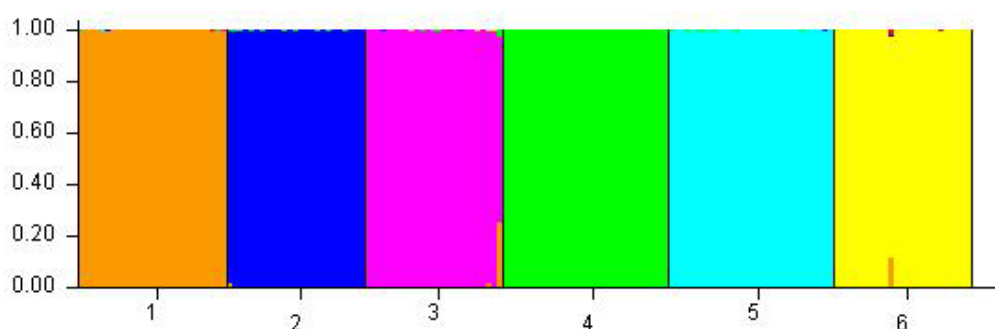


Рисунок 1 – Структура распределения генотипов из 6 выборок *A. ruthenus*; по вертикали – апостериорная вероятность, по горизонтали – обозначение популяций: 1 – *A.r_Vol*, 2 – *A.r_Pozh*, 3 – *A.r_Bel*, 4 – *A.r_Sr*, 5 – *A.r_Ah*, 6 – *A.r_K*

Однако, в популяции из рыбоводного хозяйства Карманово Республики Башкортостан (*A.r_K*) один генотип выделился в отдельный генетический кластер, не представленный в других выборках (рисунок 2).

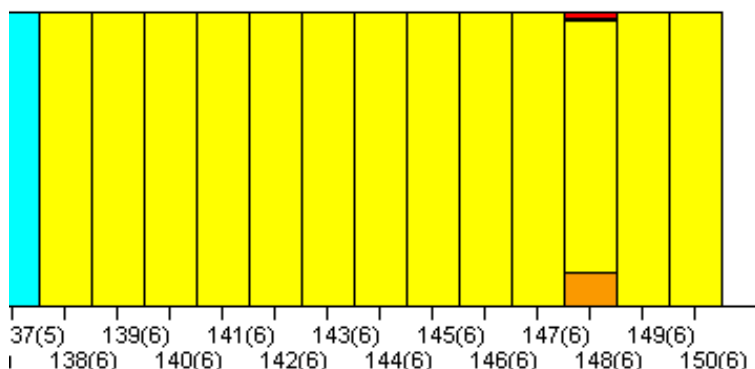


Рисунок 2 – Седьмой генетически обособленный кластер, выявленный в рыбоводном хозяйстве Карманово Республики Башкортостан (*A.r_K*)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Все исследуемые выборки хорошо дифференцируемы, генетическая структура стерляди выражена четко, большинство особей могут быть отнесены к одной из исследованных популяций с апостериорной вероятностью $\geq 0,95$, что говорит о значительном уровне дифференциации популяций и соответствует высоким показателям подразделенности популяций. Полученные данные важны для оценки состояния генофондов популяций и стад стерляди, которые позволят наиболее продуктивно производить компенсационные мероприятия и реинтродукцию данного вида, а также приблизят к пониманию вопроса генетической структуры вида.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Животовский Л.А. Показатель внутрипопуляционного разнообразия // Журн. общ. биологии. – 1980. – Т. 41. – № 6. – С. 828-836.

Козлова Н.В., Базелюк Н.Н., Файзулина Д.Р., Стоногина Е.В. Применение молекулярно-генетических исследований в аквакультуре осетровых рыб // Вест. Астраханского гос. тех. ун-та. Серия: Рыбное хозяйство. – 2013. – № 3. – С. 113-117.

Кокаева З.Г., Боброва В.К., Гостимский С.А. Использование молекулярных маркеров для анализа генома растений // Генетика. – 1999. – Т. 35. – № 11. – С. 1538-1549.

Комарова Л.В., Костицына Н.В., Боронникова С. В. Подбор ISSR-праймеров для молекулярно-генетического анализа стерляди (*Acipenser ruthenus* Linnaeus) // Сборник статей международной научно-практической конференции «Тенденции инновационных процессов в науке». – М., 2014. – С. 6-8.

Меньшиков М.И. К биологии промысловых рыб р. Иртыша и его пойменных водоемов Уватского района // Изв. Перм. ун-та. – Пермь, 1936. – Т.10. – Вып.4-5. – С. 192-193.

Побединцева М.А. Филогеография осетровых (*Acipenseridae*) в Обь-Иртышском бассейне // Ломоносов – 2016. Секция: Биология: материалы Междунар. науч. конф. – М., 2016. – С. 136.

Тимошкина Н.Н., Водолажский Д.И., Усатов А.В. Молекулярно-генетические маркеры в исследовании внутри- и межвидового полиморфизма осетровых рыб (*Acipenseriformes*) // Генетика популяций и эволюция. – 2010. – Т. 8. – № 1. – С. 12-24.

Тимошкина Н.Н. Внутривидовой генетический полиморфизм русского осетра (*Acipenser gueldenstaedti* Linnaeus): автореф. дис. канд. биол. наук. – М., 2009. – 24 с.

Dudu A., Suci R., Paraschiv M., Georgescu S.E., Costache M., Berrebi P. Nuklear markers of Danube sturgeons hybridization // Molecular Sciences. – 2011. – Vol. 12. – P. 6796-6809.

Earl D.A., Vonholdt B.M. STRUCTURE HARVESTER: a website and program for visualizing STRUCTURE output and implementing the Evanno method. // Conserv. Genet. Resour. – 2012. – N. 4(2). – P. 359-361.

Kimura M., Crow J.F. The number of alleles that can be maintained in a finite population // Genetics (US). – 1964. – Vol. 49. – P. 725-738.

Nei M. Molecular evolutionary genetics. – N.Y.: Columbia Univ. Press. 1987. – 512 p.

Nei M., Li W.-H. Mathematical model for studying genetic variation in terms restriction endonucleases // Proceedings the National Academy Sciences. – 1979. – N. 76. – P. 5269-5273.

Peakall R., Smouse P.E. GenAlEx6: Genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research // Mol. Ecol. Not. – 2006. – Vol. 6. – P. 288-295.

Raymakers C. CITES, the Convention on International Trade in Endangered Species of wild fauna and flora: its role in the conservation of *Acipenseriformes* // J. Appl. Ichthyol. – 2006. – Vol. 22. – P. 53-65.

Rogers S.O., Bendich A.J. Extraction of DNA from milligram amounts of fresh, herbarium and mummified plant tissues // Plant Molecular Biology. – 1985. Vol. 5. – N. 19. – P. 69-76.

Williams J.G., Kubelik A.R., Livak K.J., Rafalski J.A., Tingey S.V. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers // Nucl. Acids Res. – 1990. – Vol. 18. – P. 6531- 6535.

Yeh F.C. et. all. POPGENE, the Microsoft Windows-based user-friendly software for population genetic analysis of co-dominant and dominant markers and quantitative traits // Department of Renewable Resources, Univ. of Alberta, Edmonton. – 1999. – P. 238.

Zietkiewicz E., Rafalski A., Labuda D. Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR)-anchored polymerase chain reaction amplification // Genomics. – 1994. – Vol. 20. – P. 176-180.

ANALYSIS OF STERLET DNA POLYMORPHISM BASED ON INTERMICROSATELLITE ANALYSIS

A.O. Valeeva, L.V. Komarova

Perm branch of FGBNU «VNIRO» («PermNIRO»)

E-mail: komarova@permniro.ru

Abstract. The genetic diversity and genetic structure of 6 natural populations and broodstocks of *A. ruthenus* have been studied. High indicators of genetic diversity were established for the general sample ($P_{95}=0.896$; $H_e=0.128$; $n_e=1.474$; $R=35$). A strong differentiation was revealed between the studied samples: the interpopulation component accounts for 55.4% of the total genetic diversity. For each genotype, the probability of its belonging to a certain cluster was determined; most individuals can be assigned to one of the studied populations with a posteriori probability ≥ 0.95 .

Keywords: DNA polymorphism, natural populations, sterlet, broodstock, genetic diversity, genetic structure, ISSR analysis, *Acipenser ruthenus*.

РОЛЬ ГИСТОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ИЗУЧЕНИИ ГАМЕТОГЕНЕЗА ОСЕТРОВЫХ ВИДОВ РЫБ В УСЛОВИЯХ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ХОЗЯЙСТВ НА ПРИМЕРЕ СИБИРСКОГО ОСЕТРА ЛЕНСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ И СТЕРЛЯДИ ВОЛЖСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ

В.А. Илясова, Е.А. Мельченков, В.В. Калмыкова,

А.П. Воробьев, А.А. Арчибасов, А.И. Валягина

Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО»

(«ВНИИПРХ»)

E-mail: innovazii-vniiprh@mail.ru

**«Гистология – это украшение и главное,
внутренняя суть научной работы!»**

В статье показаны закономерности гаметогенеза и половых циклов у самок и самцов осетровых рыб при содержании в бассейнах прямоточного водоснабжения и в условиях УЗВ при искусственной зимовке. При низких температурах воды появляется возможность продления нерестового сезона на 2-3 месяца с мая по июль, обеспечивая продолжительность сезона разведения рыб в течение 7 месяцев с января по июль, что гарантирует получение половых продуктов высокого качества в нужные сроки. Предрасположенность самок к ежегодному, двухлетнему или трехлетнему межнерестовому циклу зависит от температуры воды и суммы тепла, которую можно определять с помощью гистологического анализа биопсийных проб, через 6 месяцев после нереста.

Ключевые слова: осетровые рыбы, сибирский осетр, стерлядь, гаметогенез, оогенез, сперматогенез, гистологические характеристики, промышленное предприятие, УЗВ.

ВВЕДЕНИЕ

Строение живых организмов интересовало ученых и медиков с древних времен. Глубинное изучение тканей организма произошло в связи с изобретением микроскопа. Уже в XIX в. изучение строения тканей и клеток приобрело самостоятельное научное направление под названием гистология. А, в XX в. гистология стала самостоятельной дисциплиной со своими методами и обоснованиями. Она тесно связана с анатомией, биологией, генетикой, цитологией и эмбриологией. Одним из существенных моментов при работе гистологов является познание глубины закономерного развития природных явлений, подробный анализ развития тканей и клеток, обеспечивающих актуальность научных исследований. Удивительные картины микрофотографий

восхищают совершенством природных технологий, которые надо познавать, познавать и познавать!

Помимо знания строения и закономерностей развития тканей и клеток, гистолог должен обладать хорошими диагностическими навыками, легко определять изменение строения и структуры тканей клеток при различных условиях – это: «... что было, что есть и что будет ...».

Метод биопсии позволяет обеспечить отбор проб прижизненно, что дает возможность по небольшим кусочкам исследуемой ткани под микроскопом осуществлять детальное изучение. На микрофотографических снимках тканей отражается реальная картина процесса поэтапного развития клеток изучаемого материала. Она дает высокоточную информацию и углубленное восприятие о преобразованиях в клетках, тканях и органах в связи с их функциональными значениями.

Многие ученые [Мейен, 1944; Гербицкий, 1947; Дрягин, 1949; Казанский, 1949, 1956, 1975; Ромейс, 1953; Сакун, Буцкая, 1963; Серебрякова 1964; Трусов, 1964; Фалеева, 1965, 1967; Кошелев, 1965, 1981, 1984; Турдаков, 1972; Казанский и др., 1978; Гречанов, Володин, 1981; Детлаф и др., 1981; Акимова, 1985; Шихшабеков, 1985; Подушка, 1989, 1999, 2000; Сакун, Свирский, 1992; Чмилевский, 2000; Микодина и др., 2009; Рабазанов, 2010; Чебанов, Галич, 2013] в своих исследованиях использовали гистологические методы для выявления взаимосвязи жизнедеятельности организма с условиями существования в естественных и в искусственных условиях с целью формирования путей управления процессами развития организма. Разная продолжительность гаметогенеза и случаи его задержки в виде обобщений были сделаны В.А. Мейеном [Мейен, 1944], В.А. Дрягиным [Дрягин, 1949] и Н.Л. Гербицким [Гербицкий, 1947].

В прошлом столетии, в 1949 г. Борисом Николаевичем Казанским было сделано научное открытие «Закономерность гаметогенеза и полового цикла у рыб». Впервые эффект задержки, а именно с какими фазами развития половых клеток связаны эти переходы, при связи с сезонностью размножения и быстрым последующим сдвигом гаметогенеза, были продемонстрированы и уточнены Б.Н. Казанским для осетровых рыб, сформулировав при этом общую закономерность смены фаз регуляции и стадийности гаметогенеза рыб [Казанский, 1949]. Это происходит в гаметогенезе при двух фазах в развитии половых клеток. При первой фазе – у самок перед началом накопления дефинитивного желтка в ооцитах (II стадия зрелости яичника), а у самцов – перед началом волны сперматогенеза. При второй фазе – непосредственно перед созревaniem ооцитов после полного накопления желтка у самок (IV стадия зрелости яичника) и при завершении сперматогенеза у самцов, перед переходом тех и других в нерестовое состояние.

Возможность управления сезонным половым циклом рыб разрешает задачу смещения половых циклов. Данное научное открытие было внедрено при разведении осетровых рыб, задерживая нерест на срок до двух месяцев путем содержания при определенных низких температурах, после чего

производителей плавно переводили в оптимальные условия нереста [Казанский, 1949, 1975].

Познание закономерностей гаметогенеза и полового цикла у рыб позволяет увеличить продолжительность сезона разведения рыб и тем самым повысить рентабельность и продуктивность индустриальных рыбоводных предприятий, что и входило в цель и задачи настоящих исследований. Состояние и знание закономерных процессов развития репродуктивной системы рыб в зависимости от абиотических факторов среды, в частности от температуры воды, имеет большое значение для оценки естественных процессов в развитии половых клеток при различных условиях обитания, обеспечивая при этом повышение производственной эффективности работ рыбоводных предприятий.

Знание закономерностей гаметогенеза у самок и самцов позволяют создать основу для управления процессами гаметогенеза у единовременно нерестующих рыб [Илясова, 1995; Илясова и др., 2020, 2021а, б, 2022; Мельченков и др., 2020а, б, в, г, 2022].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Экспериментальные работы выполнялись в период с 2017 по 2022 гг. в условиях бассейнового рыбоводного хозяйства с прямоточным водоснабжением со среднегодовой температурой – 15,0°C и в установке замкнутого цикла водообеспечения (УЗВ) в бассейнах цеха длительного выдерживания с температурой воды 4-6°C отдела «Конаковский» Филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»). Из отобранных и прочипированных электронными метками самок и самцов были сформированы по четыре экспериментальных группы каждого вида (сибирский осетр ленской популяции и стерлядь волжской популяции) и распределены по рыбоводным бассейнам с разными температурными условиями. Для анализа закономерностей развития половых клеток у чипированных особей прижизненно брали пробы, используя экспресс-метод биопсии, включая исходное состояние и гистологические методы исследования как высокоинформативные, чувствительные и фотодокументальные. Всего в течение шести лет проанализировано 10935 серийных гистологических срезов гонад 85 самок и 11233 гистологических срезов 110 самцов.

При анализе развития половых клеток в ходе гаметогенеза использовали общепринятые гистологические методы [Ромейс, 1953; Микодина и др., 2009]. Фрагменты гонад после взятия сразу пускали в проводку: после фиксации в 70%-ном спирте проводили обезвоживание, далее готовили срезы толщиной 7-8 мкм на микротоме РОТМИК-2. Освобожденные от парафина срезы окрашивали железным гематоксилином по Гейденгайну с последующим обезвоживанием и заключением в бальзам. Такой безостановочный метод без хранения фиксированного материала позволяет получать серийные срезы клеток и тканей хорошего качества. Изучение и анализ гистологических срезов осуществляли с использованием микроскопа Микромед-2 и цифровой камеры для микроскопа

серии TourCam. При описании стадий зрелости гонад и развития половых клеток применяли универсальную шкалу [Сакун, Буцкая, 1963; Трусков, 1964; Гречанов, Володин, 1981].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Осетровые относятся к рыбам с единовременным типом икрометания и синхронным созреванием ооцитов периода вителлогенеза. Тип икрометания тесно связан с характером оогенеза. При единовременном икрометании вся икра у самок осетровых рыб созревает одновременно, поэтому волна сперматогенеза у самцов также закономерно носит сезонный характер. Характеристика преобразований половых клеток на протяжении всей гонады у самцов сходная и идет одновременно, что также объясняет сезонный характер сперматогенеза.

Анализ гистологического строения половых клеток у самок при оогенезе и при сперматогенезе у самцов выполнялся для уточнения времени размножения рыб, выяснения продолжительности преднерестового, нерестового, посленерестового периодов и ритма размножения особей при различных абиотических факторах среды.

Исследование ежегодного полового цикла осуществлялось в прямооточных бассейнах при годовой сумме тепла 5592 градусо-дней. У самок стерляди и сибирского осетра картина преобразований половых клеток в гонадах сходная, после овуляции и нереста в зимне-весенний период в половой железе проходят процессы резорбции невыметанных икринок и пустых фолликулов. Этот процесс занимает 75-90 суток. Одновременно идет новая волна превителлогенеза, которая к концу процессов резорбции переходит в начальную фазу вителлогенеза, в III стадию зрелости гонад. Отстающие или наиболее продвинутые в своём развитии половые клетки подвергаются резорбции. К концу резорбции синхронный процесс развития ооцитов становится закономерным для всего яичника. Таким образом, в летне-осенний сезон наблюдается синхронное развитие очередной генерации икры и завершение процесса вителлогенеза. На зимовку самки уходят в IV незавершенной стадии зрелости гонад, в ооцитах дефинитивных размеров оболочки сформированы, ядро овальной формы смещается к анимальному полюсу (таблица 1).

В первый год для самок с двухлетним половым циклом в летний сезон после нереста характерна повышенная асинхронность развития половых клеток, что приводит к увеличению длительности VI-II и II-III стадии зрелости гонад вплоть до конца рассматриваемого года. Здесь присутствует весь комплекс ооцитов в различных фазах резорбции и развивающиеся ооциты протоплазматического роста, включая ооциты начального этапа вителлогенеза. В зиму самки уходят во II-III стадии зрелости гонад.

Активный процесс вителлогенеза проходит уже следующей весной и длится все лето. В осенне-зимний период яичники у таких самок переходят в IV незавершенную стадию зрелости гонад, ооциты приобретают овальную форму,

при которой наблюдается дифференциация мелкозернистого и крупнозернистого желтка и миграция зародышевого пузырька к анимальному полюсу. Самки созревают через один вегетационный период при сумме тепла 11331 градусо-дней (таблица 2).

По плану исследований, часть половозрелых самок осетровых рыб с января по апрель, содержали в условиях искусственной зимовки при средней температуре 7,5°C, гистологический анализ в связи с медленным прохождением процесса оогенеза в это время не проводился. В мае в гонадах присутствовали вителлогенные ооциты с помесичным увеличением резорбционных процессов.

Далее, с мая по июль при сумме тепла 1485,5 градусо-дней, самок продолжали содержать в УЗВ, но при этом у них уже брали пробы гонад для гистологического анализа. В гонадах присутствовали вителлогенные ооциты с продолжающимся увеличением резорбционных процессов. Гонады находились на IV-VI стадиях зрелости, это весомый показатель о возможности продления нерестового сезона на 2-3 месяца (таблица 3).

Таблица 1– Развитие половых клеток у самок сибирского осетра и стерляди при ежегодном половом цикле

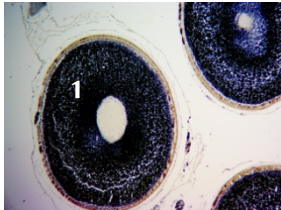
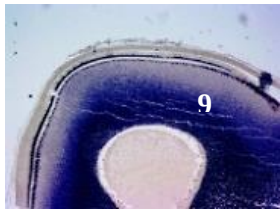
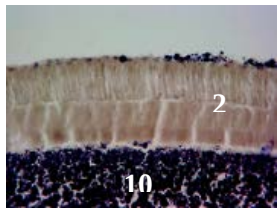
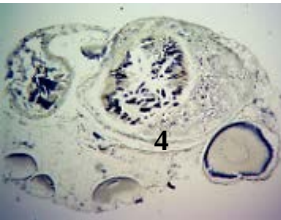
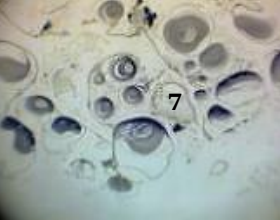
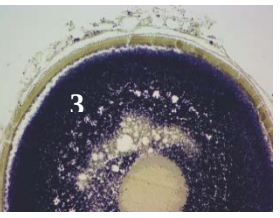
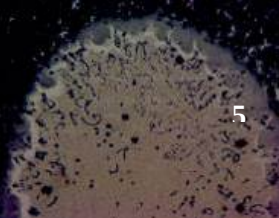
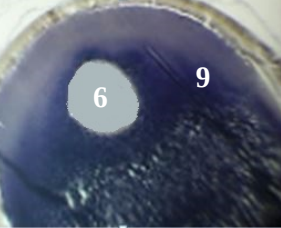
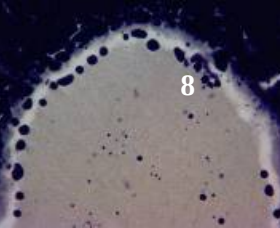
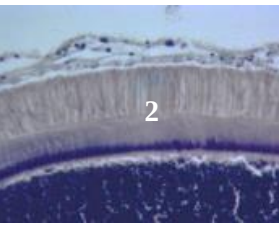
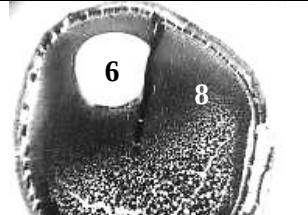
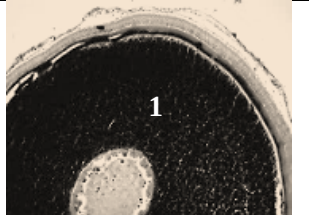
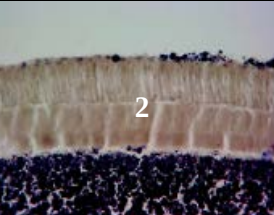
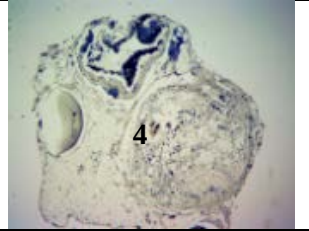
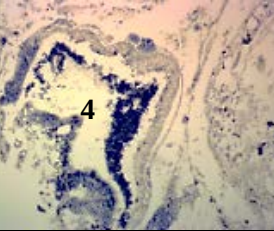
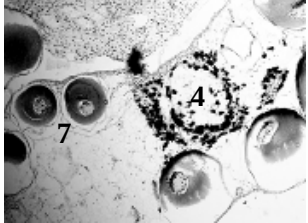
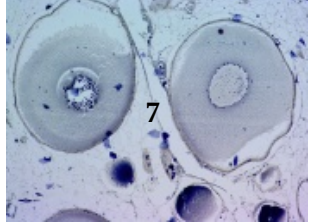
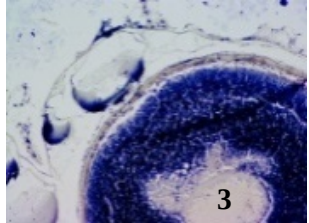
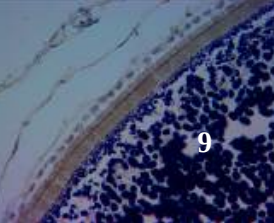
Описание развития половых клеток при ежегодном половом цикле	Гистологическая картина оогенеза		
	ув. ок.10× об.4×	ув. ок.10× об.10×	ув., ок.10× об.40×
<i>Январь, февраль – 556*/556**</i> В зимний период для гонад характерна IV-V стадия зрелости, заканчивается период вителлогенеза, при котором происходит овуляция икры и последующий нерест. У ооцитов дефинитивных размеров сформированы оболочки, ядро смещается к анимальному полюсу.			
<i>Март, апрель, май – 1247*/1803**</i> Характерна VI-II стадия зрелости гонад, в половой железе проходят процессы резорбции невыметанных икринок и пустых фолликулов. Одновременно проходит развитие ооцитов протоплазматического роста.			
<i>Июнь, июль, август – 2142*/3945**</i> По окончании процессов резорбции и превителлогенеза половые клетки переходят в III стадию зрелости гонад, синхронного развития ооцитов периода вителлогенеза. Оболочки ооцитов сформированы, а ядро находится в центре клетки с хромосомами типа «ламповых щеток».			
<i>Сентябрь, октябрь, ноябрь, декабрь – 1647*/5592**</i> Завершается период вителлогенеза, IV незавершенная и IV завершенная стадии зрелости, ооциты дефинитивных размеров приобретают овальную форму. Ядро смещается к анимальному полюсу. Оболочки ооцитов – соединительная, фолликулярная, радиально-исчерченная и сосудистая сформированы.			
Примечание: * - сумма тепла за период, градусо-дней; ** - сумма тепла с нарастающим итогом, градусо-дней; 1 – вителлогенный ооцит; 2 – оболочки ооцита: соединительная, фолликулярная, радиально-исчерченная, сосудистая; 3 – ооциты трофоплазматического роста; 4 – резорбция в ооцитах желтка и жира; 5 – ядро с хромосомами типа «ламповых щеток»; 6 – ядро в зоне анимального полюса; 7 – яйцевые пластины с ооцитами превителлогенеза; 8 – по оболочке ядра пристеночные ядрышки; 9 – цитоплазма; 10 – крупнозернистый желток.			

Таблица 2 – Развитие половых клеток у самок сибирского осетра при двухлетнем половом цикле

Описание развитие половых клеток при двухлетнем половом цикле	Гистологическая картина оогенеза		
	ув. ок.10× об.4×	ув. ок.10× об.10×	ув., ок.10× об.40×
В январе, феврале характерна IV-V стадия зрелости, заканчивается период вителлогенеза, при котором происходит овуляция икры и последующий нерест. У ооцитов дефинитивных размеров сформированы оболочки, ядро смещается к анимальному полюсу.	Первый год Январь, февраль – 556*/556**		
			
С марта по май превалирует VI стадия зрелости гонад, отражающая резорбцию ооцитов в различных фазах.	Март, апрель, май – 1247*/1803**		
			
С июня по август для гонад характерна II - начало III стадии зрелости гонад, присутствует асинхронное развитие половых клеток, это развивающиеся ооциты протоплазматического роста, включая и ооциты начального этапа вителлогенеза.	Июнь, июль, август – 2142*/3945**		
			
С сентября по декабрь гонады находятся на II-III стадии зрелости. Завершается протоплазматический рост ооцитов и переход к периоду вителлогенеза. Для гонад характерно асинхронное развитие ооцитов. В зиму самки уходят во II-III стадии зрелости гонад.	Сентябрь, октябрь, ноябрь, декабрь – 1647*/5592**		
			

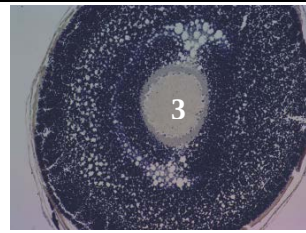
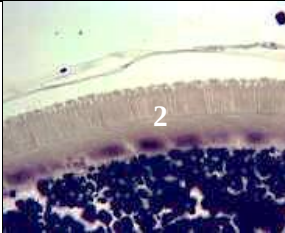
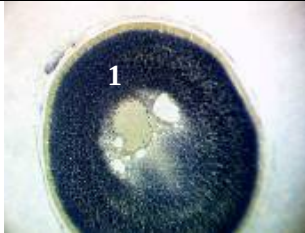
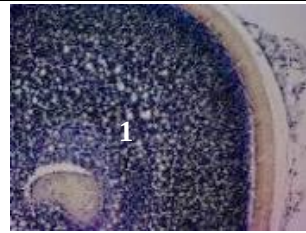
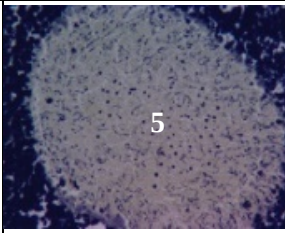
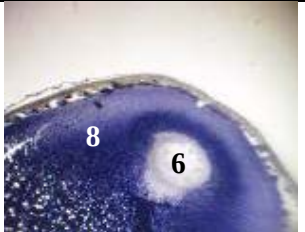
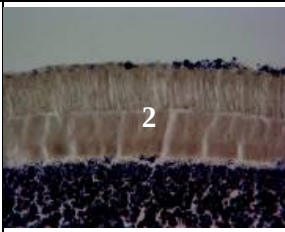
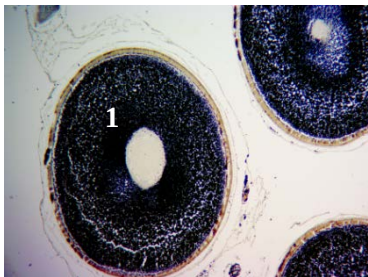
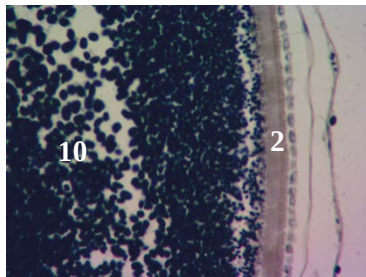
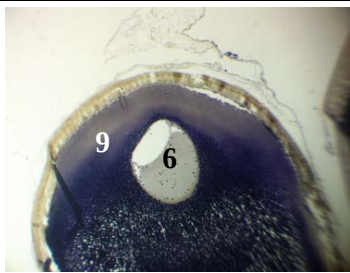
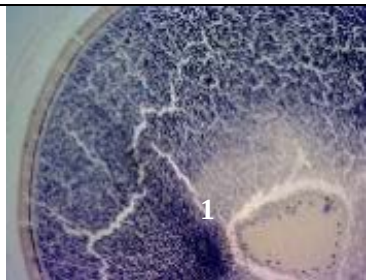
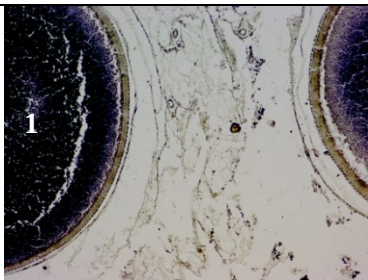
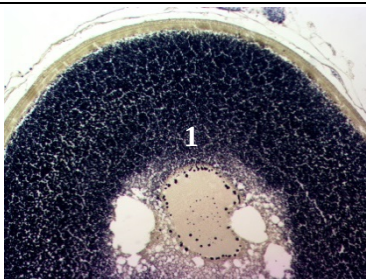
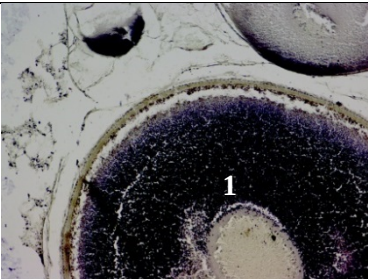
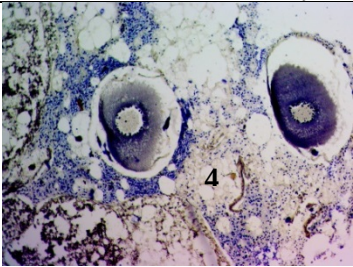
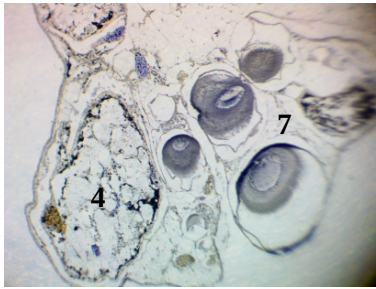
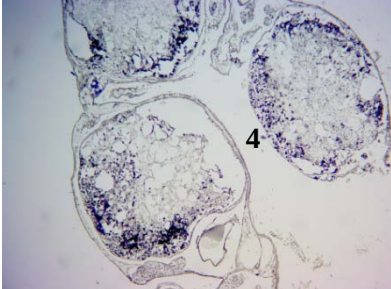
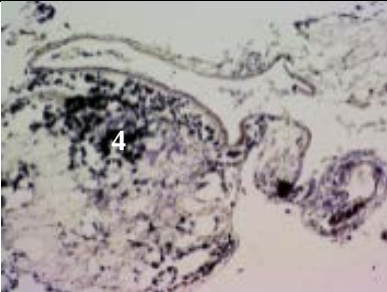
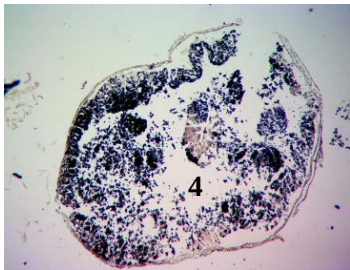
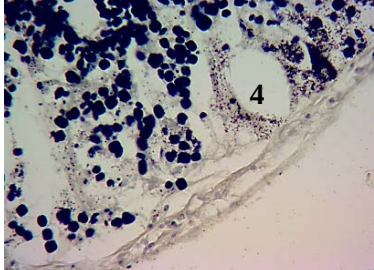
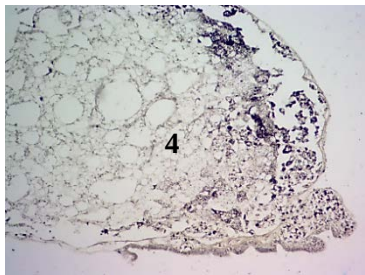
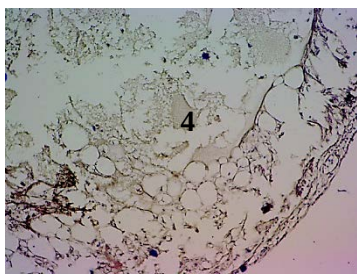
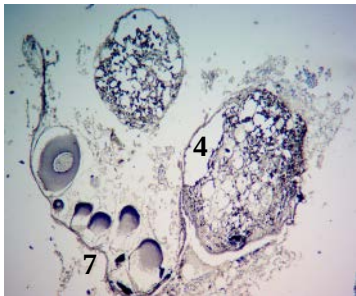
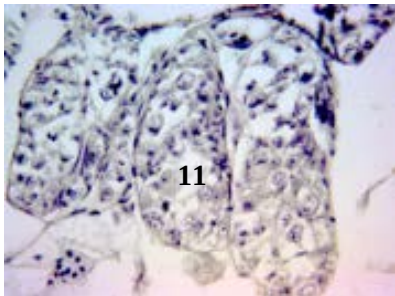
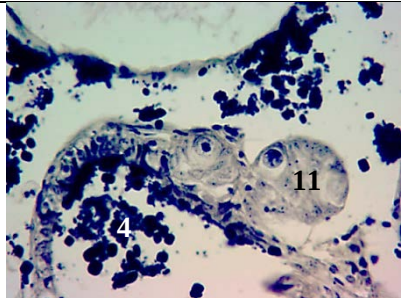
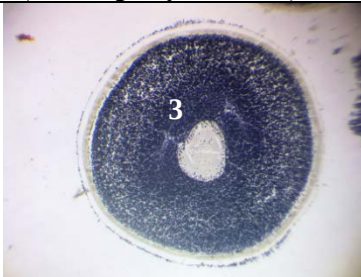
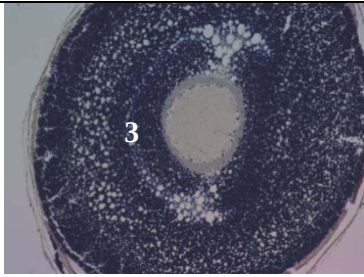
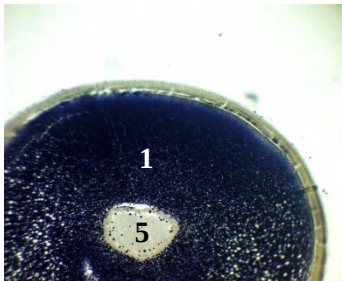
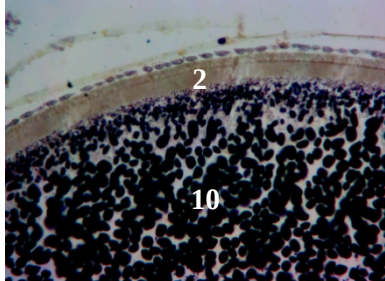
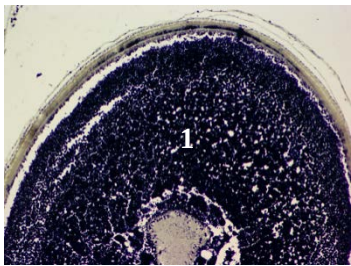
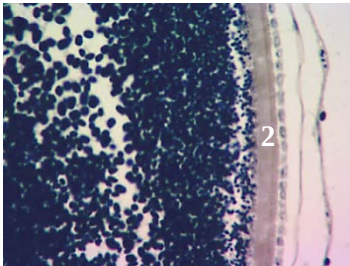
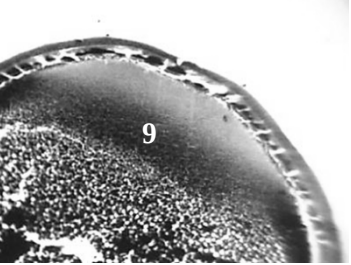
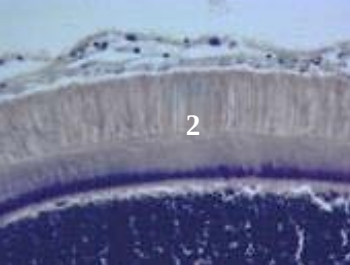
На второй год, с января по май, проходит III стадия зрелости, осуществляется активный процесс вителлогенеза с элементами резорбции отстающих ооцитов, обеспечивая синхронизацию процесса развития пигментированных ооцитов круглой формы с ядром посередине.	Второй год Январь, февраль, март, апрель, май – 1874*/7466**		
			
С июня по август продолжается III стадия зрелости гонад. Для вителлогенных ооцитов характерно круглое ядро с хромосомами типа «ламповых щеток».	Июнь, июль, август – 1991*/9457**		
			
В осенне-зимний период, с сентября по декабрь, яичники у самок переходят в IV незавершенную стадию зрелости, ооциты приобретают овальную форму. Зародышевый пузырек мигрирует к анимальному полюсу. На этой стадии в ооцитах наблюдается дифференциация мелкозернистого и крупнозернистого желтка. Это характеризует завершение вителлогенеза и готовность самок к нерестовому сезону.	Сентябрь, октябрь, ноябрь, декабрь – 1874*/11331**		
			
Примечания: * - сумма тепла за период, градусо-дней; ** - сумма тепла с нарастающим итогом, градусо-дней; 1 – вителлогенный ооцит; 2 – оболочки ооцита: соединительная, фолликулярная, радиально-исчерченная, сосудистая; 3 – ооциты трофоплазматического роста; 4 – резорбция в ооцитах желтка и жира; 5 – ядро с хромосомами типа «ламповых щеток»; 6 – ядро в зоне анимального полюса; 7 – яйцевые пластины с ооцитами превителлогенеза; 8 – цитоплазма; 9 – крупнозернистый желток.			

Таблица 3 – Характеристика оогенеза у осетровых рыб на примере сибирского осетра при содержании в условиях искусственной зимовки в УЗВ (трехлетний половой цикл)

Описание развития половых клеток в течение трехлетнего полового цикла	Гистологическая картина оогенеза	
	ув. ок.10× об.10×	ув. ок.10× об.40×
В зимний период в декабре, яичники у самок переходят в IV завершённую стадию зрелости гонад, ооциты овальной формы, при которой наблюдается миграция зародышевого пузырька к анимальному полюсу. Это характеризует завершение вителлогенеза и готовность самок к нерестовому сезону.	Декабрь	
		
При содержании производителей в условиях искусственной зимовки в УЗВ с января по апрель, в течение 4-х месяцев гистологический анализ не проводился.	Январь, февраль, март, апрель – 971*/971**	
С мая по июль самок продолжали содержать в УЗВ. В гонадах присутствуют вителлогенные ооциты с помесичным увеличением резорбционных процессов. Для гонад характерна IV-VI стадии зрелости.	Май – 239*/1210**	
		
	Июнь – 204*/1414**	
		
	Июль – 205*/1619**	
		

В августе, сентябре, октябре заканчивается посленерестовый период текущего полового цикла. В гонадах проходит резорбция пустых фолликулов и невыметанных икринок, которая продолжается длительное время. На первом этапе клетками фолликулярного эпителия разрушается радиальная оболочка, далее наступает самая длительная фаза – резорбция желтка и жира. Последняя, также длительная фаза - остаточная резорбция комочков и нитей тканей.	Август - 226*/1845**	
		
	Сентябрь - 247*/2092**	
		
	Октябрь - 528*/2620**	
		
В ноябре, декабре для гонад характерна VI - начало II стадии зрелости периода протоплазматического роста или превителлогенеза с параллельно проходящими процессами резорбции.	Ноябрь, декабрь - 625*/3245**	
		

Второй год (5639 градусо-дней)		
С января по декабрь продолжается длительный процесс резорбции желтка и жира, который показан во всем многообразии. Жир резорбируется медленнее, чем желток, поэтому здесь уже на месте ооцита видны участки рыхлой ткани, заполненные жиром. С этого момента в гнездах начинается размножение оогоний. С появлением ооцитов синаптного пути осуществляется интенсивный рост ооцитов преевителлогенеза и в осеннее время при постепенном переходе во II-III стадию зрелости появляются ооциты начала трофоплазматического роста, в которых наблюдается начальный процесс вителлогенеза — накопление желтка и жира.		
		
		
Третий год (5364 градусо-дней)		
На третьем году, с января по май в гонадах формируются синхронные вителлогенные ооциты. Снаружи ооцит покрыт оболочками — соединительной, фолликулярной и сосудистой. В центре клетки находится круглое ядро с хромосомами типа «ламповых щеток».		
		

С июня по декабрь у самок происходит переход в IV незавершенную стадию зрелости гонад. Ооцит и ядро ооцита приобретают овальную форму. Ядро в ооцитах смещается в направлении анимального полюса, из зоны крупнозернистого желтка переходит в зону с мелкозернистыми желточными включениями. Это характеризует IV завершенную стадию зрелости гонад и готовность самок к нерестовому сезону.		
		
Примечание: * - сумма тепла за период, градусо-дней; ** - сумма тепла с нарастающим итогом, градусо-дней; 1 – вителлогенный ооцит; 2 – оболочки ооцита: соединительная, фолликулярная, радиально-исчерченная, сосудистая; 3 – ооциты трофоплазматического роста; 4 – резорбция в ооцитах желтка и жира; 5 – ядро с хромосомами типа «ламповых щеток»; 6 – ядро в зоне анимального полюса; 7 – яйцевые пластины с ооцитами превителлогенеза; 8 – ядро по оболочке с пристеночными ядрышками; 9 – цитоплазма; 10 – крупнозернистый желток; 11 – гнезда оогоний.		

Таким образом, при поддержании соответствующих температур в УЗВ продлевается нерестовый сезон у самок с мая по июль, яичники находятся на IV-VI стадии зрелости. После продления нерестового сезона у особей, которых в течении 4 месяцев на первом году исследований, содержали при средней температуре 7,5°C и сумме тепла 971 градусо-дней, а с мая по июль в медленном темпе продолжается развитие половых клеток.

После нереста с августа по сентябрь гонады находятся на VI – начале II стадии зрелости. На втором году с января по декабрь продолжается резорбция следов невыметанных вителлогенных ооцитов и начинается процесс превителлогенеза – размножение оогоний, малый рост ооцитов однослойного фолликула с базофильной цитоплазмой и ооцитов протоплазматического роста с светлой цитоплазмой максимального размера. Ооциты периода вителлогенеза наблюдаются весной второго года. Присутствие в летних пробах следующего года синхронно развивающихся пигментированных ооцитов является показателем готовности самок к участию в нересте следующего года.

Искусственная зимовка при температуре 7,5°C в течение 6-и месяцев приводит к продлению нерестового сезона и несмотря на последующий пропуск одного нерестового сезона, третий год может быть использован при наличии зрелых самцов для получения половых продуктов от созревших самок.

В результате исследований по длительности межнерестовых интервалов показаны пути управления звеньями репродуктивного процесса для рыб в условиях тепловодных промышленных хозяйств на примере сибирского осетра ленской популяции и стерляди волжской популяции. Важно отметить, что у

самок стерляди в основном наблюдается ежегодный нерест, поэтому для них характерен процесс преобразований половых клеток, необходимых для ежегодного нереста.

Таким образом, для ежегодного, двухлетнего и трехлетнего половых циклов существует закономерный ход развития половых клеток, который характерен для рыб с единовременным икрометанием и синхронным развитием ооцитов периода вителлогенеза.

Длительность межнерестовых интервалов у самок при ежегодном, двухлетнем и трехлетнем половых циклах зависит от температурного фактора в градусо-днях. Для прогноза достаточно одного прижизненного анализа проб половых клеток через 6 месяцев после нереста в зимний период. Показателем ежегодного нереста является присутствие пигментированных ооцитов периода вителлогенеза. Присутствие ооцитов превителлогенеза и непигментированных ооцитов трофоплазматического роста через 6 месяцев после нереста, характеризует асинхронное развитие половых клеток прото- и трофоплазматического роста, приводит к двухлетнему половому циклу, что дает верный прогноз созревания самок через один вегетационный период. Наличие ооцитов на VI-II стадии зрелости говорит о трехлетнем цикле созревания.

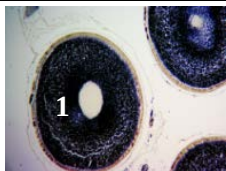
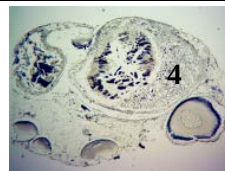
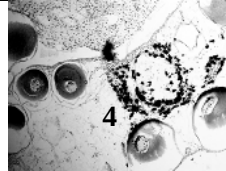
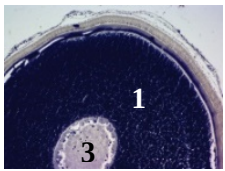
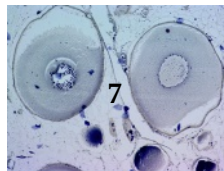
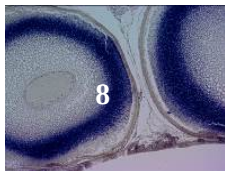
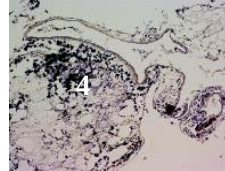
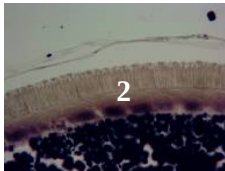
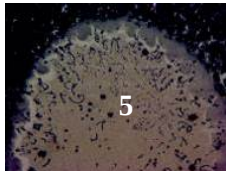
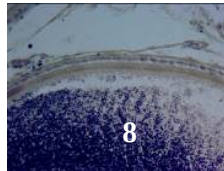
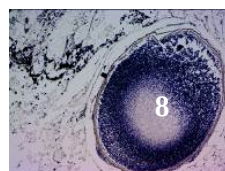
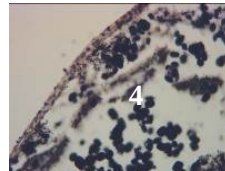
Показатели критериев предрасположенности к продолжительности межнерестовых периодов у сибирского осетра и стерляди, разработанных на основании гистологического анализа биопсийных проб, представлены в таблице 4.

Управление звеньями репродуктивного процесса может быть применимо и для других видов осетровых рыб с единовременным типом икрометания и синхронным созреванием ооцитов вителлогенеза.

Для всех самок осетровых рыб в оогенезе характерен синхронный рост ооцитов в период вителлогенеза и единовременный нерест. Для самцов осетровых видов при сперматогенезе характерно асинхронное развитие половых клеток, тип выметывания половых клеток порционный и всегда сезонный.

С развитием индустриальной аквакультуры все большее значение приобретает роль самцов, так как от их воспроизводительной способности зависит конечный результат работы по получению потомства при искусственном воспроизводстве. Исследования подтвердили возможность регулирования не только процесса оогенеза, но и сперматогенеза осетровых рыб на примере стерляди волжской популяции и сибирского осетра ленской популяции путем изменения температурных условий при содержании в преднерестовый период.

Таблица 4 – Критерии предрасположенности к ежегодному, двухлетнему и трехлетнему нересту как экспрес-метод определения готовности самок к нерестовому сезону

Критерий готовности	Гистологическая картина через 6 месяцев после нереста					
Половые циклы→	Ежегодный (5592*)		Двухлетний (11331*)		Трехлетний (14248*)	
Увеличение Ок.10× об.4×						
Увеличение Ок.10× об.10×						
Увеличение Ок.10× об.40×						
Стадия зрелости гонад	III стадия зрелости		II - начало III стадии зрелости		VI-II стадии зрелости	
Период развития половых клеток	Характерно синхронное развитие половых клеток периода вителлогенеза. Оболочки у желтковых ооцитов сформированы. Ядерный пузырек находится в центре клетки. В ядре видны хромосомы типа «ламповых щеток».		Характерно асинхронное развитие половых клеток. В яйцевых пластинах находятся ооциты протоплазматического роста и ооциты начала вителлогенеза с присутствием единичных ооцитов III фазы резорбции.		После нереста, с мая по июль, характерно асинхронное развитие половых клеток. В яйцевых пластинах видны остатки резорбции, новая генерация ооцитов протоплазматического роста и гнезда оогоний.	
Примечания: * - общая сумма тепла, градусо-дней; 1 – вителлогенный ооцит; 2 – оболочки ооцита –соединительная, фолликулярная, радиально-исчерченная, сосудистая; 3 – ядро; 4 – резорбция в ооцитах желтка и жира; 5 – ядро с хромосомами типа «ламповых щеток»; 6 — гнезда оогоний; 7 – яйцевые пластины с ооцитами превителлогенеза; 8 - ооциты начала вителлогенеза.						

Представленная гистологическая характеристика сперматогенеза стерляди и сибирского осетра сходная, она показывает ход годовых половых циклов, картину естественных процессов асинхронного развития половых клеток, последовательные преобразования зрелой и перезревшей спермы в цистах и выводном протоке. Такой этапный анализ развития половых клеток в зависимости от экологических факторов (температурного влияния воды) при знании закономерностей сперматогенеза, позволил предложить пути управления процессом сперматогенеза у единовременно нерестующих рыб. Гистологический анализ позволяет определить не только показатели зрелости семенников, но и при частичном опустошении цист детально выявить особенности развития половых клеток в последующем сперматогенезе. Познание репродуктивных способностей самцов, как и самок, при различных условиях содержания позволяет выделить во времени сроки и продолжительность нереста, а именно преднерестовый, нерестовый и посленерестовый периоды годового цикла стерляди и сибирского осетра.

В течение всего периода эксперимента у самцов также осуществлялось прижизненное взятие проб (фрагментов гонад) методом биопсии из медиальной части семенника с целью слежения за ходом сперматогенеза на разных этапах развития гонад, показывая разнообразие в развитии и строении половых клеток в годовом половом цикле.

Гистологическая оценка исходного состояния семенников в декабре всегда оценивается и показывает преднерестовое состояние репродуктивной системы. У всех особей присутствовала волна сперматогенеза, характеризующая III, IV, IV-VI, V, VI стадии зрелости семенников с преобладанием той или иной стадии зрелости, что является нормой асинхронного развития половых клеток. Эта особенность позволяет использовать самцов в нерестовом сезоне неоднократно.

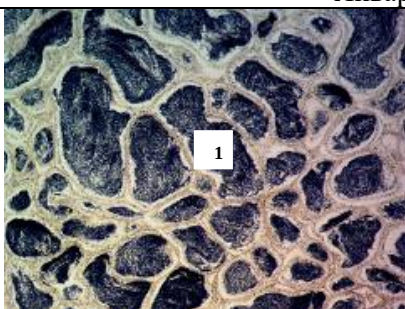
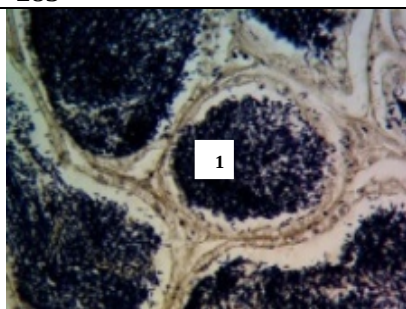
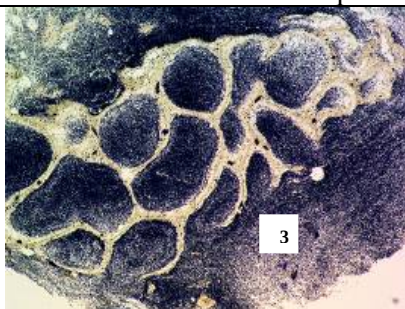
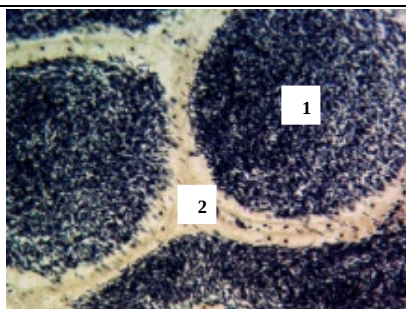
Во время волны сперматогенеза сперматоциты I порядка вступают в мейоз, в результате первого деления образуются сперматоциты II порядка, при втором делении мейоза образуются сперматиды с гаплоидным набором хромосом. В ходе процесса спермиогенеза сперматиды после ряда структурных преобразований приобретают форму и структуру зрелого сперматозоида. Преобладание сперматозоидов в цистах характеризуется как IV стадия зрелости гонад. После освобождения (выхода) сперматозоидов из цист наступает VI стадия зрелости семенников (выбой). В семенниках IV-VI стадии зрелости неиспользованные перезревшие сперматозоиды подвергаются процессу резорбции клетками фолликулярного эпителия.

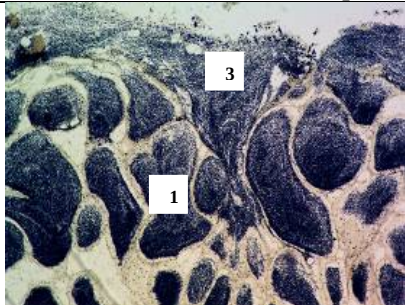
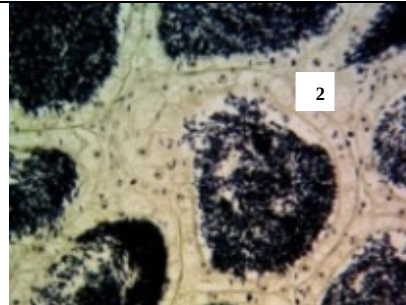
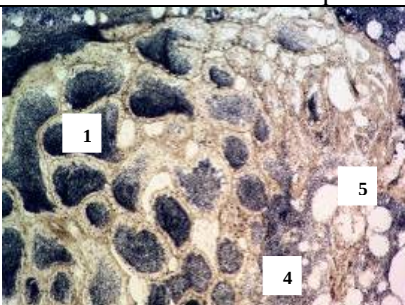
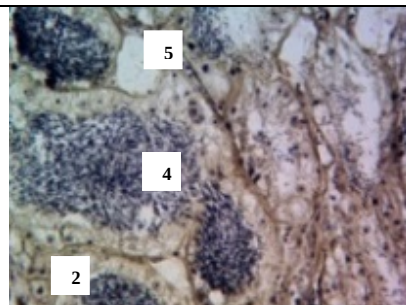
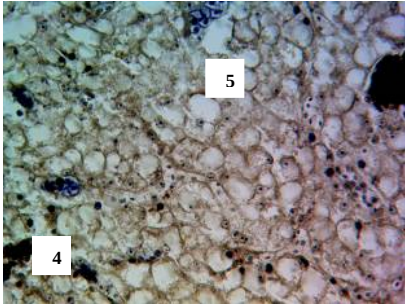
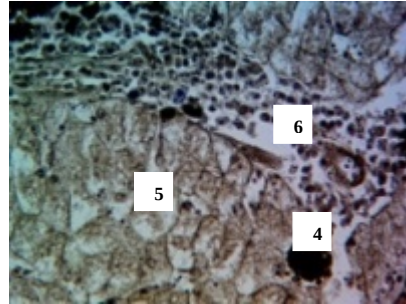
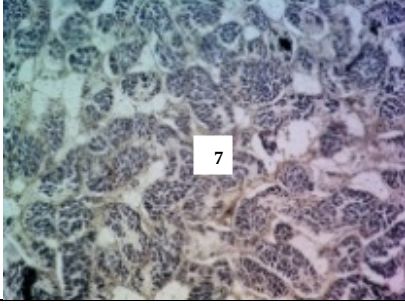
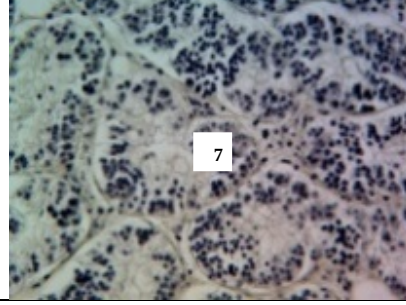
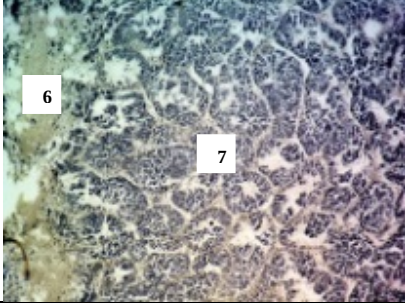
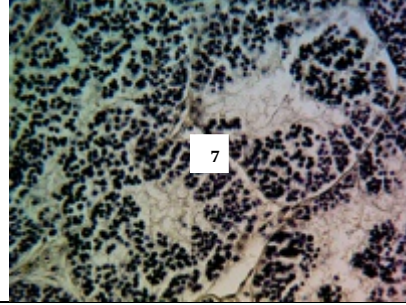
У самцов стерляди и сибирского осетра во время нерестовой кампании зимне-весеннего периода в условиях проточного бассейнового хозяйства в январе, феврале, марте, частично в апреле семенники не претерпевают существенных изменений. На фоне активного процесса сперматогенеза наблюдаются преимущественно зрелые сперматозоиды и в небольшом количестве (с некоторым помесечным увеличением) присутствуют процессы резорбции неиспользованных сперматозоидов.

В мае в гонадах и в выводном протоке преобладают процессы резорбции остатков перезревших и неиспользованных сперматозоидов. Следовательно, волна сперматогенеза угасает через 3,5-4 месяца. За это время (январь-апрель), используется весь резервный фонд половых клеток в данном годичном половом цикле, что подтверждает сезонный характер сперматогенеза у осетровых рыб.

Начало нового полового цикла в семенниках II-VI стадии зрелости у самцов стерляди и сибирского осетра в условиях прямotoчного бассейнового хозяйства наблюдается через 1,5-2 месяца, в июне-июле. Именно на этом этапе в семенниках, имеющих еще остаточные процессы резорбции неиспользованной спермы, зарождается генерация половых клеток следующего полового цикла, начало размножения сперматогоний. Новая волна сперматогенеза возобновляется в осенний период в августе, при этом осуществляется два деления мейоза с формированием сперматоцитов I, сперматоцитов II порядка и сперматид с последующим преобразованием их в сперматозоиды. Таким образом, в осенний сезон происходит развитие очередной генерации сперматозоидов. На зимовку самцы уходят в IV-V стадиях зрелости семенников. Характеристика сперматогенеза стерляди и сибирского осетра и развития половых клеток в течение годичного полового цикла с помесечными показателями суммы тепла и ее нарастающим итогом при содержании в прямotoчных бассейнах отдела «Конаковский» на протяжении одного года представлена в таблицах 5 и 6.

Таблица 5 – Характеристика сперматогенеза стерляди при содержании в прямotoчном бассейне отдела «Конаковский» на протяжении одного года

Описание развития половых клеток в течение годичного полового цикла	Гистологическая картина сперматогенеза	
	ув., ок.10× об.10×	ув., ок.10× об.40×
С января по март интенсивно протекает волна сперматогенеза, характеризующая IV, IV-VI, V, VI стадии зрелости гонад с преобладанием цист со зрелыми сперматозоидами, присутствуют в том или ином количестве и другие стадии в зависимости от временного фактора, что является нормой асинхронного развития половых клеток.	Январь - 283*	
		
	Февраль - 239*/522**	
		

	Март – 328*/850**	
		
В апреле наблюдается равноценное присутствие в разных цистах зрелых и резорбирующихся сперматозоидов, а также наличие опустевших цист.	Апрель - 438*/1288**	
		
В мае характерна VI стадия зрелости гонад (выбой). В гонаде в основном присутствуют опустевшие от сперматозоидов цисты и небольшое количество перезревших резорбирующихся сперматозоидов в цистах и выводном протоке	Май – 477*/1765**	
		
В июне, июле наблюдается начало нового полового цикла с остаточными процессами резорбции, семенники находятся на II-VI стадии зрелости. На этом этапе у самцов зарождается следующая генерация половых клеток. На фоне следов резорбции - остатков сперматозоидов, в цистах происходит интенсивное размножение сперматогоний, которые в последующем будут преобразовываться в сперматоциты I порядка.	Июнь - 577*/2342**	
		
	Июль - 651*/2993**	
		

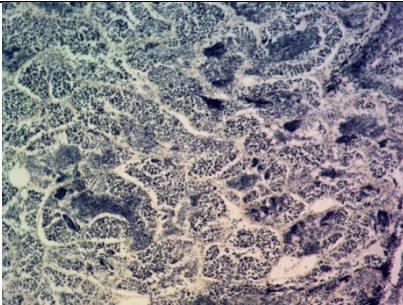
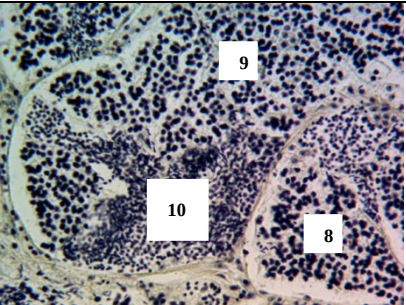
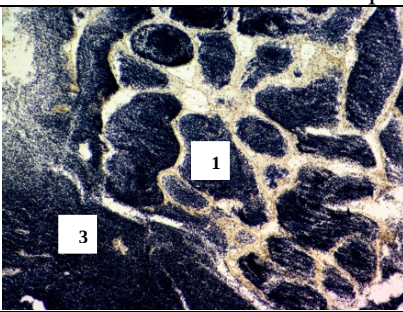
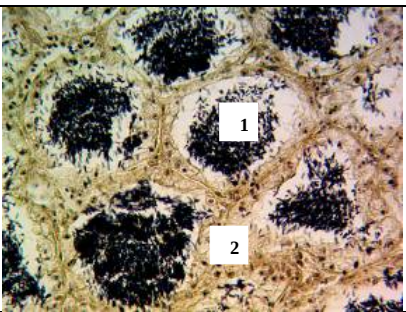
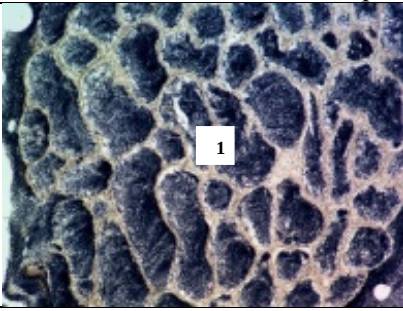
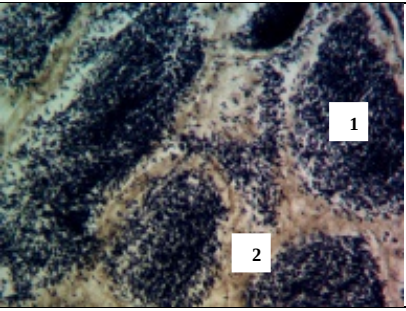
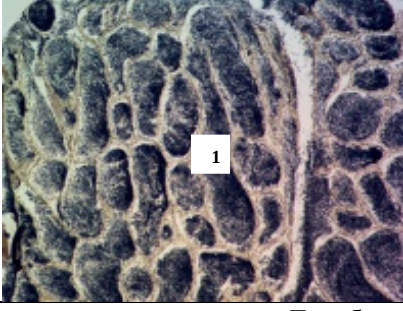
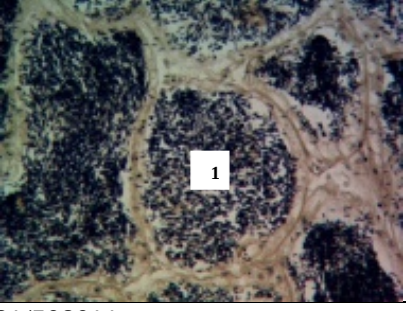
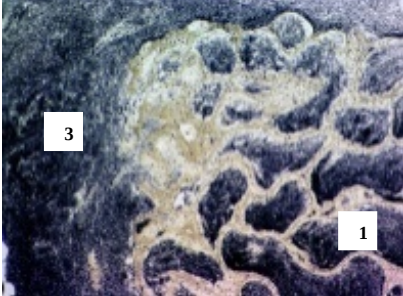
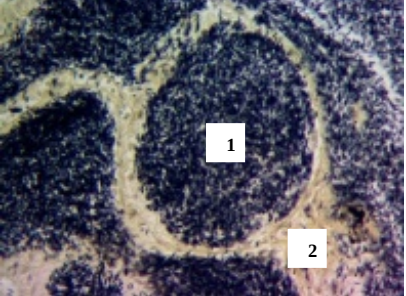
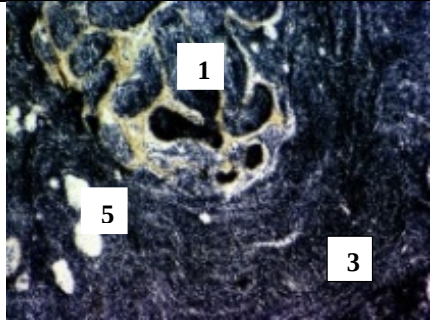
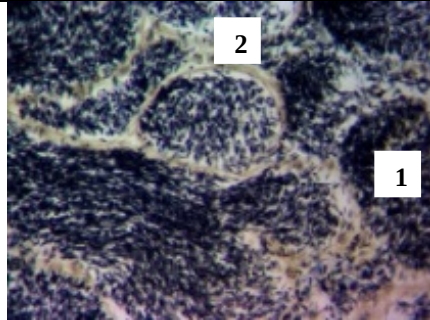
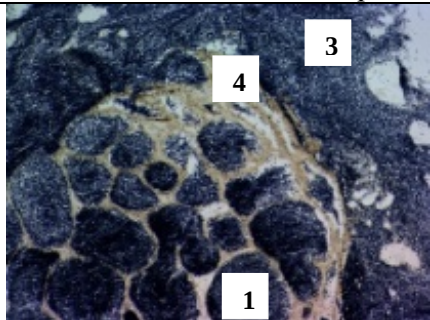
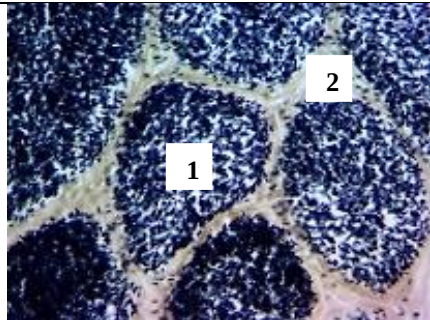
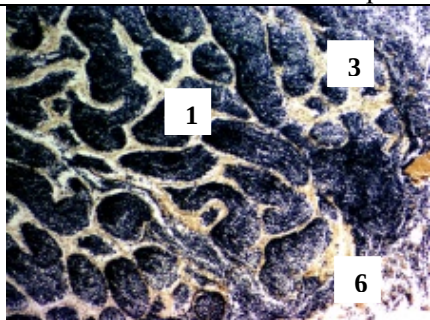
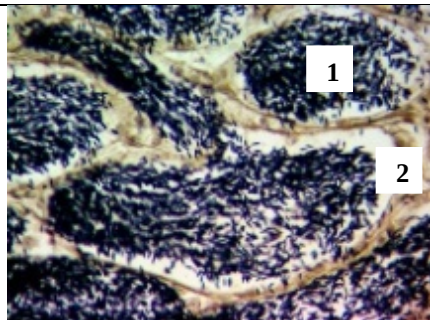
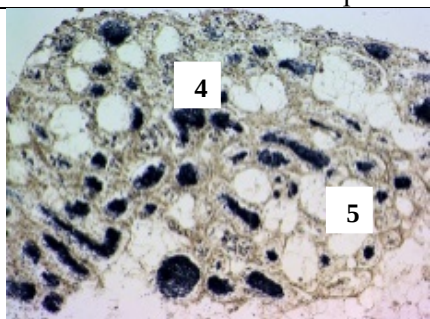
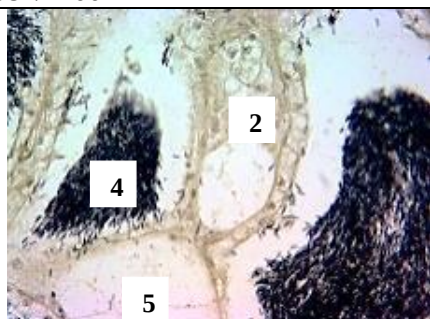
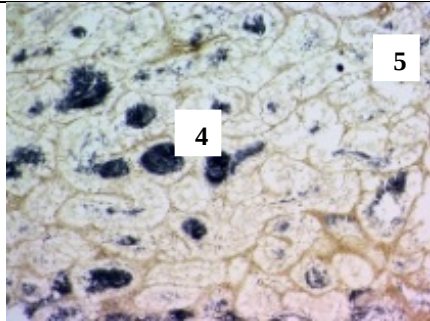
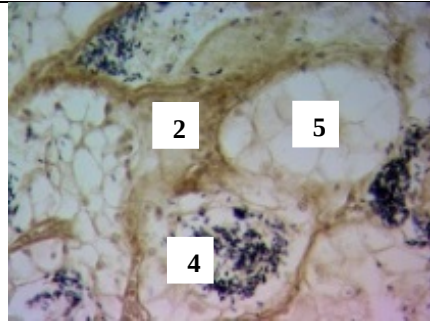
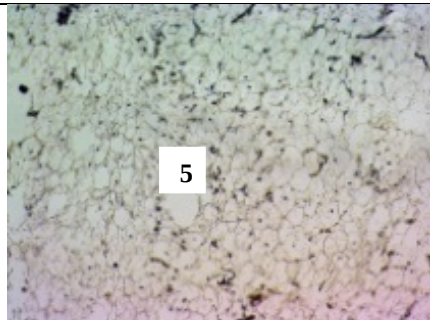
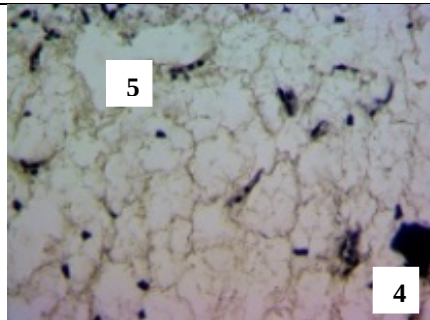
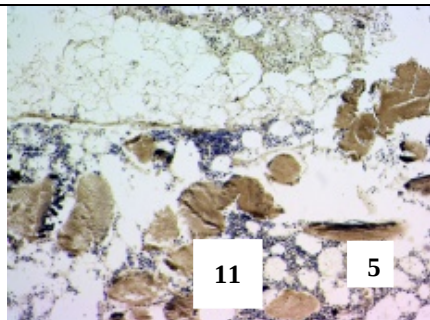
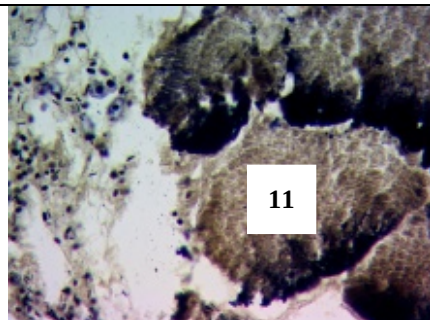
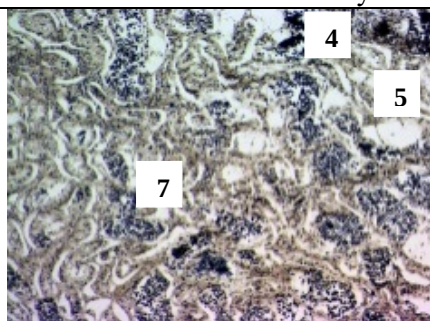
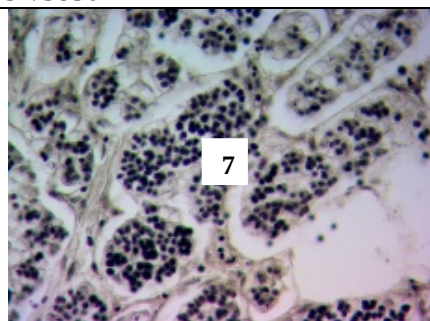
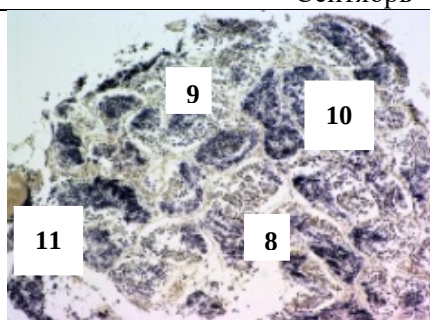
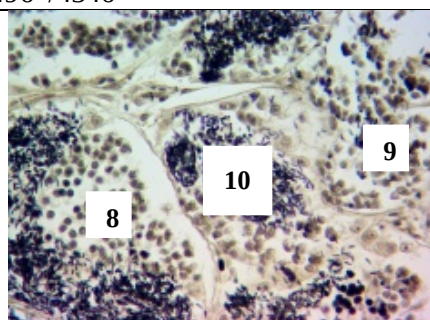
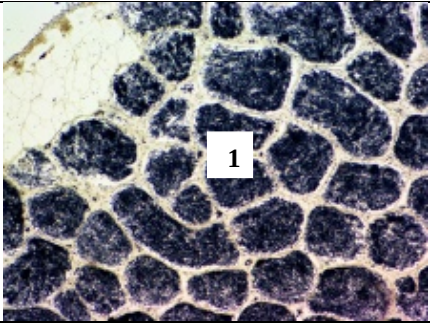
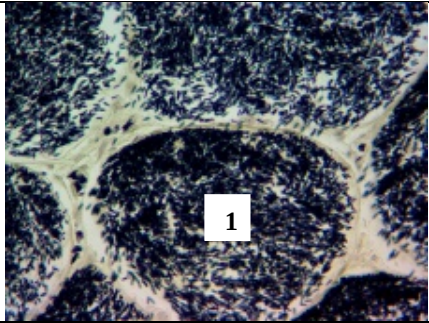
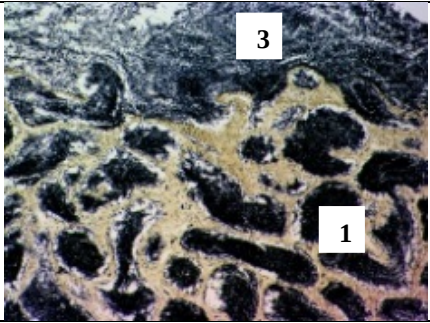
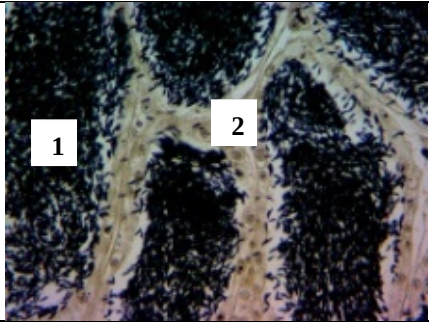
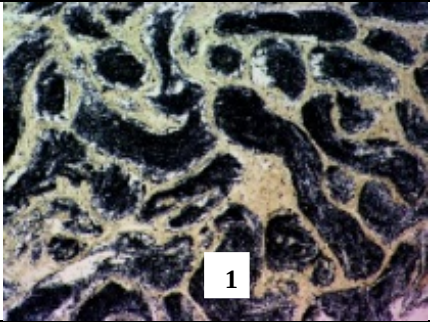
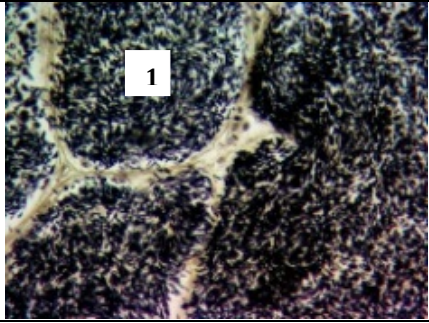
В августе - начало новой волны сперматогенеза. Два деления мейоза с формированием сперматоцитов I порядка, сперматоцитов II порядка и сперматид.	Август – 624*/3617**	
		
В сентябре в цистах и в выводном протоке преимущественно присутствуют зрелые сперматозоиды.	Сентябрь – 469*/4086**	
		
В октябре-декабре в цистах и в выводном протоке находятся преимущественно зрелые сперматозоиды. На зимовку самцы уходят в IV-V стадиях зрелости семенников	Октябрь – 416*/4502**	
		
	Ноябрь – 310*/4812**	
		
	Декабрь – 268*/5080**	
		
Примечание: * - сумма тепла за месяц, градусо-дней; ** - сумма тепла с нарастающим итогом, градусо-дней; 1 - зрелые сперматозоиды в цистах; 2 - фолликулярная оболочка цист; 3 - сперматозоиды в выводном протоке; 4 – резорбция сперматозоидов в цистах; 5 – опустевшие цисты от сперматозоидов; 6 – резорбция сперматозоидов в выводном протоке; 7 – размножение сперматогоний; 8 – сперматоциты I порядка; 9 – сперматоциты II порядка; 10 – сперматиды.		

Таблица 6 – Характеристика сперматогенеза у сибирского осетра при содержании в проточном бассейне отдела «Конаковский» на протяжении одного года

Описание развития половых клеток в течение годового полового цикла	Гистологическая картина сперматогенеза	
	ув. ок.10× об.10×	ув., ок.10× об.40×
С января по март интенсивно протекает волна сперматогенеза, характеризующая IV, IV-VI, V, VI стадии зрелости гонад с преобладанием цист со зрелыми сперматозоидами, присутствуют в том или ином количестве и другие стадии в зависимости от временного фактора, что является нормой асинхронного развития половых клеток.	Январь 292*	
		
	Февраль – 255*/547**	
		
В апреле наблюдается равноценное присутствие в разных цистах зрелых и резорбирующихся сперматозоидов, а также наличие опустевших цист.	Март – 315*/862**	
		
	Апрель – 338*/1200**	
		

В мае, июне, июле характерна VI стадия зрелости гонад (выбой). В июне и в июле в гонаде в основном присутствуют опустевшие цисты от сперматозоидов и небольшое количество перезревших резорбирующихся сперматозоидов в цистах и выводном протоке. В июле – остаточная тотальная резорбция перезревших сперматозоидов в цистах и выводном протоке	Май – 538*/1738**	
		
	Июнь – 658*/2396**	
		
	Июль – 769*/3165**	
		
В августе наблюдается начало нового полового цикла с остаточными процессами резорбции, семенники во II-VI стадии зрелости. В цистах происходит размножение сперматогоний.	Август – 685*/3850**	
		
В сентябре начало новой волны сперматогенеза. Два деления мейоза с формированием сперматоцитов I порядка, сперматоцитов II порядка и сперматид.	Сентябрь – 496*/4346**	
		

При содержании в прамоточных бассейнах с суммой тепла с нарастающим итогом от 4850 по 5506 градусо-дней в течение трех месяцев (октябрь, ноябрь, декабрь) в цистах и в выводном протоке находятся преимущественно зрелые сперматозоиды для очередного полового цикла. На зимовку самцы уходят в IV-V стадиях зрелости семенников	Октябрь – 504*/4850**	
		
	Ноябрь – 380*/5230**	
		
	Декабрь – 276*/ 5506**	
		
Примечание: * - сумма тепла за месяц, градусо-дней; ** - сумма тепла с нарастающим итогом, градусо-дней 1 – зрелые сперматозоиды в цистах; 2 – фолликулярная оболочка цист; 3 – сперматозоиды в выводном протоке; 4 – резорбция сперматозоидов в цистах; 5 – опустевшие цисты от сперматозоидов; 6 – резорбция сперматозоидов в выводном протоке; 7 – размножение сперматогоний; 8 – сперматоциты I порядка; 9 – сперматоциты II порядка; 10 – сперматиды; 11 – тотальная резорбция.		

Аналогичная картина преобразований при содержании в прамоточных бассейнах на протяжении одного года наблюдается и у сибирского осетра с небольшим отличием – присутствием тотальной резорбции, которая обычно бывает скоротечной, гарантирующей естественный годичный цикл у самцов осетровых рыб. Это говорит о закономерностях развития половых клеток, обеспечивающих организм саморегулирующим естественным технологическим процессом.

При проведении экспериментальных работ, часть половозрелых самцов осетровых рыб с января по апрель, содержали в условиях искусственной зимовки при средней температуре 6,7°C. В этот период гистологический анализ проб гонад не проводился, так как процесс развития гонад при низкой температуре воды несколько замедляется.

Начиная с мая по июль производителей продолжали содержать в УЗВ при средней температуре 6,7°C, и в связи с постепенным накоплением суммы тепла возобновили отбор проб гонад методом биопсии. Исследование майских проб гонад у самцов стерляди подтвердило, что сперматогенез с января по май в условиях искусственной зимовки продолжался, сохраняя низкий темп развития. В этот период времени для семенников характерны IV, IV-VI, IV, V стадии зрелости, продолжается волна сперматогенеза с преобладанием зрелых сперматозоидов в цистах и присутствием процессов резорбции в отдельных цистах. Наличие пустых цист говорит о закономерном процессе естественной резорбции перезревших сперматозоидов. С мая по июль резорбция перезревших сперматозоидов идет более активно, но существование цист со зрелыми сперматозоидами стерляди говорит о возможности получения полноценного потомства. Увеличение скорости прохождения процессов резорбции в цистах указывает на взаимозависимость организма в целом не только от условий среды, но и от временного фактора в развитии половых клеток. Однако это на данном этапе развития гонад не может отрицательно сказаться на процессе воспроизводства и получения половых продуктов хорошего рыбоводного качества.

Таким образом, при длительном содержании в течение 212 суток и 1199 градусо-дней у всех особей наблюдается продолжение волны сперматогенеза с характерным присутствием IV, IV-VI, V, VI стадий зрелости, как в цистах, так и в выводном протоке, что дает возможность увеличить продолжительность сезона разведения рыб с весны до середины лета. Волна сперматогенеза при содержании в УЗВ угасает через 3 месяца, в гонадах используется весь резервный фонд половых клеток, подтверждающий в данном годичном половом цикле сезонный характер сперматогенеза при единовременном типе икрометания у осетровых рыб.

В августе, сентябре, октябре в цистах проходит интенсивный процесс резорбции перезревших сперматозоидов, что характеризует VI стадию зрелости семенников. Начало следующего полового цикла с остаточными процессами резорбции у самцов стерляди происходит в сентябре и октябре через 1,5-2 месяца, семенники находятся на II-VI стадиях зрелости. Именно на этом этапе зарождается генерация половых клеток следующего полового цикла, начало размножения сперматогоний на фоне остатков резорбирующихся сперматозоидов.

В ноябре семенники переходят в III-IV стадии зрелости, осуществляется новая волна сперматогенеза, включающая два деления мейоза с последующим формированием сперматозоидов.

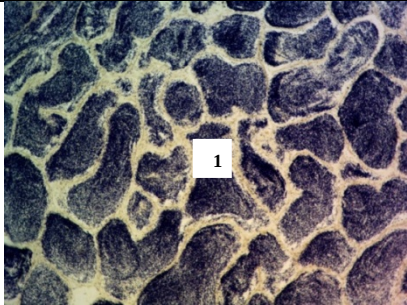
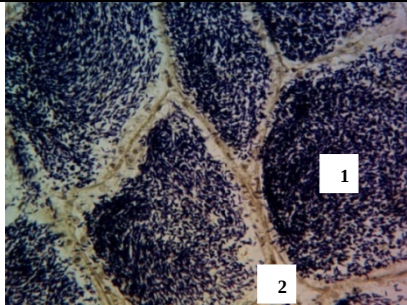
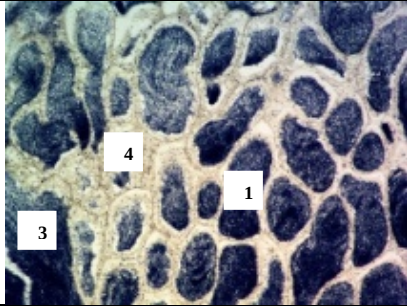
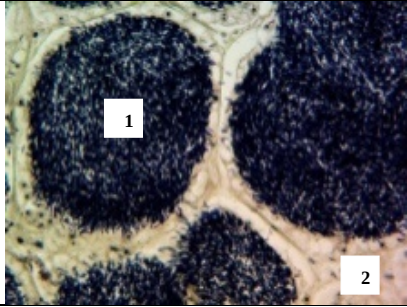
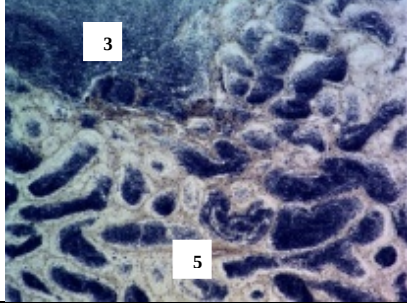
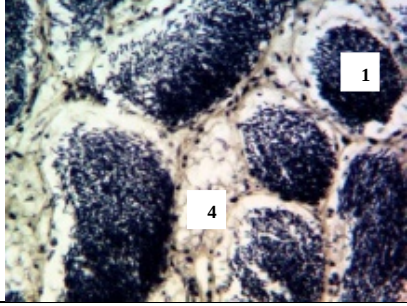
В декабре в цистах и в выводном протоке, при содержании в условиях искусственной зимовки с суммой тепла с нарастающим итогом 3286 градусо-дней, присутствуют преимущественно зрелые сперматозоиды для очередного полового цикла.

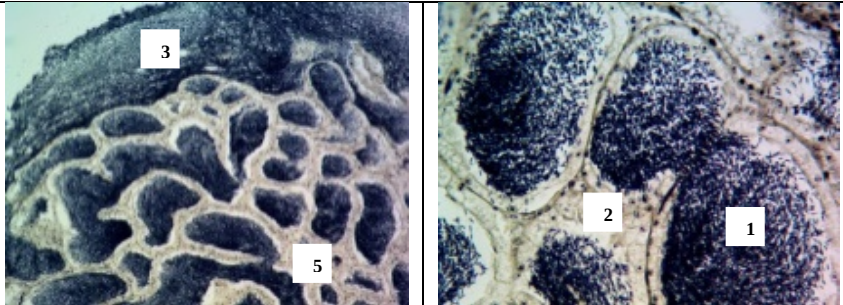
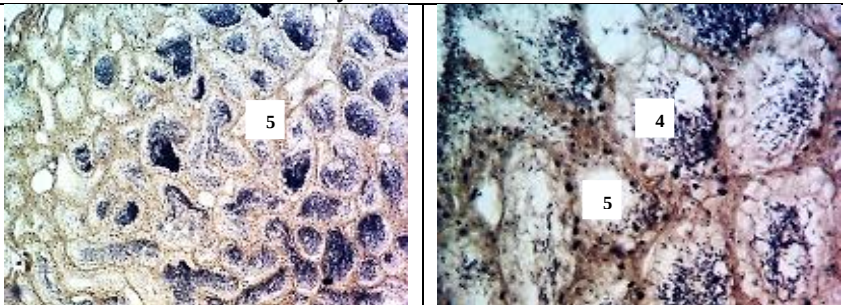
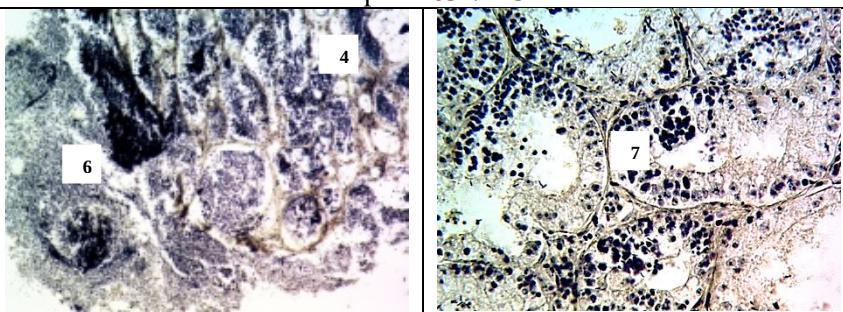
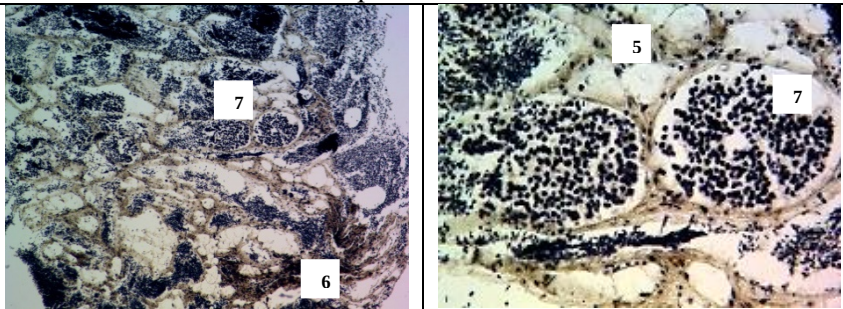
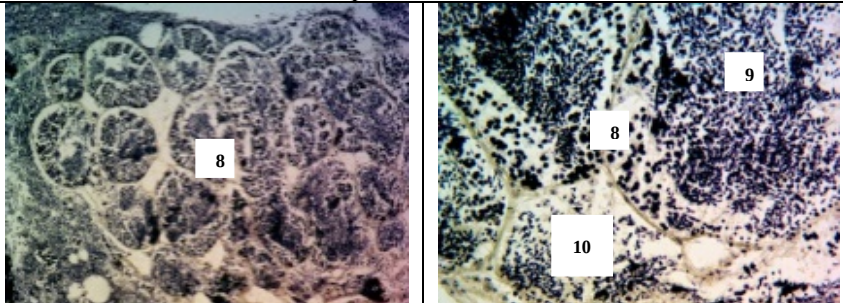
Изучение сперматогенеза в условиях УЗВ показало, что процесс развития половых клеток в холодной воде продолжается в медленном темпе, что

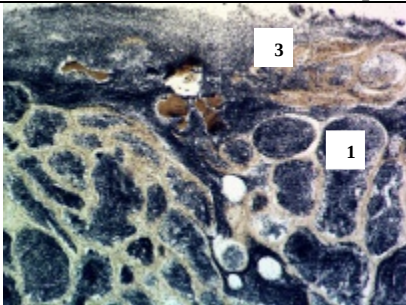
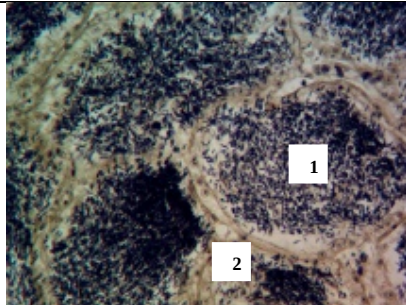
является весомым показателем возможности продления нерестового сезона на 2-3 месяца при регулировании температурных условий для получения половых продуктов от половозрелых рыб.

Характеристика сперматогенеза стерляди и развитие половых клеток в течение годовичного полового цикла с помесечными показателями суммы тепла за месяц условиях длительной искусственной зимовки УЗВ на протяжении одного года представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Характеристика сперматогенеза у осетровых рыб на примере стерляди при содержании в условиях длительной искусственной зимовки УЗВ

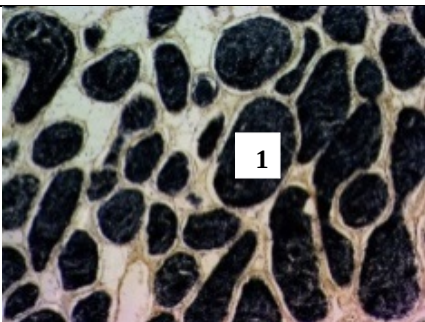
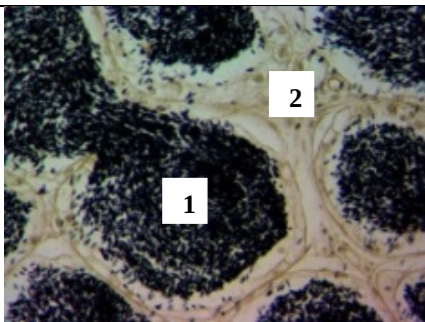
Описание развития половых клеток в течение годовичного полового цикла	Гистологическая картина сперматогенеза	
	ув. ок.10× об.10×	ув. ок.10× об.40×
Начальное состояние семенников. В фрагментах гонад присутствует волна сперматогенеза, в цистах преимущественно находятся зрелые сперматозоиды	Декабрь 2019 г.	
		
При содержании производителей в условиях искусственной зимовки в УЗВ с января по апрель гистологический анализ не проводился.	Январь – 155* Февраль - 145*/300** Март - 155*/455** Апрель - 150*/605** Май - 155*/760**	
С мая по июль самцов продолжали содержать в УЗВ, при этом у них брали пробы гонад для гистологического анализа. В цистах и в выводном протоке преимущественно находятся зрелые сперматозоиды с помесечным увеличением резорбционных процессов. Для семенников характерна IV, V, VI стадии зрелости, это весомый показатель о возможности продления нерестового сезона на 2-3 месяца при регулировании температурных условий для получения половых продуктов от половозрелых рыб.		
	Июнь - 150*/910**	
		

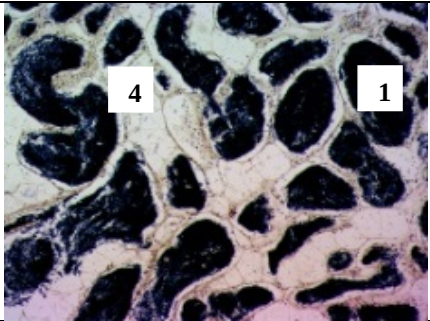
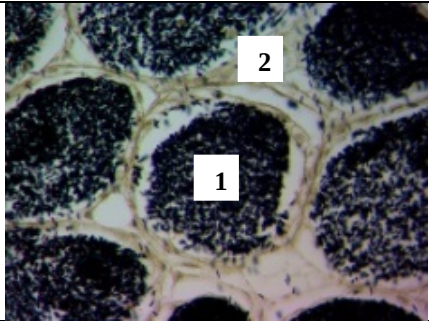
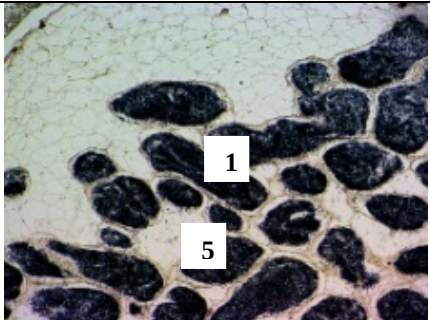
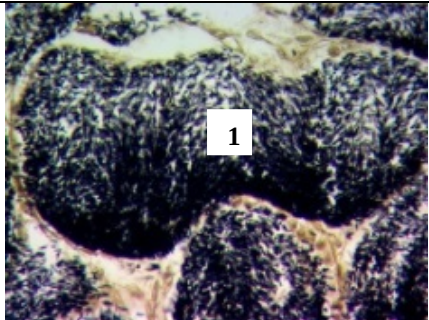
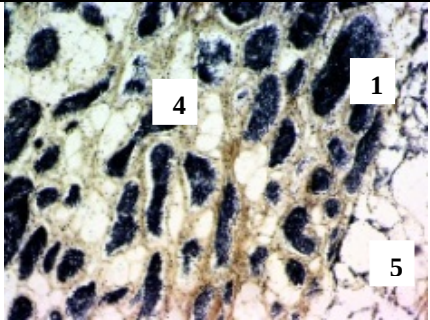
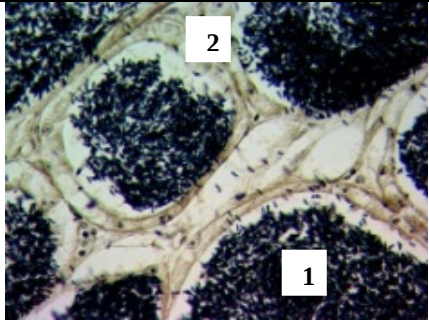
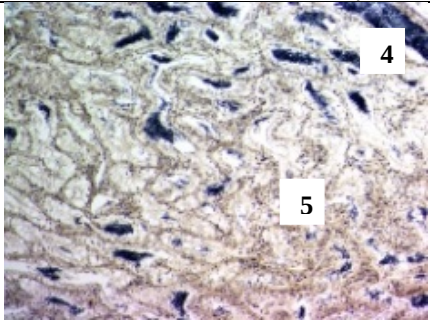
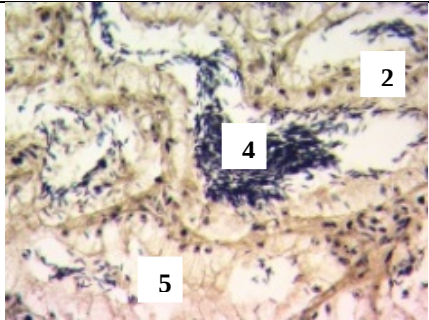
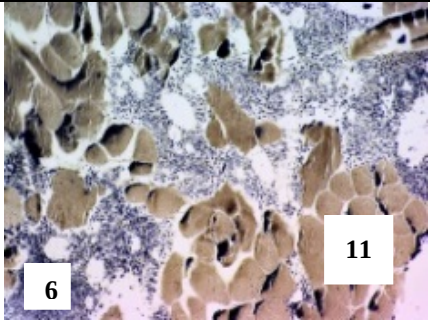
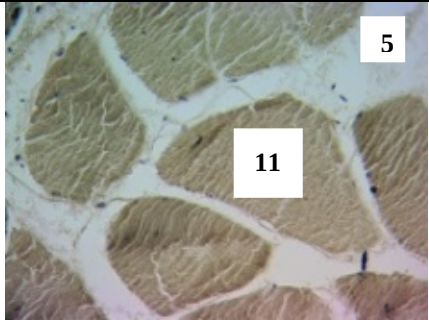
	Июль - 289*/1199** 
В августе и сентябре, в течении 1,5 месяцев, заканчивается посленерестовый период нынешнего полового цикла. В цистах и выводном протоке завершается остаточная резорбция перезревших сперматозоидов. Начало следующего полового цикла у самцов стерляди параллельно с остаточными процессами резорбции начинается в сентябре и октябре. Семенники в это время переходят во II-VI стадии зрелости. Именно на этом этапе зарождается генерация половых клеток следующего полового цикла, начало размножения сперматогоний.	Август - 624*/1823** 
	Сентябрь - 469*/2292** 
	Октябрь - 416*/2708** 
В ноябре семенники находятся на III, IV стадиях зрелости. Проходит волна сперматогенеза, включающая два деления мейоза с последующим формированием сперматозоидов.	Ноябрь - 310*/3018** 

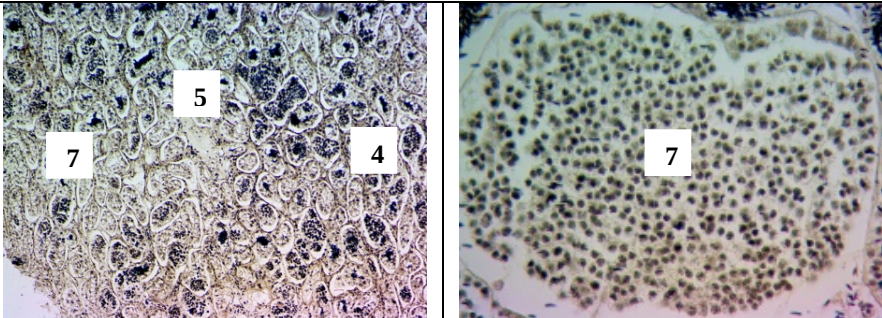
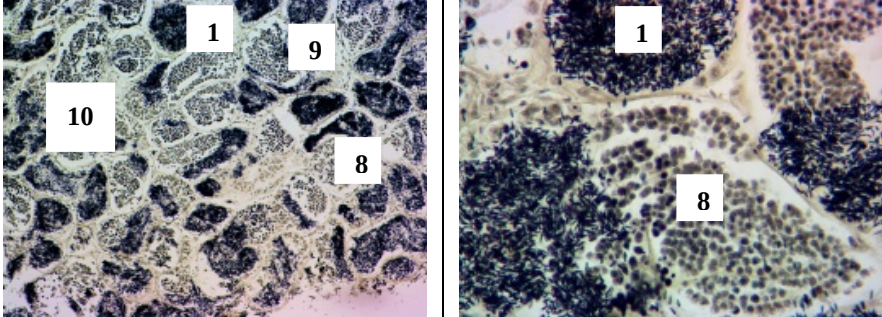
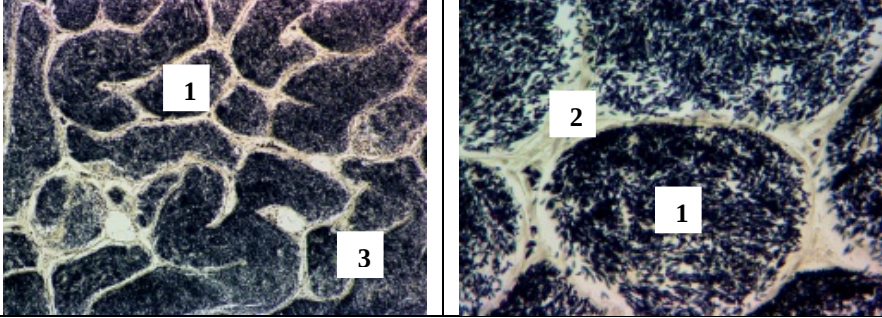
В декабре в цистах и в выводном протоке преимущественно находятся зрелые сперматозоиды для очередного полового цикла.	Декабрь - 268*/3286**	
		
Примечания: * - сумма тепла за месяц, градусо-дней; ** - сумма тепла с нарастающим итогом, градусо-дней; 1 - зрелые сперматозоиды в цистах; 2 - фолликулярная оболочка цист; 3 - сперматозоиды в выводном протоке; 4 – резорбция сперматозоидов в цистах; 5 – опустевшие цисты от сперматозоидов; 6 - резорбция сперматозоидов в выводном протоке; 7 – размножение сперматогоний; 8 – сперматоциты I порядка; 9 – сперматоциты II порядка; 10 – сперматиды.		

Характеристика сперматогенеза сибирского осетра и развитие половых клеток в течение годового полового цикла с помесечными показателями суммы тепла за месяц и суммы тепла с нарастающим итогом в 3852 градусо-днях в условиях длительной искусственной зимовки УЗВ на протяжении одного года представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Характеристика сперматогенеза у сибирского осетра при содержании в условиях длительной искусственной зимовки (УЗВ) на протяжении одного года

Описание развития половых клеток в течение годового полового цикла	Гистологическая картина сперматогенеза	
	ув. ок.10× об.10×	ув., ок.10× об.40×
Начальное состояние семенников. В фрагментах гонад присутствует волна сперматогенеза, в цистах преимущественно находятся зрелые сперматозоиды		
При содержании производителей в условиях искусственной зимовки в УЗВ с января по апрель гистологический анализ не проводился.	Январь - 155 Февраль - 140*/295** Март -155*/450** Апрель - 150*/600**	

С мая по июль самцов продолжали содержать в УЗВ, при этом у них брали пробы гонад для гистологического анализа. В цистах и в выводном протоке преимущественно находятся зрелые сперматозоиды с помесичным увеличением резорбционных процессов. Для семенников характерна IV, V, VI стадии зрелости, это говорит о возможности продления нерестового сезона на 2-3 месяца при регулировании температурных условий с целью получения половых продуктов от половозрелых рыб.	Май - 155*/755**	
		
	Июнь - 150*/905**	
В августе и в сентябре, в течение 1,5 месяцев, заканчивается посленерестовый период нынешнего полового цикла. В цистах завершается остаточная резорбция перезревших сперматозоидов, с преобладанием в сентябре в выводном протоке тотальной резорбции цист с перезревшими сперматозоидами		
	Июль - 606*/1511**	
		
В августе и в сентябре, в течение 1,5 месяцев, заканчивается посленерестовый период нынешнего полового цикла. В цистах завершается остаточная резорбция перезревших сперматозоидов, с преобладанием в сентябре в выводном протоке тотальной резорбции цист с перезревшими сперматозоидами	Август - 685*/2196**	
		
	Сентябрь - 496*/2692**	
		

Начало следующего полового цикла начинается в октябре с размножения сперматогоний, новой генерации половых клеток. Семенники в это время находятся во II-VI стадии зрелости.	Октябрь - 504*/3196** 
В ноябре осуществляется волна сперматогенеза, включающая два деления мейоза с последующим формированием сперматозоидов, семенники переходят в III, IV стадии зрелости.	Ноябрь - 380*/3576** 
В декабре при сумме тепла с нарастающим итогом 3852 градусо-дней в цистах и в выводном протоке преимущественно находятся зрелые сперматозоиды для очередного полового цикла.	Декабрь - 276*/3852** 
Примечания: * - сумма тепла за месяц, градусо-дней; ** - сумма тепла с нарастающим итогом, градусо-дней; 1 - зрелые сперматозоиды в цистах; 2 - фолликулярная оболочка цист; 3 - сперматозоиды в выводном протоке; 4 – резорбция сперматозоидов в цистах; 5 – опустевшие цисты от сперматозоидов; 6 - резорбция сперматозоидов в выводном протоке; 7 – размножение сперматогоний; 8 – сперматоциты I порядка; 9 – сперматоциты II порядка; 10 - сперматиды	

Таким образом, при создании определенных температурных условий в градусо-днях (оно немного различается при сравнении стерляди с сибирским осетром), но принцип сходный – обеспечивается продление нерестового сезона на 2-3 месяца путем смещения половых циклов, обеспечивая при этом повышение продуктивности в рыбоводных предприятиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ

В результате гистологических исследований гаметогенеза у самок и самцов стерляди и сибирского осетра при содержании в бассейнах прямоточного водоснабжения и УЗВ (условия длительной зимовки) показан закономерный ход развития половых клеток во взаимозависимости от температурного фактора в годичном половом цикле.

Анализ фрагментов яичников и семенников показал ход годичных половых циклов, картину естественных процессов асинхронного развития

половых клеток, последовательные преобразования зрелых и перезревших половых клеток в семенниках и яичниках осетровых рыб. Такой этапный анализ развития половых клеток в зависимости от экологических факторов (температурного влияния воды) при знании закономерностей оогенеза и сперматогенеза, позволил предложить пути управления процессами у единовременно нерестующих рыб.

Сравнительное изучение оогенеза и сперматогенеза при содержании в бассейнах прямоточного водоснабжения и в условиях УЗВ показало, что процесс развития половых клеток в холодной воде продолжается в медленном темпе, что является весомым показателем о возможности продления нерестового сезона на 2-3 месяца при регулировании температурных условий для получения половых продуктов от половозрелых рыб.

Знание закономерного процесса сперматогенеза и репродуктивные способности сибирского осетра и стерляди при различных условиях содержания, в прямоточных бассейнах отдела «Конаковский» и в условиях длительной искусственной зимовки УЗВ позволили выделить сроки и продолжительность нереста в преднерестовый, нерестовый и посленерестовый периоды годового цикла. Это происходит путем смещения половых циклов на 60-90 суток, нерестовый сезон проходит не с января по май, а увеличивается и может проходить с января по июль, в течение семи месяцев при регулировании температурных условий.

Технологическая особенность установок замкнутого цикла водообеспечения дает возможность регулировать условия среды, контролировать процесс гаметогенеза и выводить самок и самцов осетровых рыб в нерестовое состояние в необходимый период времени, обеспечивая получение половых продуктов высокого рыбоводного качества в нужные для предприятия сроки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Акимова Н.В. Гаметогенез и половая цикличность сибирского осетра в естественных и экспериментальных условиях // Особенности репродукционных циклов у рыб в водоемах разных широт. – М.: Наука, 1985. – С. 111-122.

Гербильский Н.Л. Гонадотропная функция гипофиза у костистых и осетровых // Труды лаб. основ рыбоводства. – Т. 1. – Л., 1947. – С. 25-95.

Детлаф Т.А., Гинзбург А.С., Шмальгаузен О.И. Развитие осетровых рыб. – М.: Изд. Наука, 1981. – 224 с.

Гречанов И.Г., Володин И.М. Экспериментальное изучение явления тотальной резорбции спермиев в семенниках леща *Abramis brama* (L.) Рыбинского водохранилища // Вопросы ихтиологии. – 1981. – Т. 21, вып. 6. – С. 1125-1129.

Дрягин П.А. Половые циклы и нерест рыбы / Изв. ВНИОРХ. – 1949. – Т. 28. – С. 3-113.

Илясова В.А. Гаметогенез и половые циклы новых объектов рыбоводства и акклиматизации в связи с искусственным воспроизводством: автореф. дисс. ... докт. биол. наук. – М., 1995. – 48 с.

Илясова В.А., Мельченков Е.А., Канидьева Т.А., Воробьёв А.П., Арчибасов А.А. Прогноз продолжительности межнерестового интервала у осетровых рыб при содержании в бассейновом прямоточном хозяйстве // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2020. – № 6. – С. 65-72.

Илясова В.А., Мельченков Е.А., Калмыкова В.В., Козовкова Н.А., Воробьёв А.П., Арчибасов А.А., Мищенко А.В. Анализ закономерного хода сперматогенеза у сибирского осетра при искусственном воспроизводстве в зависимости от абиотических факторов // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры. – М.: Издательство «Перо», 2021а. – Вып. 92. – С. 4-12.

Илясова В.А., Мельченков Е.А., Калмыкова В.В., Данилова Е.А., Арчибасов А.А., Воробьёв А.П. Процесс развития воспроизводительной системы у самцов осетровых рыб в промышленных условиях на примере стерляди волжской популяции // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2021б. – № 8. – С. 32-42.

Илясова В.А., Мельченков Е.А., Воробьёв А.П., Калмыкова В.В., Арчибасов А.А., Мищенко А.В. Половые циклы и сперматогенез самцов стерляди в условиях различных промышленных рыбоводных предприятий // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2022. – №7. – С. 473-487.

Казанский Б.Н. Закономерность гаметогенеза и полового цикла у рыб // Научные открытия России. Государственный реестр открытий СССР. – Научное открытие №20 от 11.07.1949 г. <http://ross-nauka.narod.ru/03/03-020.html>

Казанский Б.Н. Овогенез и адаптации, связанные с размножением у рыб: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Л.: ЛГУ им. А.А. Жданова, 1956. – 36 с.

Казанский Б.Н. Закономерности гаметогенеза и экологическая пластичность размножения рыб // Экологическая пластичность рыб. – Л.: ЛГУ, 1975. – С. 3-32.

Казанский Б.Н., Феклов Ю.А., Подушка С.Б., Молодцов А.Н. Экспресс-метод определения степени зрелости гонад у производителей осетровых // Рыбное хозяйство. – 1978. – № 2. – С. 24-27.

Кошелев Б.В. Закономерности изменения половых циклов у рыб // Теоретические основы рыбоводства. – М.: Наука, 1965. – С. 33-40.

Кошелев Б.В. Изучение размножения рыб (гаметогенез, скорость полового созревания, половая цикличность, ритм икрометания и экология нереста) // Исследование размножения и развития рыб. – М.: Наука, 1981. – С. 5-16.

Кошелев Б.В. Экология размножения рыб. М.: Наука, 1984. – 307 с.

Мейен В.А. Изменение половых циклов самок костистых рыб под влиянием экологических условий // Изв. АН СССР, 1944. – Сер. биол. – № 2. – С. 351-373.

Мельченков Е.А., Илясова В.А., Канидьева Т.А., Бекина Е.Н., Данилова Е.А., Воробьев А.П., Арчибасов А.А. Оогенез сибирского осетра (*Acipenser baerii* Brandt, 1869) в условиях индустриального предприятия // Вестник рыбохозяйственной науки. – 2020а. – Т. 7, № 1 (25). – С. 4-12.

Мельченков Е.А., Илясова В.А., Канидьева Т.А., Бекина Е.Н., Данилова Е.А., Воробьев А.П., Арчибасов А.А. Оогенез стерляди (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758) волжской популяции в условиях индустриального предприятия // Вестник рыбохозяйственной науки. – 2020б. – Т. 7, № 1 (25). – С. 12-22.

Мельченков Е.А., Илясова В.А., Мышкин А.В., Канидьева Т.А., Бекина Е.Н., Воробьев А.П., Данилова Е.А., Арчибасов А.А., Козовкова Н.А., Мищенко А.В. Рекомендации по повышению продуктивности маточных стад осетровых рыб за счет управления созреванием самок в индустриальных условиях (на примере сибирского осетра и стерляди) – М.: ООО «Корал-Принт, 2020в. – 32 с.

Мельченков Е.А., Илясова В.А., Воробьев А.П., Канидьева Т.А., Бекина Е.Н., Арчибасов А.А. Сперматогенез стерляди (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758) в условиях индустриального бассейнового хозяйства // Сб. науч. тр./ Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры. – М.: Издательство «Перо», 2020 г. – Вып. 91. – С. 4-11.

Мельченков Е.А., Илясова В.А., Калмыкова В.В., Воробьев А.П., Арчибасов А.А., Антипина Ю.А. Оценка влияния температурных условий содержания на процесс сперматогенеза и продукционные характеристики сибирского осетра в условиях рыбоводных хозяйств различного типа // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2022. – № 5. – С. 327-339.

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

Подушка С.Б. Периодичность размножения осетровых (литературный обзор). // Экология и гистофизиология размножения гидробионтов. Межвузовский сборник. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1989. – С. 43-75.

Подушка С.Б. Межнерестовые интервалы у осетровых (*Acipenseridae*) // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. – 1999. – № 2. – С. 20-38.

Подушка С.Б. Критический обзор публикаций о нарушениях репродуктивной системы у осетровых рыб // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. – 2000. – № 3. – С. 3-30.

Рабазанов Н.И. Функциональные изменения гаметогенеза и полового цикла в водоемах с нарушенным экологическим режимом: автореф. дисс. ... докт. биол. наук. – Махачкала, 2010. – 48 с.

Ромейс Б. Микроскопическая техника. – М.: Изд-во иностр. лит., 1953. – 718 с.

Сакурн О.Ф., Буцкая Н.А. Определение стадий зрелости и изучение половых циклов рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1963. – 36 с.

Сакун О.Ф., Свирский В.Г. Дегенерация ооцитов периода превителлогенеза и вителлогенеза в половом цикле дальневосточной сардины *Sardinops sagax melanosticta* // Вопросы ихтиологии. – 1992. – Т. 32, вып. 3. – С. 52-58.

Серебрякова Е.В. Исследование гонад производителей осетра Волгоградского водохранилища // Труды ВНИРО. Осетровые южных морей Советского Союза. – 1964. – Т. 56, сб. 3. – С. 117-130.

Трусов В.З. Некоторые особенности созревания и шкала зрелости половых желез осетра // Труды ВНИРО. – 1964. – Т. 56, сб. 3. – С. 69-78.

Турдаков А.Ф. Воспроизводительная система самцов рыб. – Фрунзе: Изд-во «ИЛИМ», 1972. – 280 с.

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

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

Чебанов М.С., Галич Е.В. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб – М., 2013. – 325 с.

Чмилевский Д.А. Оогенез рыб в норме и при экстремальных условиях: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – С.-Пб.: СПб гос. ун-т, 2000. – 31 с.

Шихшабеков М.М. Особенности репродуктивных циклов у рыб в водоемах разных широт. – М.: Наука, 1985. – 139 с.

THE ROLE OF HISTOLOGICAL STUDIES IN THE RESEARCH OF STURGEON SPECIES IN INDUSTRIAL FARM CONDITIONS, USING THE SIBERIAN STURGEON OF THE LENA POPULATION AND THE STERLET OF THE VOLGA POPULATION AS EXAMPLES

V.A. Ilyasova, E.A. Mel'chenkov, V.V. Kalmykova,
A.P. Vorob'ev, A.A. Archibasov, A.I. Valyagina
Branch for the Freshwater Fisheries of VNIRO («VNIIPRKh»)
E-mail: innovazii-vniiprh@mail.ru

Abstract. The article shows the trends of gametogenesis and reproductive cycles in female and male sturgeons kept in flow-through tanks and RAS during artificial wintering. At low water temperatures, it is possible to prolong the spawning season by 2-3 months from May to July, ensuring a 7-month fish breeding season from January to July and high-quality reproductive products whenever the farm needs them. Females' proclivity for an annual, two-year, or three-year inter-spawning interval is determined by water temperature and thermal constant, which can be determined using histological analysis of biopsy samples 6 months after spawning.

Keywords: sturgeon, Siberian sturgeon, sterlet, gametogenesis, oogenesis, сперматогенез, histological characteristics, industrial farm, RAS.

**МАТЕРИАЛЫ К РЕКОМЕНДАЦИЯМ ПО ЗАГОТОВКЕ,
ПРЕДНЕРЕСТОВОМУ ВЫДЕРЖИВАНИЮ, ПРОВЕДЕНИЮ
ЕСТЕСТВЕННОГО НЕРЕСТА БАЙКАЛЬСКОГО ОМУЛЯ В
Р. СЕЛЕНГА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА
В 2021 ГОДУ**

А.Е. Коркина
Байкальский филиал ФГБНУ «ВНИРО»
E-mail: sasha.korkina.1997@mail.ru

В данной работе приведены материалы по сбору, анализу, обработки материалов по выдерживанию производителей байкальского омуля, определению оптимальной плотности посадки рыб в садках, определение эффективности использования производителей в 2021 г.

Ключевые слова: байкальский омуль, воспроизводство, производители, икра.

ВВЕДЕНИЕ

Омуль байкальский (*Coregonus migratorius*, Georgi, 1775) относится к озерно-речным проходным сиговым, нагуливается в оз. Байкал, на нерест идет во впадающие в него реки. Байкальский омуль р. Селенги представлен тремя морфоэкологическими группами (МЭГ): пелагической, придонно-глубоководной, прибрежной. На основании раздельного учета численности омуля разных морфотипов, проводившемся с 1985 г., соотношение омулей разных морфо-экологических групп в нерестовом стаде р. Селенга остается стабильным. Основу нерестового стада составляет многотычинковый (пелагический) омуль.

Для воспроизводства пелагической (многотычинковой) морфоэкологической группы байкальского омуля, заходящей на нерест в р. Селенга был построен в 1984 г. Селенгинский экспериментальный рыбоводный завод (СЭРЗ). Главная цель работы завода – компенсация вредного воздействия промышленных и бытовых стоков на нерестилища омуля, расположенные ниже г. Улан-Удэ. Количественные производственные показатели СЭРЗ в течение последних двух десятилетий отличались нестабильностью, с колебаниями объёмов сбора от полумиллиарда икринок до нуля, что связано с ежегодной спецификой нерестового хода производителей омуля по р. Селенге. Протяженность нерестовой миграции многотычинкового омуля может составлять от 80-90 до 450 км от устья. Иногда, при максимально протяженной миграции, часть омуля уходит на сопредельную территорию – в Монголию. Поэтому в годы с низким миграционным потенциалом, когда производители не доходят до традиционных мест отлова основной проблемой

искусственного воспроизводства омуля является заготовка, выдерживание производителей и получение икры в условиях временных рыбоводных пунктов в нижнем течении реки.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Работы по сбору, анализу, обработке материалов к разработке рекомендаций по заготовке, преднерестовому выдерживанию, проведению естественного нереста омуля для целей искусственного воспроизводства проводятся второй год.

Данные, характеризующие зрелость производителей различных периодов захода в р. Селенга, были собраны 16.09.2021 г. – 14.10.2021 г. в ходе выполнения работ по учету численности и характеристики динамики нерестовой миграции омуля. Отлов рыб осуществляли на 20-50 км от устья реки. Для отлова использовали жаберные сети ячеей 36-40 мм, высотой 5 м, длиной до 100 м.

Работы по отлову и выдерживанию байкальского омуля в садках начали 02.10.2021 г. Производителей омуля в р. Селенга отлавливали закидным неводом длиной 80 м, высотой 6 м, ячеей в мотне 14 мм, на тонеом участке, расположенном на 40 км от устья. Садки установили в основном русле реки на 42 км от устья. Отловленных рыб от мест поимки до садков перевозили в емкостях объемом 60-80 л по 10-30 экз., время транспортировки – 5-10 минут. Рыб распределили в два садка. Полезный объем каждого садка 8 м³ (рисунок 1). Параметры садков – длина 4 м, ширина 2 м, глубина 1м. Всего отловили 1502 экз. омуля, из которых самцы – 814 экз., самки – 688 экз. Ежедневно проводили подсчет погибших рыб. При их осмотре фиксировали визуально различимые морфо-анатомические нарушения: изменения внешних покровов – наличие ран, ссадин, состояние чешуйного покрова, целостность лучей на плавниках. У вскрытых рыб отмечали изменения во внутренних органах – увеличенные размеры плавательного пузыря, наличие кровоизлияний почек, печени и в яичниках. Проводили наблюдения за экологическими условиями содержания рыб (температура, скорость течения). Скорость течения в садках регулировали путем частичного перекрытия торцевой, передней сетки. В период выдерживания рыбы скорость течения составляла 0,2-0,3 м/с, в период смыва икры 0,5-0,6 м/с. Скорость течения определяли при помощи гидрометрической микровертушки ГМЦМ-1.



Рисунок 1 – Внешний вид садка, установленного в русле реки Селенга

Измерение температуры воды проводили ежедневно при помощи термооксиметра «Самара-2». Стадии зрелости самок омуля определяли, руководствуясь методическими рекомендациями, разработанными для байкальского омуля [Смирнова-Залуми, 1978]. Коэффициент зрелости – отношение массы гонад к массе тела рыбы. Индекс зрелости гонад самок – отношение коэффициента зрелости гонад самок на данной стадии к максимальному коэффициенту зрелости перед овуляцией икры. Коэффициент эффективности сбора икры (K_1) определяли, как отношение среднего количества икры, собранной от одной самки, к средней абсолютной индивидуальной плодовитости. Коэффициент эффективности использования производителей (K_2) – отношение среднего количества живой оплодотворенной икры, собранной от одной самки, к средней абсолютной индивидуальной плодовитости.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По данным учетных работ, проводимых в пункте М. Колесово (30 км от устья), до 15 сентября заход омуля в р. Селенгу был единичным. В период 15.10.2021 г. – 19.10.2021 г. наблюдался массовых заход производителей по протокам северной части дельты р. Селенга. Второй пик захода отмечен в период 25.10.2021 г. – 08.11.2021 г., рыба заходила через южные протоки. Заход омуля был самым поздним за более чем 100-летний период наблюдений. Динамика захода омуля показана на рисунке 2. В период захода основной части нерестового стада в р. Селенга наблюдался аномально высокий уровень воды. В результате выхода воды на пойменные участки оказались затопленными места отлова омуля и постановки садков. Паводковые воды залили подъездные пути, стали невозможным транспортировка и установка оборудования (садки и вагон для проживания), размещение полевого отряда в непосредственной близости от мест проведения работ.

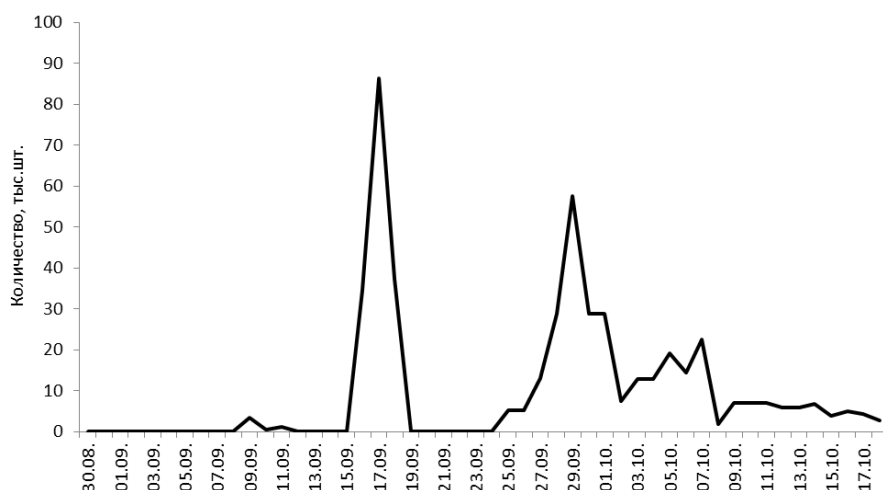


Рисунок 2 – Динамика захода пелагического омуля в р. Селенга

По причине сложных гидрологических условий работы по отлову и выдерживанию рыб начали с 02.10.2021 г. после снижения уровня воды, ее схода с пойменных и тоневых участков. Начиная со 2 октября и до завершения работ уровень воды интенсивно падал. Максимальное суточное падение составило 10 см. За весь период выдерживания омуля снижение уровня составило 95 см. Среднесуточные показатели температуры воды и изменения относительного уровня р. Селенга показаны на рисунке 3.

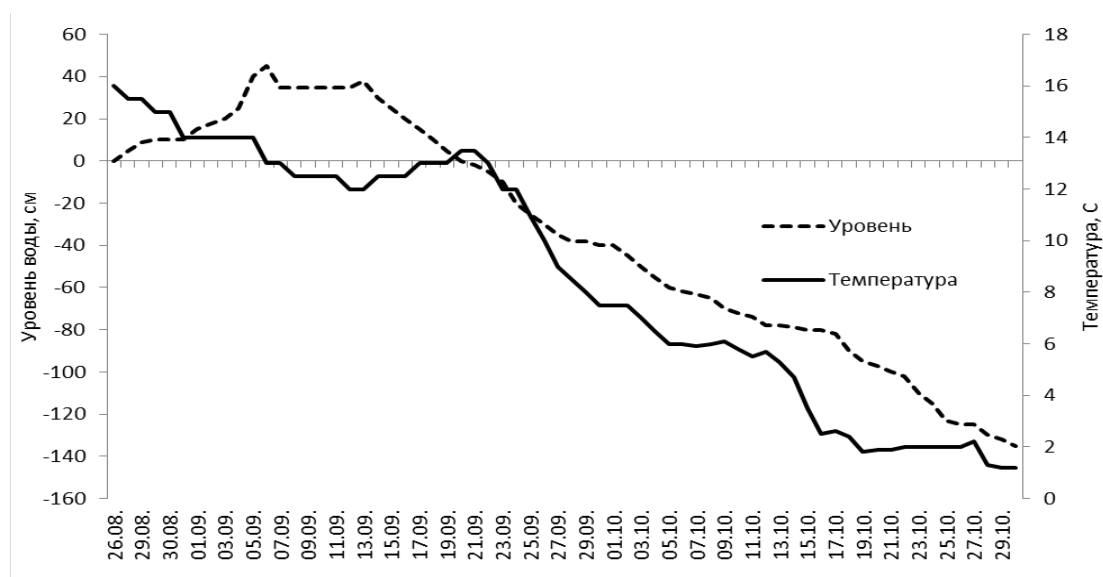


Рисунок 3 – Среднесуточные показатели температуры и изменения относительного уровня воды в период выдерживания производителей омуля и получения икры

Динамика созревания производителей омуля разных периодов захода в р. Селенга представлена ниже (рисунок 4). Эти данные демонстрируют общую закономерность для анадромных мигрантов, их равномерное созревание в течение всей нерестовой миграции, а при завершении трофоплазматического

роста, когда КЗ достигают максимальных значений при ИЗ более 85%, происходят физиологические перестройки в ооците и происходит подготовка икры к овуляции, достигая 100% ИЗ. Как показали исследования, производители второго периода с северной стороны начали заход с 16 на 17 сентября при КЗ равным 14,35% или 57,46% индекса зрелости.

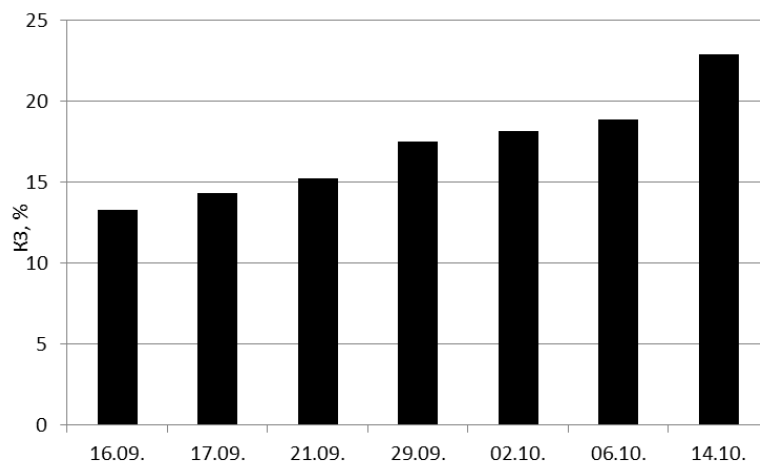


Рисунок 4 – Динамика созревания производителей омуля в р. Селенга

Отлов и отсадку производителей в первый садок начали 2 октября, во второй – 8 октября. Садки идентичные по своим параметрам. Основное количество, свыше 81%, омуля в первый садок отсадили в период 4-7 октября, при температуре воды 6,1-5,4°C, во второй – 76% в период 10-12 октября при 5,7-2°C (рисунок 5). Таким образом, был отловлен омуль второго периода захода. Плотность посадки производителей в первом садке составила 89 экз./м³ или 53 кг/м³, во втором – 99 экз./м³ или 59 кг/м³. Для сравнения отметим, что плотность посадки омуля в октябре 2020 г. составила 82-86 экз./м² или 49,3-51,8 кг/м³.

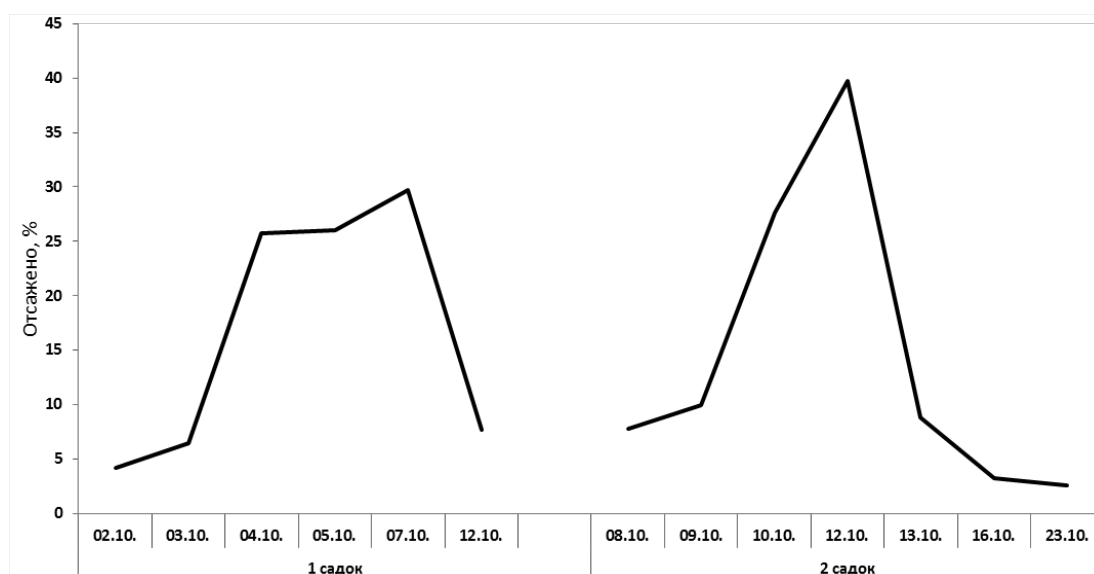


Рисунок 5 – Заполняемость садков производителями омуля

Состояние зрелости погибших самок демонстрирует их равномерное созревание (рисунок 6). Однако, если основной отход производителей в первом садке пришелся на период завершения трофоплазматического роста (стадии 4в-г - 4г), то во втором на период физиологической перестройки яйцеклеток перед овуляций, т.е. на стадии 4г-5а. Необходимо также отметить, что погибали в основном наиболее крупные самки. В первом садке гибель самцов за период выдерживания составила 10%, самок 80%, во втором – 5,8% и 68% от числа отсаженных производителей.

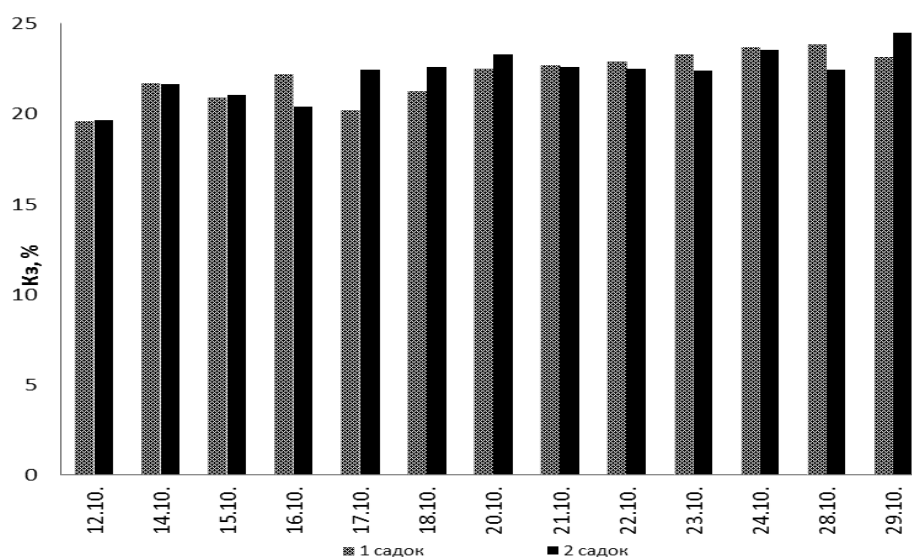


Рисунок 6 – Коэффициент зрелости самок, погибших в период выдерживания

Нерест в садках начался 22 октября при температуре воды 2,0°C и закончился ко 2 ноября при 0,7°C. Наибольшее количество икры было получено в период 29.10.2021 г. – 01.11.2021 г. при температуре 1-0,8°C (рисунок 7). Сбор икры осуществлялся раз в двое суток. Икру смывали при помощи мотопомпы. Транспортировку икры до СЭРЗ осуществляли в пенопластовых ящиках без рамок. Время транспортировки не превышало 3 часов. Полученную икру подсчитывали объемно-весовым способом. Оплодотворяемость икры определяли в соответствии с методическими рекомендациями [Черняев, 1968]. Инкубация икры осуществляется в аппаратах Вейса на СЭРЗ БФ ФГБУ «Главрыбвод». Всего отнерестились в первом садке 61 самка, во втором – 121.

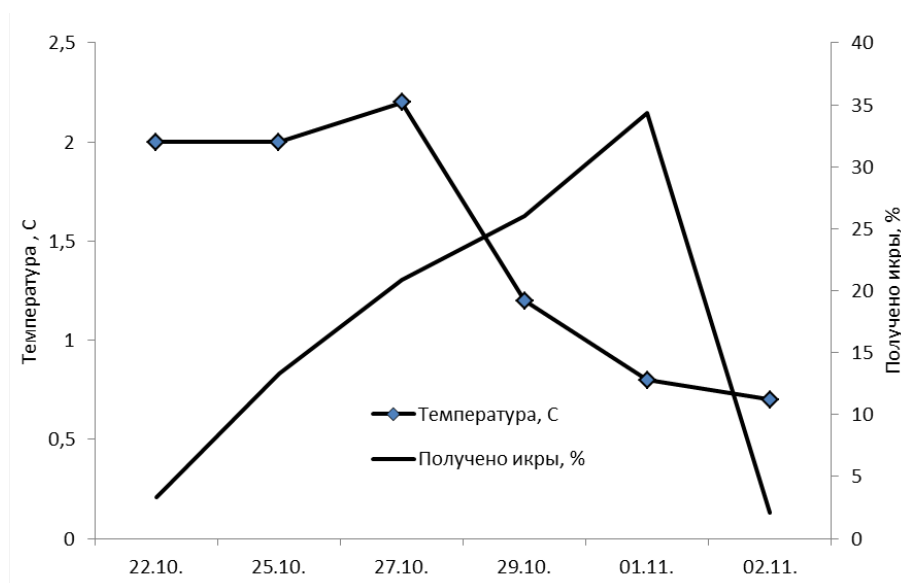


Рисунок 7 – Зависимость интенсивности нереста омуля от температуры воды

Получили от самок из первого садка 845 691 шт. икры, из второго – 1 985 645 шт. икры. Рабочая плодовитость отнерестившихся самок в первом садке составила 13 864 шт. икры или 65,8% от АИП, во втором садке 16 410 шт. икры и 77,9% соответственно. Оплодотворяемость икры была высокой – в первом садке 84%, во втором 90%. Основные биотехнические показатели использования производителей омуля показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Основные показатели использования производителей омуля

Показатели	садок 1		садок 2	
	самцы	самки	самцы	самки
Всего отсажено, экз.	404	306	410	382
Отход за период выдерживания, экз./%	41/10	245/80	24/5,8	261/68
Отнерестилось, экз.	363	61	386	121
Всего получено икры, шт.	845 691		1 985 645	
Получено икры от одной отсаженной самки, шт.	2 764		5 198	
АИП, шт. икры	21 063		21 063	
Получено от одной отнерестившейся самки, шт. икры/% от АИП	13 864/65,8		16 410/77,9	
Оплодотворяемость икры, %	84		90	
Всего оплодотворенной икры, шт.	710 380		1 787 081	
Получено оплодотворенной икры от одной отсаженной самки, шт.	2 321		4 678	
К1	13,1		24,7	
К2	11,0		22,2	

По визуально различимым морфо-анатомическим нарушениям погибших самок распределили на 7 групп. Наиболее часто встречались рыбы с увеличенным плавательным пузырем. Признаки дисфункции плавательного пузыря встречались у 60,3% от числа погибших самок. Кровоизлияния во

внутренних органах по частоте встречаемости составили 51,5% (рисунок 8а). Обнаружили кровоизлияние в почках в области грудного отдела позвоночника, гематомы кровеносных сосудов, гиперемию печени.

Частичное отсутствие чешуйного покрова, встреченное у 21,6% погибших самок, является следствием повреждений, полученных при отлове, сортировке, перевозке и выдерживании в садках. У 20,3% самок отмечено кровоизлияние в яичниках (рисунок 8б). Рыбы, имеющие раны, нанесенные бакланом, составили 33,5%. На поврежденных участках активно размножался грибок рода сапролегния (*Saprolegnia*), его гифы проникали в полость тела, в гонады, внутренние органы, вероятно, вызывая заражение крови (рисунок 8в). Кроме вышеперечисленных нарушений зафиксирована непроходимость генитального отверстия – 8,7%. Встречались самки, у которых прошла овуляция, фолликулярная и соединительнотканная оболочки лопнули, освобожденные из них овоциты, окруженные собственной и студенистой оболочками, выпали в полость яичника. Но, тем не менее, по причине воспалительных процессов в области генитального отверстия икра, даже при надавливании на брюшко рыбы, не могла выйти наружу (рисунок 8г). В группу «прочее» – 3,1% вошли рыбы, имеющие повреждения плавников, глаз, жаберных крышек. У многих самок совокупно встречались несколько нарушений внутреннего и внешнего строения.

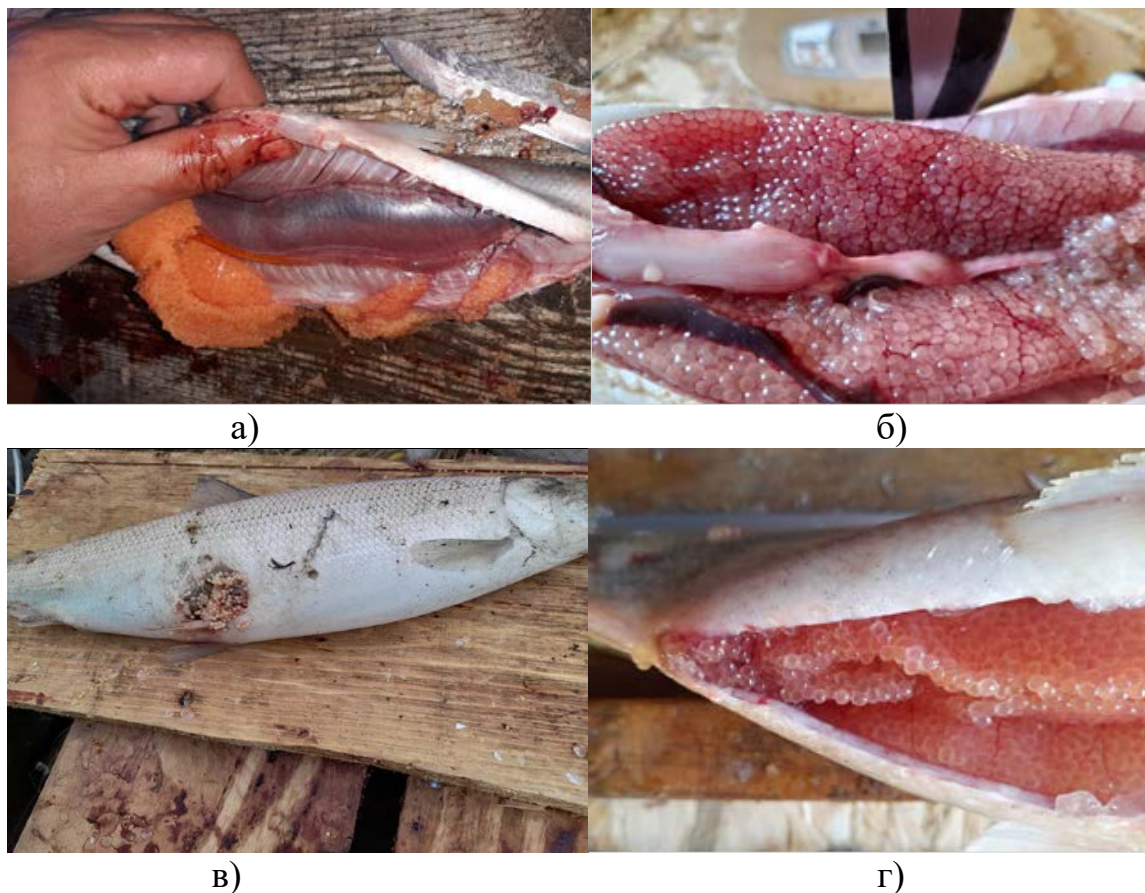


Рисунок 8 – Некоторые морфо-анатомические нарушения погибших самок: а) увеличенный плавательный пузырь; б) кровоизлияние в яичниках; в) раны, нанесенные бакланом; г) воспаление генитального отверстия

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По сравнению с данными 2020 г. эффективность работ в 2021 г. была ниже (таблица 2)

Таблица 2 – Сравнение основных показателей использования производителей омуля в 2020 и 2021 гг.

<i>Показатели</i>	<i>2020 г.</i>	<i>2021 г.</i>
Всего отсажено, экз.	2526	1502
Отход за период выдерживания, экз./% (среднее значение)	212/8	571/38
Остаток к началу нереста, экз.	2314	931
Всего получено икры, шт.	11 519 811	2 831 336
Среднее значение АИП, шт. икры	22 439	21 063
Получено от одной отнерестившейся самки в среднем, шт. икры/среднее значение % от АИП	10 911/48,5	15137/71,8
Оплодотворяемость икры, %	91	87
Всего оплодотворенной икры, шт.	10 619 535	2 497 461
Получено оплодотворенной икры от одной отсаженной самки в среднем, шт.	7985	3 499
K1	48,4	18,9
K2	35,6	16,6

Таким образом, несмотря на поздние сроки захода, показатели зрелости отлавливаемых самок были низкими. Низкие показатели коэффициентов K1 и K2 объясняется повышенной гибелью производителей, в первую очередь самок, в период выдерживания. Вероятно, основной причиной гибели самок омуля является нарушения физиологических процессов в период созревания. Для установления причин и решения этой проблемы необходимы комплексные исследования с участием специалистов – физиологов рыб, микробиологов, ихтиопатологов. Эффективность выдерживания, использования производителей во многом зависит от состояния их зрелости (ИЗ) при отсадке. Для уменьшения травматизма рыб при выдерживании следует использовать лотки большего размера, длиной не менее 6 м, рабочим объемом не менее 12 м³.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Смирнова-Залуми Н.С. Изменчивость системы воспроизводства и биотехника разведения байкальского омуля // Рыбное хозяйство. – 1978. – № 10. – С. 26-30.

Черняев Ж.А. 1968. Эмбриональное развитие байкальского омуля. //М.: Наука, 90 с.

Отчет. Дать оценку эффективности работы рыбоводных заводов Байкала и разработать рекомендации по оптимизации формирования запасов пелагического омуля и байкальского осетра // Фонды Байкальского филиала ФГБНУ «ВНИРО». – Улан-Удэ. – 1990. – 56 с.

**MATERIALS TO THE RECOMMENDATIONS ON PRE-SPHERING
MAINTENANCE, NATURAL SPRINGING OF THE BAIKAL OMUL IN
R. SELENGA FOR THE PURPOSES OF ARTIFICIAL REPRODUCTION
IN 2021**

A.E.Korkina

Baikal branch of FGBNU «VNIRO»

E-mail: sasha.korkina.1997@mail.ru

Abstract. This paper presents data on the collection, analysis, processing of materials for keeping spawners of the Baikal omul, determining the optimal stocking density of fish in cages, determining the efficiency of using spawners in 2020.

Keywords: Baikal omul, reproduction, producers, caviar.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРОД КАРПА СЕЛЕКЦИИ ВНИИПРХ

В.Н. Дементьев, Л.А. Шарт

*Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО»
(«ВНИИПРХ»)*

E-mail: tambovskiy2006@rambler.ru; shart.la45@gmail.com

В статье представлена краткая характеристика комплекса пород, породных групп и кроссов карпа селекционированных в лаборатории генетики и селекции рыб ВНИИПРХ, их происхождение, история создания, методы и основные этапы селекции, практическое использование.

Ключевые слова: генетика, селекция, породы, кроссы.

Всероссийский НИИ пресноводного рыбного хозяйства (ныне Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»)) долгие годы является ведущей научной организацией в области пресноводной аквакультуры. Мировую известность и широкое практическое использование получили многие разработки института, в том числе и в области генетики и селекции рыб.

Селекционные работы лабораторией генетики и селекции рыб проводятся практически весь период её существования в институте. К настоящему времени создан комплекс пород, породных групп и кроссов карпа, прошедших государственную апробацию и допущенных к хозяйственному использованию:

- Парская порода карпа с двумя внутривидовыми типами (московский чешуйчатый и московский разбросанный);
- Ангелинский чешуйчатый и ангелинский зеркальный породы карпа (с повышенной устойчивостью к «краснухе»);
- Генетически маркированная порода карпа – КМ 1 (одомашненная форма амурского сазана);
- Баттерфляй (маркированный геном рисунка карпа кои);
- Черфас (карасекарп).

На основе сформированного племенного фонда, так называемого «среднерусского карпа», ведутся работы по выведению ещё нескольких пород карпа, временно (до проведения государственной апробации и признания селекционными достижениями) называемые «породными группами»:

- Загорский карп;
- Карп ЗУНК;
- Голый и линейный карп.

Еще одна группа, которой сейчас уделяется большое внимание:

- Волжский сазан.

Ниже приводится краткая характеристика всех перечисленных пород и породных групп. Все эти группы содержатся на должном уровне и достаточно активно используются для производства различных промышленных гибридов [Породы и кроссы карпа селекции ВНИИПРХ, 2015; Лукин, Демкина, 2020; Рыбоводно-биологическая характеристика кроссов между московскими и ангелинскими породами карпа, 2020; Дементьев, 2022].

Парская порода карпа, утвержденная в 1989 г. (патент № 1934 от 09.07.2003 г.), является первой, официально признанной в России породой, получившей широкое распространение в рыбхозах центральной зоны Европейской территории страны.

На исходном этапе селекции, проводимой с начала 50-х годов прошлого столетия в рыбхозе «Пара» Рязанской области под руководством известного генетика-селекционера К.А. Головинской, были сформированы две племенные группы, называемые «отводками»: чешуйчатая (со сплошным типом чешуйного покрова) отводка М и «разбросанная» (с разбросанным типом чешуйного покрова) отводка УМ.

Основным методом селекции парского карпа было проведение интенсивного массового отбора среди сеголетков и двухлетков, выращенных при прогрессивной производственной технологии.

В 1981 г. обе отводки парского карпа (М – чешуйчатые и УМ – разбросанные) были завезены на экспериментальную базу ВНИИПРХ «Якоть» (Московская область), где в последующем они прошли несколько поколений естественного отбора на приспособленность к относительно суровым климатическим условиям первой зоны рыбоводства. Одновременно с этим проводили целенаправленный отбор на сохранение высоких продуктивных свойств породы, а также на высокую плодовитость самок. В итоге селекционные работы завершились созданием двух внутривидовых типов: московского чешуйчатого и московского разбросанного.

На базе чешуйчатой отводки М был создан внутривидовой тип парской породы – московский чешуйчатый карп (патент № 1645, зарегистрированный в Государственном реестре селекционных достижений 15.10.2002 г.).

Второй внутривидовой тип – московский разбросанный карп (патент № 2463 от 24.12.2004 г.) создан на базе разбросанной отводки парской породы карпа (отводка УМ).

Ангелинский чешуйчатый и ангелинский зеркальный карпы. Селекция ангелинского карпа, начатая в 1963 г. под руководством В.С. Кирпичникова в рыбхозе «Ангелинский» Краснодарского края, была направлена на повышение устойчивости карпов к заболеванию краснухой. Под термином «краснуха» подразумевается симптомо-комплекс, вызываемый аэромонадами, вирусом весенней виремии и псевдомонадами. Основным методом селекции в работе являлся отбор на провокационном фоне. Работу проводили одновременно с тремя племенными группами – местными с разбросанным типом чешуи (М), ропшинскими чешуйчатыми (Р, завезенными из рыбхоза «Ропша» Ленинградской обл.), и украинско-ропшинскими (УР, помесью украинских

рамчатых и ропшинских карпов, среди которых в процессе селекции отбирали только чешуйчатых особей). В 1998 г. отводки М и УР были признаны селекционными достижениями с наследственной устойчивостью к заболеванию краснухой, эти породы получили названия ангелинский зеркальный (патент № 0522 от 31.01.2000 г.) и ангелинский чешуйчатый (патент № 0523 от 31.01.2000 г.).

Порода карп маркированный - КМ1 (патент № 3290 от 28.02.2006 г.) получена на основе одомашненной формы амурского сазана. Развивающиеся эмбрионы амурского сазана в 1975 г. были доставлены на экспериментальную базу ВНИИПРХ из рыбхоза «Пара» Рязанской области, куда они были завезены в 50-ые годы из реки Амур с целью промышленной гибридизации с карповыми группами. При выращивании производили отбор по экстерьеру в сторону усиления признаков, свойственных «дикому» амурскому сазану. Карп КМ1 характеризуется повышенной жизнеспособностью, но уступает обычному карпу в скорости роста. КМ1 предназначен для промышленной гибридизации с культурным карпом.

Баттерфляй (патент № 7853 от 14.05.2015 г.). Создание породы было начато с привлечением племенного фонда «среднерусского карпа» на экспериментальной базе ВНИИПРХ в 1974 г. На предварительном этапе производители загорской породной группы были скрещены с японскими декоративными карпами, от которых был введен маркерный ген D, обуславливающий наличие у рыб светло жёлтой полосы вдоль основания спинного плавника и такого же цвета орнамента на голове – в виде «бабочки» (отсюда название – «баттерфляй»). В последующем, было проведено несколько поглотительных скрещиваний помесей с племенной отводкой У-НК (украинский, нивский, курский) с сохранением в селектируемом материале маркерного гена D. Полученные возвратные гибриды У-НКD были скрещены с немецкими карпами. Таким образом, порода «баттерфляй» включает в себя около 3% наследственности японских декоративных карпов, 3% загорских карпов, 44% отводки У-НК и 50% немецких карпов. Несколько пониженная жизнеспособность карпа «баттерфляй» связана с участием в его происхождении относительно «теплолюбивых» породных групп (немецкого, украинского, нивского). В определённой степени это обусловлено и влиянием гена окраски D. Непосредственный интерес представляет использование этих рыб для промышленной гибридизации с другими группами карпа, особенно с разбросанным типом чешуйного покрова.

Черфас (карасекарп). Работы с карасекарпом начаты в середине 60-х годов XX в. Получаемые от скрещивания серебряного карася и карпа гибриды F1 в основном стерильны. Однако встречаются отдельные плодовитые самки. Проведённые кариологические исследования показали, что такие самки продуцируют яйцеклетки с диплоидным набором хромосом.

Поскольку гибридные самцы стерильны, воспроизводство карасекарпов осуществляют с помощью индуцированного гиногенеза. Репродуктивная функция гибридных самок от поколения к поколению (сейчас мы имеем 8-е

поколение) значительно улучшается, что даёт возможность их практического использования для получения стерильных триплоидных гибридов.

Карасекарповые гибриды представляют существенный интерес с рыбохозяйственной точки зрения, поскольку совмещают в себе ценные качества обоих родительских видов: повышенную устойчивость к неблагоприятным факторам среды, свойственную серебряному карасю и высокую скорость роста, характерную для карпа.

Результаты этих исследований имеют важное научное значение, так как вскрывают механизм одного из эволюционных путей возникновения новых полиплоидных видов рыб.

Карасекарп признан породой в 2018 г. (патент № 9229 от 11.07.2018 г.) и назван в честь сотрудника ВНИИПРХ Нины Борисовны Черфас и ее отца Бориса Иосифовича, основоположника отечественного рыбоводства в естественных водоемах.

Загорский карп – одна из породных групп среднерусского карпа. Взята она была из ныне несуществующего Загорского рыбхоза Московской области. На первых этапах селекции породная группа давала расщепления по характеру чешуйного покрова, но сейчас является исключительно чешуйчатой. Прошла 7 поколений селекции. Хорошо себя проявила при гибридизации с московским чешуйчатым карпом.

Карп ЗУНК. Помесная породная группа «среднерусского» карпа, имеющая равные доли наследственности загорских, украинских, нивских (рыбхоз «Нивка») и курских карпов. Также прошла 7 поколений селекции. Показывает хорошие результаты при гибридизации с любыми разбросанными карпами.

Голый и линейный карп. Считается, что у карпа существует четыре типа чешуйного покрова: чешуйчатый (SSnn, Ssnn), разбросанный (ssnn), линейный (SSNn, SsNn) и голый (ssNn). Общепринято, что наличие полулетального гена в гетерозиготном состоянии (Nn) у голых и линейных карпов резко снижает их жизнеспособность.

Низкие продуктивные показатели рыб-носителей этого гена привели к тому, что на территории России и Европы они встречаются крайне редко. Однако нам в последнее время, используя специальные методы селекционного отбора, удалось добиться сходных рыбоводных показателей у разбросанных и голых карпов. Это открывает перспективы для их использования в товарной аквакультуре.

Волжский сазан относится к подвиду европейского сазана (*Suiprius carpio carpio*), обитающего в бассейнах рек Восточной Европы (Волга, Терек, Урал, Ока, Днепр, Дунай, Дон). Популяции волжского сазана, одного из объектов искусственного воспроизводства в Европейской части России, ослаблены вследствие засорения их культурным карпом, попадающим в водоемы бассейна Волги из многочисленных рыбоводных хозяйств. Очистка маточных стад волжского сазана от наследственности карпа – важная, но трудноразрешимая задача. Исследования, проведенные во ВНИИПРХе при

формировании маточного стада волжского сазана в период 2010-2021 гг. позволили разработать рекомендации по очистке маточных стад и приступить к их воплощению.

Ассортимент селекционных достижений, позволяет обеспечивать рыбоводные хозяйства высококачественным племенным и рыбопосадочным материалом в виде промышленных кроссов.

Нами были проанализированы более 20 комбинаций различных внутривидовых и межвидовых скрещиваний карпа. Наиболее перспективные представлены в таблице. Проведенные исследования показали, что гибридизация племенных групп позволяет получить 20% и более дополнительной рыбной продукции.

Таблица – Кроссы, рекомендуемые для практического использования в рыбоводных хозяйствах

№ п/п	Кросс	Тип чешуи	Рекомендуемые условия использования
1	кросс дмитровский (МЧ х КМ1)	чешуйчатый	карпо-сазаний гибрид для центральных и северных регионах России. Патент.
2	Черфас (карасекарп) Х МЧ	чешуйчатый	возвратный стерильный триплоидный карасе-карповый гибрид для выращивания в условиях дефицита кислорода
3	МЧ х МР и МР х МЧ	чешуйчатый и разбросанный	кроссы внутривидовых типов парской породы карпа – для промышленных хозяйств I-III зон рыбоводства
4	МЧ х заг.	чешуйчатый	для хозяйств I-II зон рыбоводства.
5	МР х ЗУ-НК	разбросанный	для прудовых хозяйств I-III зон рыбоводства
6	ЗУ-НК х МЧ	чешуйчатый	для промышленных тепловодных хозяйств или южных регионов России
7	ЗУ-НК х баттерфляй	разбросанный	для прудовых хозяйств III-V зон рыбоводства.
8	«мадам баттерфляй»	разбросанный. с рисунком	однополо женский кросс для рыбоводных предприятий на теплых водах и прудовых хозяйств южных регионов России.
9	изобелинский карп х баттерфляй	разбросанный	оценивался белорусскими коллегами, отмечен красивый экстерьер и повышенная скорость роста
10	амурский сазан (белорусский) х КМ1	чешуйчатый	оценивался белорусскими коллегами, отмечено улучшение сазаньего экстерьера
11	МР х АЧ	чешуйчатый	для районов, неблагоприятных по краснухе карпа
12	АЗ х МР	разбросанный	

Расшифровка названий племенных групп:

МЧ – московский чешуйчатый тип парской породы; МР - московский разбросанный тип парской породы; ЗУ-НК – загорский, украинский-нивский, курский; Заг. – загорский; КМ1 – карп маркированный (аналог амурского сазана); «мадам баттерфляй» – кросс от скрещивания самцов-инверсантов «баттерфляй» с самками московского разбросанного карпа; АЧ – ангелинский чешуйчатый; АЗ – ангелинский зеркальный

Кросс дмитровский пока единственный запатентованный среди кроссов (патент № 3814 от 25.12.2007 г.) – гибрид первого поколения московского чешуйчатого карпа (МЧ) с самцами КМ1, характеризуется высокими показателями зимостойкости и общей жизнестойкости. По экстерьеру рыбы кросса занимают промежуточное положение между «сазаноподобным» КМ1 и парским карпом.

Для зарыбления «заморных» прудов и естественных водоёмов целесообразно использовать карасекарповые кроссы. Стерильных триплоидных кроссов можно выпускать в естественные водоемы без нанесения ущерба аборигенным видам рыб.

При прудовом выращивании наиболее продуктивными являются гибриды, полученные от скрещивания внутривидовых групп парского карпа – московского чешуйчатого и московского зеркального (МЧ x МР или МР x МЧ), а также от скрещивания самок московского чешуйчатого карпа (МЧ) с самцами загорской отводки среднерусского карпа (МЧ x Заг).

При прудовом выращивании в рыбхозах Центральной зоны для получения рыб с разбросанным типом чешуйного покрова, пользующихся повышенным потребительским спросом, целесообразно скрещивание московского разбросанного карпа (МР) с породной группой ЗУ-НК.

При выращивании в прудовых хозяйствах южных регионов России и в тепловодных индустриальных рыбхозах рекомендуется кросс, получаемый от скрещивания породной группы ЗУ-НК с баттерфляй, с самками московского разбросанного типа парской породы карпа.

С использованием породы баттерфляй проведены работы по созданию однополо женского кросса «мадам баттерфляй». Половой диморфизм по массе тела у карпа проявляется, обычно начиная с третьего года жизни, когда самки в связи с более поздним половым созреванием начинают обгонять по росту самцов. К сожалению, в связи с массовым переходом карповых хозяйств России на двухлетний цикл выращивания, кросс оказался не востребован.

С 2016 г. Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ») сотрудничает с Институтом рыбного хозяйства Республики Беларусь. Сотрудничество сводится к обмену спермой карпов разных пород. В результате в криобанк ВНИИПРХ заложены образцы спермы практически всех белорусских пород, а белорусские коллеги получили новые кроссы с использованием спермы карпов пород баттерфляй и КМ1. Кросс «Смесь зеркальная» белорусской изобелинской породы x баттерфляй показал повышенную скорость роста и красивый экстерьер. Кросс амурский сазан (белорусский) x КМ1 предполагается использовать для повышения уровня гетерогенности имеющегося стада сазана.

В период 2019-2020 гг. были получены и оценены кроссы между ангелинскими краснухоустойчивыми и московскими (парскими) карпами. Показано, что кроссы с участием ангелинских карпов в большей или меньшей степени сохраняют устойчивость к заболеваниям, что открывает возможность

широкого использования ангелинских карпов для промышленной гибридизации с другими породами.

Итак, дана краткая характеристика пород и породных групп карпов селекции ВНИИПРХ на данный момент и показаны основные направления промышленного кроссирования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Породы и кроссы карпа селекции ВНИИПРХ. В.Я. Катасонов, А.В. Поддубная, А.В. Рекубратский и др. – М., 2015. – 38 с.

Лукин Н.С., Демкина Н.В. Фенотипические отличия сазана от племенной группы загорского карпа// Новейшие генетические технологии для аквакультуры: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Москва, МВЦ «Крокус Экспо», 29 – 31 января 2020 г). – М.: Издательство «Перо», 2020. – С. 277-283.

Рыбоводно-биологическая характеристика кроссов между московскими и ангелинскими породами карпа/ В.Н Дементьев, Л.А Шарт, Л.Н Юхименко и др.// Новейшие генетические технологии для аква-культуры: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Москва, МВЦ «Крокус Экспо», 29 – 31 января 2020 г). – М.: Издательство «Перо», 2020. – С.97-109.

Дементьев В.Н. Коллекция пород и породных групп карпа селекции ВНИИПРХ// Рыбоводство. – № 3-4, 2022. – С. 24-27.

COMMON CARP BREEDS CREATED BY VNIIPRKH AND THEIR APPLICATION IN AQUACULTURE

V.N. Dementiev, L.A. Shart

Branch for the Freshwater Fisheries of VNIRO («VNIIPRKh»)

E-mail: tambovskiy2006@rambler.ru, shart.la45@gmail.com

Abstract. The common carp breeds created by All-Russian Research Institute of Freshwater Fisheries («VNIIPRKh») are briefly described. A number of highly productive crosses between these breeds are proposed for practical application in freshwater aquaculture.

Keywords: genetics, selection, breeds, crosses.

БАКТЕРИАЛЬНЫЕ БОЛЕЗНИ РЫБ И МЕТОДЫ ИХ ПРОФИЛАКТИКИ

Л.Н. Юхименко, С.Б. Токарева

Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО»

(«ВНИИПРХ»)

E-mail: ihtiopatlab@vniiprh.ru

Значительную роль в патологии рыб играют бактериальные болезни, такие как миксобактериозы, псевдомоноз, йерсиниоз, вибриоз, стрептококкоз, фурункулёз, бактериальная почечная болезнь, эритродерматит карпа. Но в настоящее время приходится сталкиваться со случаями, когда от рыбы выделяются 9-10 представителей различных видов, родов и даже семейств, когда развивается бактериальная геморрагическая септицемия (БГС) – полиэтиологичное заболевание, уже много лет являющееся серьёзной проблемой в рыбоводстве, поскольку к возбудителям БГС чувствительны практически все виды рыб. Если они не вызывают гибель, то портят товарный вид рыбы, приводя к экономическим потерям. Диагностика и лечение БГС затруднительны, поскольку чувствительность к антибактериальным препаратам у возбудителей различная. Не меньшую проблему создавал аэромоноз, раньше диагностировавшийся как краснуха. Ряд авторов считали причиной краснухи вирусы, а аэромонадам отводили роль вторичных возбудителей, осложняющих заболевание. В 1974 г. краснуха была разделена на аэромоноз, псевдомоноз и весеннюю виремию карпа. Для профилактики БГС и аэромоноза оптимальным является применение пробиотиков и иммуностимуляторов, позволяющие получить здоровую рыбу в здоровой окружающей среде, не загрязнённой антибиотиками.

Ключевые слова: аэромоноз, бактериальная геморрагическая септицемия, пробиотики, антибиотики.

ВВЕДЕНИЕ

Бактериальные болезни играют значительную роль в патологии рыб. В прошлые годы регистрировали несколько заболеваний, вызываемых определёнными возбудителями, такие как геморрагическая септицемия карпов, фурункулёз, вибриоз, миксобактериоз. В настоящее время официальное признание получили такие заболевания, как фурункулёз, эритродерматит карпа, аэромоноз, псевдомоноз, вибриоз, йерсиниоз, миксобактериозы, эдвардсиеллёз, протеоз, стрептококкоз и бактериальная почечная болезнь (БПБ).

Следует отметить, что при этих заболеваниях в качестве сопутствующей микрофлоры раньше очень редко выделялись 2-3 представителя в небольшом количестве, в настоящее время очень часто приходится сталкиваться с такими случаями, когда от рыбы выделяются до 9-10 представителей различных родов

и видов, когда развивается бактериальная геморрагическая септицемия (БГС) – полиэтиологичное заболевание. Кроме этого, одно из первых мест среди бактериальных болезней рыб занимали аэромонозы, вызываемые подвижными аэромонадами, чаще регистрируемые как краснуха.

Бактериальная геморрагическая септицемия

Аэромоноз и БГС уже многие десятилетия являются серьёзной проблемой рыбоводства, поскольку к возбудителям болезни чувствительны практически все виды рыб. Если они и не вызывают гибель рыбы, то в значительной мере портят её товарный вид, приводя к существенным экономическим потерям, хотя до сих пор некоторые исследователи отводят аэромонадам роль вторичных возбудителей. В связи с этим изучению этиологической роли подвижных аэромонад и возбудителей БГС при патологических процессах у рыб необходимо было уделять большое внимание.

Разработка методов специфической и неспецифической профилактики аэромоноза и БГС, которая проводилась в лаборатории ихтиопатологии ВНИИПРХ на протяжении многих лет, потребовала знания и критической оценки эпизоотической ситуации в рыбоводных хозяйствах и этиологической структуры аэромонад и других представителей микробиоценоза в этих хозяйствах и их эпизоотической значимости. Иными словами, необходимо было оценить фон, на котором отрабатывались профилактические мероприятия.

Вопросами диагностики заболеваний рыб занимались многие коллективы и специалисты, как у нас, так и за рубежом. Однако, как правило, эти исследования в основном касались одного конкретного заболевания. Нам же чаще всего приходилось сталкиваться с заболеваниями смешанной этиологии, с возбудителями, относящимися к нескольким видам, родам и даже семействам. Всё это затрудняло и диагностику, и разработку методов борьбы.

Подвижным аэромонадам чаще всего отводилась роль вторичных возбудителей, многочисленными сопутствующими микроорганизмами не занимались, а как показали наши исследования, их становилось всё больше. Всё это требовало тщательного изучения, в связи с чем, как было выше сказано, мы и приступили к решению этой проблемы: изучению эпизоотической ситуации в рыбоводных хозяйствах различного типа, выяснению роли бактериальных компонентов микробиоценоза рыб, исследованию биологических свойств подвижных аэромонад, определению их эпизоотической значимости.

Одной из проблем инфекционной патологии, наносящей существенный ущерб рыбоводству, является проблема аэромоноза [Thorpe, 1972; Денисов, 1990; Юхименко, 1998; Пищенко, 2006; Беретарь, 2009, 2010; Кухаренко, 2012]. Если раньше это было обусловлено широким применением в прудовом рыбоводстве интенсификационных мероприятий, то позднее аэромонадная инфекция связывалась с изменением экологической ситуации и нарушением санитарно-гигиенического режима в прудах, неудовлетворительным качеством комбикормов и их недостаточным количеством, что вызывало снижение резистентности рыб [Тлупов, 2004].

Об этиологической роли аэромонад в патологии рыб длительное время шли дискуссии. Первоначально регистрировали заболевания рыб под диагнозом «краснуха», с возбудителем не установленной природы, но считавшиеся инфекционными. Считали, что возбудителями «краснухи» являются вирусы, а бактерии – осложняют течение заболевания [Осадчая, 1964, 1977].

В 1974 г. вышла статья К.А. Лобунцова «Краснуха и «краснухоподобные» болезни рыб (этиология и дифференциальная диагностика)», в которой было дано обоснованное разделение «краснухи» на весеннюю виремию карпа, аэромоноз и псевдомоноз, положившая конец многолетним спорам.

Для борьбы с аэромонозом в семидесятых годах и позже широко применяли кротенолактон [Афанасьев, Сулейманян, 1977; Гончаров, 1949], позже для снижения уровня бактериальной обсеменённости воды стали применять гипохлорит кальция [Калинина, 1985], негашеную известь [Владовская, 2001], озон [Неретин, 2005], перманганат калия [Ghelichpour et al., 2016], перекись водорода [Hwang, 2016].

Чувствительность штаммов аэромонад к антибиотикам

По данным наших многолетних исследований чувствительности 4098 штаммов аэромонад к 37 антибактериальным препаратам были получены следующие результаты (таблица 1).

Таблица 1 – Чувствительность штаммов аэромонад к антибактериальным препаратам (в % к общему числу изученных штаммов)

Антибактериальный препарат	Чувствительность
<i>Высокая чувствительность</i>	
Цефепим	100,0
Цефазолин	100,0
Флубактин	100,0
Оксолиновая кислота	95,7
Ампициллин/сульбактам	93,7
Цефтриаксон	88,9
Цефатоксим	82,5
Цефиксим	78,5
Ципрофлоксацин	78,1
Имипенем	77,4
Левомецетин	76,5
Тикарцилин/клавулин.	75,0
Фурадонин	72,5
Амикацин	70,0
Цефуросим	66,7
<i>Низкая чувствительность</i>	
Мономицин	37,0
Эритромицин	35,0

Канамицин	33,4
Сульфамицин	29,8
Триметаприм	22,3
Полимиксин	12,0
<i>Резистентные</i>	
Пенициллин	80,0
Сульфамицин	54,4
Ампициллин	47,2
Триметоприм	33,3
Эритромицин	31,4
Окситетрациклин	25,0
Неомицин	23,1
Полимиксин	21,2
Цефалексин	18,4
Фуразолидон	15,2
Нитрофурантоин	12,6
Стрептомицин	10,0
Левифлоксацин	9,9
Офлоксацин	9,1
Норфлоксацин	8,3
Гентамицин	7,5
Тетрациклин	6,1
Цефадизим	5,9
Фуранейс	2,1

Из данных, приведённых в таблице, видно, что для успешного лечения необходимо проводить определение чувствительности выделенных культур к антибактериальным препаратам.

Этиологическая роль аэромонад в патологии рыб

Уже в тридцатые годы прошлого тысячелетия появились работы о пёстром микробиоценозе рыб, подвергавшихся обследованию по поводу аэромоноза или «краснухи». Авторы отмечали, кроме истинных бактерий Eubacteriales, выделяются *Serratia*, *Flavobacterium*, *Chromobacterium*, *Pseudomonas* [Догель, 1939].

В семидесятые годы многочисленными отечественными и зарубежными исследователями в посевах паренхиматозных органов карпов и амуров из различных рыбоводных хозяйств выявлено большое количество условно-патогенной микрофлоры [Хуторной, 1975; Просяная и др., 1978; Souter, 1976; Yoshimizu, 2017].

При изучении микрофлоры лососёвых в течение их жизненного цикла мигрирующих из пресных вод в море и обратно японские исследователи сделали вывод, что микрофлора здоровых лососей в основном состояла из бактерий рода *Aeromonas* и сем. *Enterobacteriaceae* при жизни в пресных водах, а в морской воде – из различных родов морских вибрионов и галофильных типов. При продвижении к морю или вверх по течению реки их микрофлора претерпевала изменения адекватно адаптации рыбы к условиям окружающей среды [Yoshimizu, 1976].

Вода Волго-Каспийского региона сильно подвержена антропогенному воздействию и при проведении бактериологических исследований промысловых рыб – белорыбицы, судака, сазана, карпа, белуги, осетра и севрюги были выделены микроорганизмы 30 видов, относящихся к 13 родам: *Acinetobacter*, *Actinobacillus*, *Aeromonas*, *Alcaligenes*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Flavobacterium*, *Klebsiella*, *Moraxella*, *Plesiomonas*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Salmonella* [Аморос-Хименес, Ларцева, 1993]. На Солзенском лососевом рыбозаводе Архангельской области от погибающих рыб выделяли *Acinetobacter* sp., *Moraxella* sp., *Enterobacter* sp., *Proteus* sp., *Aeromonas* sp. Преобладающими были *Acinetobacter* и *Proteus*, в связи, с чем автор предложила включить эти бактерии в число индикаторных для этого завода [Бжевская, 1998]. Прослежена взаимосвязь микрофлоры рыбы с микрофлорой воды и корма в УЗВ и садках на морской воде [Котлярчук, 1999; Мельникова, 2000; Stephen, 2002]. От больных производителей кеты и горбуши из рек юго-восточного побережья Сахалина были высеяны бактерии родов *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Proteus*, *Xanthomonas*, *Acinetobacter*, *Micrococcus* и фикомицеты рода *Saprolegnia* [Шкурина, Принцевская, 2003]. У 25 экз. угря из Приморской бухты Калининградского залива из разных органов было выделено 149 условно-патогенных бактерий, относящихся к семейству *Enterobacteriaceae*, родам *Pseudomonas*, *Aeromonas* и *Alcaligenes* [Авдеева, 2003]. При проведении эпизоотологического мониторинга на восточном побережье оз. Байкал из организма 82 экз. рыб были выделены *E. coli*, *St. aureus*, *Enterobacter* и *Proteus*, патогенные для рыб [Хандажапова, Цыдыпов, 2005].

При проведении бактериологических исследований промысловых видов рыб из естественных водоёмов Калининградской области было выявлено присутствие потенциально опасных бактерий во внутренних органах рыб, что было расценено как бессимптомное хроническое течение бактериальной инфекции, способное при возникновении стрессовой ситуации дать вспышку бактериального заболевания [Авдеева, Казимирченко, 2015; Чукалова, Авдеева, 2006].

Микробиоценоз рыб во многом зависит от микробиоценоза окружающей среды – воды, от уровня её загрязнённости органическими веществами, от степени её агрессивности, качества комбикормов и их бактериальной загрязнённости, от иммуно-физиологического статуса самой рыбы [Бычкова, 2001; Велибекова, 2004; Гаврилин, 2002; Обухова, Ларцева, 2005].

При воздействии любых факторов, отрицательно влияющих на организм рыбы, создаются условия для развития БГС – полиэтиологического заболевания, вызываемого комплексом микроорганизмов, относящихся к различным таксонам.

Меры профилактики бактериальных инфекций

При первичном посеве материала от рыб иногда выделяется до 9-10 различных представителей микробиоценоза, определить этиологическую значимость каждого из них бывает довольно трудно. А самое главное чувствительность к антибактериальным препаратам у них бывает очень

различной. Применяя препараты против одних микроорганизмов, способствуют росту других и можно спровоцировать развитие суперинфекции [Борисова и др., 2010; Иранманеш, 2018; Юхименко и др., 2004; Crondel, 1982]. Так же, как и аэромоноз, БГС чаще всего возникает при повышенных плотностях посадки, нарушении технологических процессов, использовании некачественных кормов, несоблюдении санитарно-гигиенического режима, что влияет на условия содержания рыбы, снижает её иммуно-физиологический статус [Копылова, 1989, Liu et al., 2016]. Для того чтобы избежать развития подобной ситуации, оптимальным является повышение устойчивости рыбы к неблагоприятным факторам окружающей среды, усиление её иммунитета. Для этого в настоящее время и у нас в стране, и за рубежом широко используются вакцины и пробиотические препараты. В качестве пробиотических препаратов используют различные микроорганизмы, обладающие полезными свойствами. В медицинской практике давно и успешно использовался колибактерин на основе антагонистически активной кишечной палочки *E. coli* М 17, лактобактерин на основе молочнокислых бактерий, Наринэ на основе ацидофильной палочки, бифидумбактерин. Не меньшее количество пробиотических препаратов нашли своё применение в ветеринарии. Шире всего используются пробиотики из группы спорообразующих бактерий.

В результате применения пробиотических препаратов все авторы отмечают их положительное влияние на активность пищеварительных ферментов и усвоение комбикорма, улучшение иммуно-физиологического статуса рыбы, стабилизацию и восстановление желудочно-кишечной микрофлоры, ускорение темпа роста.

Одним из методов стимулирования иммуно-физиологического статуса и профилактики инфекционных заболеваний рыб является кормление артемии (*Artemia salina*) пробиотическими препаратами, а затем кормление ею личинок рыб. При таком способе в приспособленных условиях на водопроводной воде из икры была выращена молодь форели с отходом одного малька [Южанинов, 2009].

Не меньшее значение в повышении иммуно-физиологического статуса рыб имеют комбикорма [Feng et al., 2010], в связи с чем в качестве добавок использовали глюканы, усиливающие неспецифические иммунные факторы лизоцим и комплементарную активность [Мирзоева, 1999], хитоолигосахариды, благотворно влияющие на рост кишечных бактерий, ингибирующих патогенную микрофлору [Cai, 2006], аскорбилполифосфат, усиливающий темп роста и эффективность питания [Liu et al., 2011], глутамин, усиливающий рост и некоторые компоненты врождённого иммунитета [Hu et al., 2015] и другие иммуностимуляторы, что по мнению автора позволит получать здоровую рыбу в «здоровой» окружающей среде, не загрязнённой антибиотиками [Владовская, 2001].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время серьёзной проблемой аквакультуры является бактериальная геморрагическая септицемия рыб (БГС). Присутствие многочисленных представителей микробиоценоза затрудняют диагностику, выбор антибактериального препарата для лечения и выбор направления курса лечения. Оптимальным является профилактика, не допускающая развития заболевания, загрязнения окружающей среды антибактериальными препаратами, появления резистентных форм возбудителей. Такими препаратами являются пробиотики, повышающие иммуно-физиологический статус рыб, влияющие на процессы пищеварения, улучшающие усвоение комбикормов, способствующие накоплению массы тела. Такими же свойствами обладают и различные иммуностимуляторы, вносимые в комбикорма. Не меньшее значение имеют чёткое соблюдение технологических процессов, санитарно-гигиенических нормативов и условий выращивания рыбы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Авдеева Е.В. Роль водной среды в формировании состава микрофлоры угля Вислинского залива // Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов: Сборник тезисов докладов Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 16-18 июля 2003. – С. 10-11.

Авдеева Е.В., Казимирченко О.В. Микрофлора промысловых видов рыб из естественных водоёмов Калининградской области // Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов: Расширенные материалы IV Международной конференции, Борок. Москва, 24-27 сентября 2015. – С. 377-380.

Аморос-Хименес Г.К., Ларцева Л.В. Кишечная микрофлора промысловых рыб Волго-Каспийского региона // Биологическое и рациональное использование гидробионтов, их роль в экосистемах. Тезисы докладов конференции молодых учёных ТИНРО, Владивосток, 27-29 апреля 1993. – С. 3-4.

Афанасьев В.И., Сулейманян В.С. Использование кротонолактона при аэромонозе рыб // Ветеринария. – 1977. – № 4. – С. 68-70.

Беретарь И.М., Лысенко А.А. Эпизоотическая обстановка по болезням рыб в Краснодарском крае и разработка комплекса оздоровительных мероприятий // Труды Кубанского гос. аграрного университета. – 2009. – №1, ч.1. – С. 14-21.

Беретарь И.М. Анализ эпизоотической ситуации по болезням рыб в Краснодарском крае в 2009 году // Ветеринария Кубани. – 2010. – №1. – С. 16-19.

Бжевская Л.И. Характеристика микрофлоры, выделенной от здоровой молоди сёмги и при патологических процессах на Солзенском лососевом рыбозаводе Архангельской области // Информационный пакет Аквакультура. Болезни рыб. Всероссийский научно-исследовательский и проектно-

конструкторский ин-т экон., инф. и АСУ рыбного хозяйства. – 1998. – № 2. – С. 22-24.

Борисова М.Н., Пичугина Т.Д, Завьялова Е.А., Дрошев А.Е., Стаффорд В.В. С заботой о здоровье рыб // Рыбное хозяйство. – 2010. – № 5. – С. 71-73.

Бычкова Л.И., Юхименко Л.Н. Краткая оценка эпизоотического состояния рыбоводных хозяйств и водоёмов Московской области // Тезисы докладов научной конференции «Морфологические и физиологические особенности гидробионтов». М.: МГТА. – 2001. – С.12-18.

Велибекова С.Р., Рустамов Э.К. Патоморфологический анализ жабр осетровых рыб Кура-Каспийского бассейна // Материалы I Международной научно-практической конференции молодых учёных «Комплексные исследования биологических ресурсов южных морей и рек», Астрахань, 7-9 июля 2004. – С. 44-48.

Владовская С.А. Иммуностимуляторы в кормах для рыб // Анал. и реф. инф. Сер. Болезни гидробионтов в аквакультуре. Всерос. н.-и. и проект.-конструкт. ин-т экон., инф. и АСУ рыбного хозяйства. – 2001. – № 4. – С. 23-26.

Вовк Н.И. Адгезия бактерий к эритроцитам рыб // Проблемы иммунологии, патологии и здоровья рыб и других гидробионтов. 2: Расширенные материалы Международной научно-практической конференции, Борок, 17-20 июля 2007. – М. – С. 12-13.

Гаврилин К.В., Юхименко Л.Н., Бычкова Л.И. Влияние факторов окружающей среды на микробиоценоз рыбоводных прудов // Материалы международной научн.-практ. конф. «Аквакультура начала XXI века: истоки, состояние, стратегия развития», Рыбное, 3-6 сентября 2002. – М. – С. 228-23.

Гончаров Г.Д. Серологическая диагностика, как новое доказательство вирусной природы «краснухи» карповых // Рыбное хозяйство. – 1949. – № 4. – С. 45-46.

Денисов А.И. Аэромоноз карпа в рыбоводно-карповодных хозяйствах // 4 Всесоюзное совещание по рыбохозяйственному использованию теплых вод. Курчатов, октябрь. Тезисы докладов. – М. – 1990. – С. 177-178.

Догель В.А., Пешков М.А., Гусева Н.В. Бактериальные заболевания рыб. – М.: Пищепромиздат. – 1939. – 111 с.

Иранманеш А., Мотамеди М. Гистопатологические изменения при гепаторенальной интоксикации у *Aphanius hormuzensis* (Aphaniidae), вызванной гентамицином, и регенерация его почек посредством нефронного неогенеза // – М.: Вопросы ихтиол. – 2018. – Вып. 58. – № 6. – С.745.

Калинина, Н.Р., Сорокина Т.Л. К вопросу об этиологии осеннего заболевания молоди сёмги, выращиваемой на Княжегубском рыбоводном заводе // Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря. Тезисы докладов региональной конференции, Архангельск, 1985. – С. 230-231.

Копылова Т.В. Влияние плотности выращивания сеголетка карпа (*Cyprinus carpio* L.) на его рост // Динамика зооценозов, проблемы охраны и рационального использования животного мира Белоруссии: Тезисы докладов 6

зоологической конференции, Витебск, 19-21 сентября 1989. АН БССР, Ин-т зоологии, Минск. – С. 18-19.

Котлярчук М.Ю. Микрофлора карпа, выращиваемого в замкнутой системе водоснабжения Калининградского рыбного порта // Биомониторинг и рациональное использование морских и пресноводных гидробионтов: Тезисы докладов конф. молодых учёных, Владивосток, 24-26 мая 1999. – С. 153-154.

Кухаренко Н.С., Ковальчук И.В., Яковлева Н.В. Проявление инфекционной болезни карповых рыб (аэромоноз) в условиях Амурской области // Вестн. КрасГАУ. – 2012. – № 8. – С. 134-135.

Лобунцов К.А. Краснуха и «краснухоподобные» болезни рыб (этиология и дифференциальная диагностика) // Новые методы и опыт оздоровления рыбохозяйственных водоёмов от заразных болезней рыб. – М. – 1974. – С. 70-74.

Мельникова, С.Е. Микробиоценоз форелевого садкового хозяйства «Вирма» Карельской области в районе Сонострова Белого моря / С.Е. Мельникова, Т.В. Безгачина, А.Н. Козицкий // Марикультура Северозапада России: Тезисы докладов науч.-практич. конференции, Мурманск, 25-27.10.2000. - Мурманск, 2000. – С. 32.

Мирзоева Л.М. Использование иммуностимуляторов в рыбных кормах // Инф. пакет. Аквакультура. Болезни рыб. Всерос. н.-и. и проект.-конструе. ин-т экон., инф. и АСУ рыб. хоз-ва. – 1999. – № 1. – С. 47-49.

Неретин М.В. 2005. Инактивация возбудителя аэромоноза карповых рыб в водной среде с применением озона // Вет. патол. №2. С.86-92.

Обухова О.В., Ларцева Л.В. Факторы, определяющие бактериальную контаминацию внутренних органов судака естественной популяции и в условиях аквакультуры // Эпизоотологический мониторинг в аквакультуре: состояние и перспективы: Расширенные материалы Всероссийской науч.-практ. конференции-семинара, Москва, 13-14 сент. – 2005. – С. 86-91.

Осадчая Е.Ф. Выделение цитопатогенных агентов от карпов при острой форме краснухи // Ветеринария. – 1964. – № 9. – С. 29-34.

Осадчая Е.Ф. Рабдовирусы, выделенные от больных краснухой карпов, и некоторые их свойства // Рыбное хозяйство. – 1977. – № 5. – С. 36-39.

Пищенко Е.В. Аэромоноз (краснуха) карпов // Рыбоводство и рыб. х-во. – 2006. – № 10. – С. 32-34.

Присяная В.В., Хуторной Л.М., Соколовская Г.Г. О некоторых инфекционных болезнях рыб (белого амура, канального сома и стекловидного угря) - новых объектов рыбоводства, акклиматизируемых на Украине // Респ. конф. по акклиматизации и внедрению новых объектов рыбоводства в водоёмах Украины. Киев, 1978. – С. 81-84.

Тлупов Т.Х., Шахмуразов М.М., Апажева Ж.М. Особенности проявления аэромоноза карпов в прудовых хозяйствах // Биологическое разнообразие Кавказа: Материалы 6 Международной конференции, Нальчик, 2004. – С. 228-229.

Хандажапова Б.Б., Цыдыпов В.Ц. Микробиологический мониторинг промысловых рыб озера Байкал // Актуальные вопросы ветеринарной медицины: Материалы Сибирского международного ветеринарного конгресса, Новосибирск, 3-4 марта, 2005. – С. 164-165.

Хоулт Дж., Криг Н., Снит П. Определитель бактерий Берджи. Москва: Мир. – 1997. – Том 1. 9-е изд. – 429 с.

Хуторной П.М. Условно-патогенная бактериальная флора различных возрастных групп белого амура, выращиваемых в прудах Донрыбкомбината // Рыбное хозяйство. – 1975. – Вып.20. – С. 67-82.

Чукалова Н.Н., Авдеева Е.В. Микрофлора леща (*Abramis brama* L.) Куршского залива (юго-восточная часть Балтийского моря) // Международная научная конференция «Инновации в науке и образовании - 2006», Калининград, 18-20 окт., 2006: Труды научной конференции. – 2006. – С. 68-70.

Шкурина З.К., Принцевская В.А. Результаты ихтиопатологических исследований производителей горбуши и кеты Сахалина в 2002 году // Труды СахНИРО. – 2003. – № 5. – С. 259-265.

Южанинов М.Н. Получение золотой форели на водопроводной воде // Рыбоводство. – 2009. – № 1. – С. 38-40.

Юхименко Л.Н. Бактериальная геморрагическая септицемия рыб, вызываемая подвижными аэромонадами, и её профилактика // Первый Российско-Американский симпозиум "Аквакультура и здоровье рыб", 12-19 июля 1998 г., п. Рыбное. – 1998. – С. 179-180.

Юхименко Л.Н., Гаврилин К.В., Бычкова Л.И. Влияние антибактериальных препаратов на формирование лекарственной устойчивости бактерий в условиях интенсивного прудового рыбоводства // Сб. науч. трудов. Болезни рыб. ВНИИПРХ. – М. – 2004. – Вып. 79. – С. 216-223.

Cai X-F., Lin L. Влияние хитоолигосахаридов на кишечную микрофлору молоди радужной форели // Period. Ocean Univ. China, 2006, 36, № 4. – P. 606-610 (перевод с китайского).

Crondel, J.L. The influence of antibiotics on the immune system inhibition of the mitogenic leikocyte response in vitro by oxytetracycline / J.L. Crondel, J.A.Boesten // Develop. Comp. Immunol.- 1982.-№2.- P.211-216.

Feng, J.-B. Microbiota of yellow grouper (*Epinephelus awoora* Temminsk and Schlegel, 1842) fed two different diets / J.- B. Feng, C.- O. Hu et al. // Aquacult. Res. 2010, 41.- №12. - P.1778-1790.

Ghelichpour, M. Gill histopatological characteristics of Caspian roach (*Rutilus rutilus caspicus*) fingerlings treated with potassium permanganate and 276-282.

Hu, K. Effekt of dietary glutamine on growth performance, non-specific immunity, expression of cytokine genes, phosphorylation of target of rapamycin (TOR), and anti-oxidative system in spleen and head kidney of Jian carp (*Cyprinus carpio* var. Jian) / K. Hu, J.-X. Zhag et al. // Fish Physiol. and Biochem. 2015. 41, №3.- P.635-649.

Hwang, B.-O. Effect of hydrogen peroxide exposures on mucous cells and lysozymes of gill tissues of olive flounder *Paralichthys plivaaceus* / B.-O.Hwang, Y.-K. Kim // *Aquacult. Res.* 2016, 47, №2. - P. 433- 444.

Liu, Y. Effects of graded levels of dietary vitamin C on the growth, digestive capacity and intestinal microflora of juvenile Jian carp (*Ciprinus carpio* var.Jian) / Y. Liu, L. Chi // *Aquacult. Pes.* - 2011.- 42, №4.- P. 534-548.

Liu, Q. Effect of stocking density on water quality and (growths, body composition and plasma cortisol content) performance of pen-reared Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) / Q. Liu, Z.Hou // *Ocean Univ. China.*- 2016.-15,№4.- P. 667-675.

Souter, B.W. Enteric bacteria in carp (*Cyprinus carpio*) and white suckers (*Catostomus commersoni*) / B.W. Souter, R. A. Sonstegard // *J. Fish.Res. Board Can.* - 1976.- 33, №6.- P.1401-1403.

Stephen, E.D. Microbiology of summer flounder *Paralichthys dentatus* fingerling production at a marine fish hatchery / E.D. Stephen, H.J.Stephen // *Aquaculture.*- 2002.-211,№1-4.- P. 9-28.

Yoshimizu, M. Study on the intestinal microflora of salmonids / M.Yoshimizu, T.Kimura // *Fish. Pathol.* - 1976.- 10, №2.- P. 243-259.

BACTERIAL DISEASES OF FISH AND PREVENTION MEASURES

L.N. Yukhimenko, S.B. Tokareva

Branch for the Freshwater Fisheries of VNIRO («VNIIPRKh»)

E-mail: ihtipatlab@vniiprh.ru

Abstract. Bacterial diseases such as mycobacteriosis, pseudomonosis, yersiniosis, vibriosis, streptococcosis, furunculosis, bacterial kidney disease, and carp erythrodermatitis play an important role in fish pathology. However, we are currently dealing with cases in which 9-10 representatives of different species, genera, and even families are isolated from fish, when bacterial haemorrhagic septicaemia (BHS) develops. BHS is a polygenic disease that has long been a problem in fish farming because almost all fish species are susceptible to BHS pathogens. If they do not kill the fish, they degrade its marketability, resulting in economic losses. BHS diagnosis and treatment are difficult because pathogens react differently to antibiotics. Aeromonosis, previously diagnosed as rubella, was also a problem. A number of authors believed that viruses were the cause of rubella, while aeromonads were thought to be secondary pathogens that exacerbated the disease. Rubella was classified in 1974 as aeromonosis, pseudomonosis, and spring viraemia of carp. The use of probiotics and immunostimulants is optimal for the prevention of BHS and aeromonosis, allowing for the production of healthy fish in an antibiotic-free environment.

Keywords: aeromonosis, bacterial hemorrhagic septicemia, probiotics, antibiotics.

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОГО
ЭПИЗООТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ
ПОЛОВОЗРЕЛОГО АТЛАНТИЧЕСКОГО ЛОСОСЯ (СЕМГИ)
В РЕКАХ КОЛА И ТУЛОМА В 2022 Г.**

Л.С. Рудакова¹, Л.К. Буданова², И.В. Самохвалов², К.А. Хайдаров¹,
Ю.П. Щелкунова³, Е.В. Оганесова¹, Н.Ю. Терпугова¹, И.Ю. Кропачева³,
О.А. Иваницкая⁴, М.Е. Семенихина⁵, С.Г. Юрков⁶

¹ФГБНУ «ВНИРО»

E-mail: rudakova@vniro.ru

² Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО»

E-mail: igor_s_@mail.ru; lorien.budanova@mail.ru

³ Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО»

E-mail: kondina.yu@mail.ru, node-n@rambler.ru

⁴ ГОБВУ «Мурманская областная станция по борьбе с болезнями животных»

⁵ Мурманский филиал ФГБУ «Главрыбвод»

E-mail: marsem06@mail.ru

⁶ ФГБНУ Федеральный исследовательский центр вирусологии и микробиологии

E-mail: patronn13@rambler.ru

Представлены результаты комплексных (вирусологических, паразитологических, гематологических) исследований половозрелой семги в реках Кола и Тулома. Показано, что признаки патологии, характерные для УДН стали менее выражены по сравнению с 2015-2020 гг., отклонений в поведении у больных рыб, также погибших рыб в реках не отмечали. Количество пораженных рыб в ловушке РУЗ р. Кола и учтенных на рыбоходе в р. Тулома остается на уровне прошлых лет. Анализ показателей температуры воды в реках, показал их значительную ежегодную флуктуацию и отсутствие связи с количеством учтенной рыбы с внешними признаками патологий. Особо опасных для рыб вирусов и паразитов не обнаружено, состав паразитофауны семги характерен для данных водоемов. Гематологические исследования показали, что у больных рыб в лейкоцитарной формуле в два раза меньше лимфоцитов, но почти в 5 раз больше разных форм гранулоцитов. В воде отмечено незначительное превышение ПДК по тяжелым металлам, что может являться природной нормой для рек Мурманской области.

Ключевые слова: эпизоотический мониторинг, семга, ulcerативный дермальный некроз, УДН, болезни рыб

ВВЕДЕНИЕ

По оценкам ИКЕС (Международный совет по исследованию моря), численность атлантического лосося (семги) в возрасте R+1+ (1SW), возвращающегося в реки России после морской миграции, с 1971 по 2015 гг. варьировала в пределах от 100 до 250 тыс. экз., после чего снизилась ниже уровня в 100 тыс. экз. Численность семги с морским возрастом 2+ и старше (MSW) снизилась с 225 тыс. экз. в 1975 г. до 50-75 тыс. экз. в 2012-2020 гг. [Working Group..., 2020]. Как результат общего снижения численности лосося, средняя величина добычи (вылова) семги в Мурманской области снизилась с 55,2 т в 2011-2015 гг. до 25,5 т в 2016-2020 гг., а величина освоения выделенных объемов – с 75-77 % в 2011-2012 гг. до 16-38% в 2017-2020 гг., при том, что промысловое усилие в рассматриваемый период времени было довольно стабильным [Состояние запасов..., 2021].

Одной из причин сокращения популяций семги в реках Мурманской области вероятно является язвенный некроз кожи лососевых (другие названия: ульцеративный дермальный некроз, УДН) – заболевание половозрелых атлантических лососей (семги), характеризующееся появлением на теле рыб специфических язв. Заболевание препятствует успешному естественному воспроизводству семги, а также её искусственному воспроизводству, которое в последние десятилетия вносит существенный вклад в пополнение стада семги рек Кола и Умба Мурманской области. Этиология УДН в водоемах Севера РФ и европейских стран до сих пор остается невыясненной, несмотря на обширные исследования, проводимые как в России, в том числе сотрудниками ФГБНУ «ВНИРО», так и за рубежом. По мнению большинства зарубежных исследователей, данное заболевание вирусной природы. Доказано что болезнь передается горизонтальным путем через воду, а так же заболевание воспроизводили путем инъекции рыбам безбактериального фильтрата тканей пораженных участков кожи [Pilcher, Fryer, 1980, Johansson et al., 1982].

Данное заболевание регистрировали в Европе еще в XIX в. под названием «болезнь семги», его периодически выявляли в Юго-Западной Ирландии, а затем оно постепенно распространилась в реки Британских островов и соседних стран. Впервые с проблемой масштабной гибели атлантического лосося с признаками УДН в реках Мурманской области в России столкнулись в 2015 г. Сделанные специалистами ветеринарной службы Мурманской области предположения о заболевании семги УДН были официально подтверждены исследованиями зарубежных коллег из Национального ветеринарного Норвежского института. Характерные признаки разрушения подстилающего эпителия кожи свойственные только УДН были хорошо видны на гистологических срезах. Болезнь поражает половозрелых рыб, ослабляет их иммунную систему в период нерестовой миграции в реки. Сопутствующие заболевания (в основном сапролегниоз, вторичные бактериальные инфекции) могут протекать в молниеносной форме и приводить к массовой гибели рыб [Карасева, 2021]. В 2015 г. также отмечены случаи выявления УДН у лососевых рыб в реках Скандинавии и других европейских стран

[<https://docplayer.com/30939018-Osnovnye-vidy-deyatelnosti-otdela-fiziologii-i-bolezney-ryb-obektov-akvakultury.html>].

Лабораторно-диагностические исследования в 2015-2021 гг. проводили в ФГБУ «ВНИИЗЖ», ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, Комитет по ветеринарии Мурманской области, ГОБВУ «Мурманская облСББЖ», ГОБВУ «Мурманская облветлаборатория», ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Мурманской области», Референтный центр Россельхознадзора «Надрыббезопасность», ФГБНУ «ВИНРО». Таким образом, большое количество исследований, было направлено на установление этиологического агента заболевания. Использован широкий арсенал общепринятых, доступных методов, показавших, что признаки патологии, характерные для УДН не ассоциируются ни с одним из известных в настоящее время науке патогеном рыб или их этиологическая роль не доказана (вирусы, бактерии, грибы, паразиты). Однако не было проведено анализа результатов исследований разных лабораторий и оценки абиотических факторов на течение заболевания во времени.

Цель данной работы: оценить ситуацию по распространению УДН в популяциях семги в рр. Кола и Тулома в 2022 г. и проанализировать результаты исследований, проведенных в 2015-2021 гг. для выявления динамики данного заболевания во времени и связи с абиотическими факторами.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В 2022 г. у для комплексных исследований, отобрано в р. Тулома 22 экз. семги и 15 экз. в р. Кола. На гидрохимические исследования отобрано 12 проб воды, по три из каждого водоема. Отбор проб проводили в июле, рыб отбирали непосредственно из ловушки Нижне-Туломского рыбохода (р. Тулома) и на рыбоучетном заграждении на р. Кола (РУЗ) Мурманского филиала «Главрыбвода».

Размерно-весовые показатели рыб определяли в соответствии с руководством по изучению рыб [Правдин, 1966], измеряли длину по Смитту, вес целой рыбы, определяли пол и стадию зрелости.

Перед отбором проб от каждой рыбы проводили визуальное обследование кожных покровов, плавников, ротовой полости, жабр, внутренних органов на наличие видимых паразитов и признаков патологии. Кроме того в ловушке рыбохода и РУЗ, осматривали всех пойманных рыб и отдельно учитывали рыб с признаками патологии и фиксировали в журнале.

Гидрохимические исследования. Отбор проб воды в каждом водоеме проводили в соответствии с требованиями методик выполнения анализов. В отобранных пробах были определены следующие гидрохимические показатели: содержание фосфатного фосфора, аммонийного азота, нитритного и нитратного азотов, кремния, органического растворенного углерода, а также металлов в соответствии с общепринятыми методиками [РД 52.24.382; РД 52.24.383; РД 52.24.381; РД 52.24.523; РД 52.24.433; РД 52.24.377; ПНД Ф 14.1:2:3:4.279].

Вирусологические исследования. Отбор проб проводили в соответствии с Методическими указаниями по идентификации вирусов и лабораторной

диагностике вирусных болезней рыб от 10.10.97 № 13-4-2/1054 [Сборник инструкций..., 1998]. Отбор и обработку проб от каждой рыбы и каждого органа проводили индивидуально, отбирали головной отдел почек и селезенку, сердце и мозг. Отобранные пробы помещали в стерильные zip-пакеты, подписывали номер рыбы, название органа, хранили и транспортировали в лабораторию в термоконтейнере при температуре 4-6°C. Отобранные ткани гомогенизировали, полученный гомогенат разбавляли 1:10 средой Игла MEM, после чего центрифугировали при 3000 g в течение 20 минут. В полученный супернатант добавляли антибиотики (пенициллин-стрептомицин и гентамицин) [Fish pathology..., 2009]. Для выделения вирусных агентов использовали четыре перевиваемые клеточные культуры: EPC (эпидермальные новообразования больного оспой карпа) и RTG-2 (гонады радужной форели), AS (внутренние органы атлантического лосося) и ASK (почки атлантического лосося). Культивирование линий клеток и инокуляцию проводили по общепринятым методикам [Сборник инструкций ..., 1998; Fish pathology ..., 2009]. Всего на каждую линию клеток инокулировали 108 индивидуальных проб из трех органов.

Отбор и обработку проб для паразитологических исследований осуществляли по общепринятой методике неполного паразитологического вскрытия. Идентификацию выявленных гельминтов проводили с помощью определителей [Определитель паразитов..., 1985, 1987]. Для оценки заражённости рыб применялись стандартные показатели: экстенсивность инвазии (ЭИ, %), интенсивность инвазии (ИИ, экз.) и индекс обилия (ИО, экз.) [Быховская-Павловская, 1985]. Для исследований отбирали внутренние органы и делали отпечатки мышечной ткани из области видимых поражений, почек и мозга. Для изготовления мазков кусочек органа промокали от крови фильтровальной бумагой и прикасались к предметному стеклу несколько раз. У всех обследованных рыб были отобраны пробы периферической крови и произведены мазки для выявления кровепаразитов, изготовленных согласно общепринятым методикам [Лабораторный практикум ..., 1983]. Для каждой особи изготавливали по 2 мазка, которые после приготовления высушивали на воздухе. Для выявления спор микроспоридий были изготовлены мазки отпечатки почек, мышечной ткани и головного мозга. Затем просушенные мазки фиксировали 96° этанолом, снова просушивали и окрашивали в растворе азур-эозина по Романовскому-Гимза. Микроскопию проводили с помощью биологических микроскопов «OLYMPUS BX45».

Гематологические исследования. Кровь брали из хвостовой артерии с помощью шприца (укол делали в точке пересечения средней линии и линии, идущей от заднего края анального плавника) или путём отсечения хвостового стебля. Мазки крови были сделаны непосредственно на месте отбора проб. Для лабораторных исследований кровь помещали в пробирки с капилляром Microvette ® 0,2 мл с антикоагулянтом K3 EDTA (Sarstedt AG&Co, Германия) для дальнейшего гематологического анализа по общепринятым методикам [Лабораторный практикум..., 1983; Методические указания ..., 1999].

Морфологическую картину крови – подсчёт лейкоцитарной формулы патологические нарушения клеток, интенсивность эритропоэза, цитометрические измерения определяли по мазкам, окрашенным по Паппенгейму. Использовали комплексное оборудование – микроскоп «Olympus BX41» с увеличением окуляра WH10X-H/22 и иммерсионного объектива 100x (Olympus Corporation, Япония), видеокамеру ProgRes (Jenoptik GmbH, Германия); и автоматическую систему анализа изображений «ВидеоТест-Морфология 5.2» [Остроумова, 1957; Серпунин, 2002]. Клетки идентифицировали по классификации Н.Т. Ивановой [Иванова, 1983]. Патоморфологические нарушения определяли согласно рекомендациям Л.Д. Житеневой с соавторами [Житенева, Полтавцева, Рудницкая, 1989]. При подсчёте лейкоцитарной формулы, учитывая низкий процент клеток в рядах дифференцировки, клетки одного ряда были объединены. В группе агранулоцитов отмечали лимфоциты и моноциты, куда вошли также макрофаги, так как это клетки моноцитоидного ряда. В группе гранулоцитов отмечали молодые формы нейтрофилов: миелоциты, метамиелоциты и палочкоядерные нейтрофилы, объединяя их в группу «молодые нейтрофилы». В группу зрелых «сегментоядерных нейтрофилов» также вошли «пенистые» вакуолизированные нейтрофилы [Житенева, Макаров, Рудницкая, 2004; Изергина, Изергин, Изергин, 2014]. Гематокритную величину определяли путём центрифугирования крови в микрокапиллярах. Количество гемоглобина было определено с помощью анализатора HumanLyzer Pruiumus (Human, Германия).

В статистической обработке результатов применяли стандартный пакет программ Microsoft Excel (среднее арифметическое, стандартное отклонение, минимум и максимум).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В 2022 г. РУЗ на р. Кола функционировало с 02 по 29 июля, рыбоход на р. Тулома действовал с 5 июня до 29 августа. Наиболее массовый ход анадромных мигрантов начался в конце первой декады июля и длился до конца месяца. За указанный период в р. Кола были обнаружены 12,8% особей с геморрагическим поражением кожного покрова. В ловушке рыбохода на р. Тулома с 02 по 25 июля количество лососей, подозрительных на УДН, составило 5,6%. Рыб с нарушениями поведения, в том числе отделение от стаи, нарушения координации, нахождение в местах слабого течения, и т.п. в 2022 г. не наблюдали. Погибших рыб в исследованных реках не наблюдали. Температура воды во время отбора проб была 17-18,6°C.

В период отбора проб, не отмечали рыб с типичными, явно выраженными признаками УДН, которые были описаны в 2015-2020 гг. Обычными признаками патологии в июле 2022 г. были точечные кровоизлияния на коже и небольшие красные или тусклые сероватые пятна сопровождающиеся ерошением или потерей чешуи, различной интенсивности. Геморрагии и красные пятна были локализованы преимущественно на брюшной стороне тела

рыб, у основания анального плавника, брюшных, грудных плавников и на хвостовом стебле. Серые и красноватые круглой формы пятна располагались в основном на спине и боках, выше боковой линии. Язвы и участки кожного покрова, пораженные грибами, не наблюдали. У отдельных особей отмечали язвы на нижней челюсти, оголение лучей периферической части плавников. Картина внешних признаков патологии у семги изменилась с 2021 г.

Внутренние органы у больных рыб не имели видимых изменений и соответствовали физиологическому состоянию лососей, совершающих анадромную миграцию. Существенных отличий в состоянии внутренних органов по сравнению с предыдущими годами (2015-2021 гг.) не установлено [Карасева, 2021].

Описанные выше внешние признаки патологии атлантического лосося в р. Кола и Тулома начали наблюдать с 2021 г. По литературным данным новые симптомы, среди которых кожные кровоизлияния и красные пятна на коже, в том числе в брюшной области наблюдали у инфицированной семги и в других странах и выделили новое заболевание – «заболевание красной кожи» (Red Skin Disease), имеющее собственные диагностические критерии наравне с УДН [Провоторов и др., 2022]. Решение о регистрации нового заболевания и утверждение его наименования было принято на научном семинаре в ноябре 2019 г. в Норвежском институте природы (NINA, Норвегия) [Weichert et al., 2021].

С 2015 г. количество учтенных рыб с признаками УДН было выше в РУЗ р. Кола и в 2018 г. приближалось к 20%, в то время как в рыбоходе р. Тулома в этот год было 6%, а в целом с 2017 г. не превышало 9%. С 2017 г. наблюдаем и снижение общего количества рыб, учтенных как в РУЗ р. Кола (2017 г. – 7671 экз., 2022 г. – 862 экз.), так и в рыбоходе на р. Тулома (2017 г. – 6210 экз., 2022 г. – 1837 экз.). Пиковое (острое) сокращение численности учтенной семги приходится на 2021 г. (497 и 886 экз., соответственно), и именно в этом году изменился характер внешних признаков заболевания УДН. Признаки сокращения заболеваемости и гибели рыб в 2021-2022 гг., а также небольшое увеличение численности в 2022 г., возможно, являются предпосылками некоторого восстановления этих популяций.

В связи с гибелью производителей, отсаженных для искусственного воспроизводства, выпуски заводской молоди атлантического лосося в р. Кола с 2016 г. прекращены. Поэтому в РУЗ количество рыб заводского происхождения ежегодно снижалось, а в 2022 г. их вообще не наблюдали. Стоит отметить, что в то же время количество рыб с признаками УДН сокращается незначительно (пока только меняется их характер), что указывает на то, что искусственное воспроизводство не является непосредственной причиной распространения УДН, т.е. «заводские» рыбы не являются главными переносчиками инфекции.

Анализ биологических показателей обследованной семги в 2022 г. показал, что в целом рыбы в р. Кола были крупнее (среднее значение/стандартное отклонение длины по Смиту 64,1/4,0 см; среднее значение/стандартное отклонение массы 3,0/0,56 кг), чем в р. Тулома (среднее

значение/стандартное отклонение длины по Смиту 58,5/5,6 см; среднее значение/стандартное отклонение массы 2,1/0,6 кг) и находились на III-IV стадии зрелости. В целом по многолетним данным рыба также несколько крупнее в р. Кола (средняя длина – 67,7 см, средняя масса – 3,9 кг), чем в р. Тулома (средняя длина – 60,9 см, средняя масса – 2,7 кг) [Состояние запасов..., 2021].

Биологические характеристики производителей семги из рек Кола и Тулома в 2011-2021 гг. показывают, что изменения размерно-весовых показателей, возраста и доли учтенных самок за рассматриваемый период времени носят характер колебаний, довольно характерных для этих популяций, но отметим тревожный тренд сокращения в р. Туломе количества относительно крупных лососей с более длительным морским нагулом (морских возрастов 2-3SW), в первую очередь, самок.

Абсолютный возраст производителей рек Колы и Туломы складывается из речного возраста продолжительностью 2-5 лет, преимущественно 3-4, и морского возраста 1-3 годов, численно преобладают возраста 1-2 года. В результате основная часть пополнения лосося этих рек состоит из рыб абсолютных возрастов 3-6 лет, с преобладанием 4-5 лет. И с 2021-2022 гг. основную часть нерестовых стад составляют потомки выживших в годы эпизоотии лососей.

Вирусологические исследования отобранного материала на перевиваемых линиях клеток, показали признаки цитопатического действия (ЦПД) только в одной пробе мозга на двух линиях клеток ЕРС и RTG-2, на 3-4 день первого пассажа. Пробы зафиксированы для электронной микроскопии. Материал обрабатывается.

В результате паразитологического обследования атлантического лосося было выявлено 8 паразитических видов, относящиеся к 4 классам: *Cestoda* (*Eubothrium crassum* (Batsch)), *Trematoda* (*Brachyphallus crenatus* (Rudolphi)), *Derogenes varicus* (Müller), *Lecithaster gibbosus* (Rudolphi)), *Nematoda* (*Hysterothylacium aduncum* (Rudolphi)), *H. aduncum* l., *Anisakis simplex* l. (Rudolphi), *Acanthocephala* (*Echinorhynchus gadi* Müller).

У всех обследованных особей в желудочно-кишечном тракте были выявлены трематода *D. varicus* (ЭИ-100 %) и нематода *H. aduncum* (ЭИ-100%), при этом у первого интенсивность инвазии была очень высокой. Максимальная интенсивность инвазии данными паразитами отмечена в р. Коле (ИИ – 438 и 88, соответственно). Из всей выборки только у 3-х обследованных особей был выявлен скребень *E. Gadi*, интенсивность инвазии варьировала от 3-10 экз. в обоих обследованных водоёмах. Помимо этого в кишечнике был обнаружен один вид класса ленточных червей – *Eubothrium crissum*, максимальная экстенсивность инвазии его отмечена в р. Коле (ЭИ-72,7 %). У обследованной семги обнаружен только один эпизоотически значимый паразит *Anisakis simplex* l., максимальная интенсивность инвазии его отмечена в р. Тулома (ЭИ-36,8 %). Все данные паразиты ранее были отмечены у семги в обследованных реках, новых и особо опасных видов не найдено [Митенев, Карасев, 2005]. В

отпечатках почек, головного мозга, мышц и мазках крови паразиты не обнаружены.

В крови обследованных рыб выявлены основные клеточные элементы: эритроциты, агранулоциты (лимфоциты, моноциты, макрофаги), гранулоциты (нейтрофилы) на разных стадиях цитогенеза, главным образом последних, в том числе «пенистые» клетки и тромбоциты – круглые и овальные. Лимфоциты представлены, главным образом, голаядерными формами 7-10 мкм. Средний размер нейтрофилов – 11 мкм. Цитометрические показатели эритроцитов демонстрируют незначительный эффект анизоцитоза 14х8 (13х6 и 15х9) мкм. Часто на мазках можно наблюдать эритроциты с неравномерно окрашенной и вакуолизированной цитоплазмой. Для большинства особей с рыбохода р. Тулома соответствовала следующая лейкоцитарная формула (%): лимфоциты – 80; моноциты – 8; нейтрофилы – 12; индекс сдвига лейкоцитов – 0,2, что соответствует норме [Житенева, Макаров, Рудницкая, 2004]. Особи с патологическими признаками были выделены в отдельные группы. У одних в лейкоцитарной формуле заметно увеличен процент нейтрофилов (нейтрофлёз), который в среднем составляет 39%, а также снижение доли лимфоцитов – 43%. (лимфоцитопения). На мазках крови у таких особей наблюдали большое количество овальных тромбоцитов. Одна особь была с ярко выраженным моноцитозом (23% моноцитов) и повышенным эритропозом – 10,5% молодых эритроцитов. В целом для выборки с рыбохода реки Тулома характерен высокий уровень концентрации гемоглобина – в среднем 148 г/л. Гематокрит в среднем составил – 64%, доля незрелых эритроцитов 7%.

По сравнению с особями р. Тулома показатели содержания гемоглобина и гематокрита у рыб из р. Кола ниже – 101 г/л и 50% соответственно. Также ниже уровень эритропоза – 5,5%. Лейкоцитарная формула: лимфоциты – 72%; моноциты – 13%; нейтрофилы – 16%.

В целом гематологические показатели и количественные, и качественные (лейкоцитарная формула) соответствуют паттерну созревающих лососевых рыб. Под действием половых стероидов у созревающих производителей лососевых рыб происходят существенные изменения. Повышение интенсивности эритропоза, увеличение содержания гемоглобина рассматриваются как адаптация, обеспечивающая повышение газообмена в тканях организма. Кроме того, известно, что эритроциты играют важную роль в транспорте половых и других гормонов. Изменения картины белой крови, очевидно, являются частью более общего феномена подавления активности иммунной системы при половом созревании. Это способствует восприимчивости рыб к болезням и стрессу, снижению защитных свойств кожных покровов на фоне изменения их структуры [Pickering, Pottinger, 1986; Христофоров, 1998].

В анализируемых пробах природной воды из р. Кола обнаружены незначительные превышения нормативов качества воды для водных объектов рыбохозяйственного значения (ПДКр/х) только по марганцу, железу и меди. Содержание фосфатного фосфора, аммонийного азота, нитритного и

нитратного азотов, кремния было в пределах ПДК р/х. Содержание фосфатного фосфора, аммонийного азота, нитритного и нитратного азотов, кремния было в пределах ПДК р/х. Содержание растворенного органического углерода (РОУ) в двух реках сходно и составляет от 5,4-6,0 мг/дм³. Концентрация растворенного органического углерода в реках не нормируется, однако выявленные концентрации не превышают среднюю концентрацию растворимого органического углерода в реках, на основании чего можно сделать вывод, что РОУ природного происхождения. Гидрохимические исследования в Мурманской области проводятся в рамках государственного мониторинга в ФГБУ Мурманская УГМС, по предоставленной информации вода в р. Кола и Тулома с 2015 по 2020 гг. оценивалась как «слабо загрязнённая» – 2 класс или «загрязненная» – 3 класс в зависимости от года и места отбора проб (письмо №305-50-07/4275 от 06.07.2022). Реки Тулома и Кола относятся к олиготрофным водоемам с низкой средней температурой воды. Со времени появления признаков УДН в популяциях атлантического лосося в этих реках, были годы, когда температура воды поднималась выше средних значений и опускалась ниже средних и по данным предварительного анализа не оказывает прямого влияния на появление признаков патологии.

Вода в реках имеет слабую минерализацию и высокую гумификацию из-за стока с болот. Для рек Мурманской области свойственны большая прозрачность и слабая минерализация воды, высокое содержание в ней кислорода (не менее 9,6 мг/дм³) [Зубченко и др., 2003]. Проанализировали протоколы исследований воды в реках Тулома и Кола в 2015-2022 гг., проведенных в ГОБВУ «Мурманской облветлаборатории» (предоставлены Мурманским филиалом Главрыбвода), значения показателей pH варьировали незначительно от 6,3 до 7,1 и не отличались существенно по рекам, содержание кислорода в воде не измеряли. Таким образом, значения всех гидрохимических показателей, на которые была обследована вода в данных реках, находились в пределах предельно допустимых, существенных межгодовых изменений не отмечали. Однако исследование проводили только по общепринятым показателям качества и безопасности вод рыбохозяйственных водоемов. Чтобы расширить их перечень, необходимо выяснить, какие предприятия горно-обогатительные, сельскохозяйственные и другие, могут оказывать потенциальное негативное воздействие на данные реки.

На популяции атлантического лосося рек Кола и Тулома в целом происходит антропогенное воздействие от населенных пунктов, расположенных по берегам рек и Кольского залива, предприятий инфраструктуры, гидроэнергетики, туристической отрасли, сельского хозяйства, в т.ч. нескольких садковых ферм аквакультуры, а также горнодобывающих предприятий. Также в пределах площади водосбора р. Кола в 2015 г. устроен могильник погибших рыб садкового хозяйства марикультуры. В целом, как показали исследования, несмотря на существующие негативные воздействия, среда обитания атлантического лосося в реках Мурманской

области находится в удовлетворительном состоянии [Реестр лососевых рек..., 2018; Состояние запасов..., 2021].

Дополнительно нами проанализированы данные протоколов лабораторных исследований проб атлантического лосося, воды и грунта, выполненные в ГОБВУ «Мурманской облветлаборатории», ФГБУ «ВНИИЗЖ», ФГБНУ «ВИЭВ» и данные представленные ФГБУ «Мурманское УГМС» за 2015-2022 гг. Были проведены исследования на содержание тяжелых металлов (свинец, кадмий, мышьяк, ртуть) и радиологические исследования воды, грунта и рыбы, превышений ПДК (предельно допустимых концентраций) не выявлено. Кроме того, в воде ежегодно определяли запах, pH, сероводород, перманганатная окисляемость, прозрачность, цветность, БПК₅, превышений ПДК не выявили. Бактериологические исследования воды не показали существенных отклонений от ПДК. Пробы от атлантического лосося (объем 1-2 экз.) обследовали в соответствии с требованиями Технического регламента Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (ТР ЕАЭС 040/2016) [Решение Совета Евразийской экономической комиссии..., 2016], отклонений от ПДК не выявлено. Кроме того, ФГБУ в «ВНИИЗЖ», ФГБНУ «ВИЭВ» и ГОБВУ «Мурманской облветлаборатории» проводились вирусологические и бактериологические исследования в соответствии с Приказом Минсельхоза России от 19.12.2011 N 476 [Приказ Минсельхоза..., 2011] и от 14.12.2015 N 635 [Приказ Минсельхоза..., 2015], ориентированные на идентификацию известных патогенов. Во все годы исследований не было выявлено ни одного патогена, вызывающего болезни рыб из перечня, представленного в данных приказах.

В этом году провели самый большой и комплексный (вирусология, паразитология, гематология, иммунология, метаболический профиль) отбор проб от семги и воды на гидрохимические исследования в реках Кола и Тулома. В отличие от предыдущих лет вирусологические исследования проводили индивидуально от каждой рыбы и отдельно тестировали три органа на четырех перевиваемых линиях клеток, обладающих широким спектром чувствительности к разным вирусам рыб. Такой подход значительно увеличил шансы выявления вирусов в обследованных органах, в том числе и неизвестных, при условии чувствительности к ним использованных линий клеток.

Обобщив результаты комплексных исследований, пришли к заключению, что учтенные абиотические факторы (температура и гидрохимические показатели воды) в 2015-2022 гг. не имели значительных изменений, флуктуация их значений не влияла на увеличение учтенных особей с признаками УДН в рр. Кола и Тулома. Вирусов, бактерий и паразитов, опасных для здоровья семги из перечня Международного эпизоотического бюро (МЭБ) и Приказов Минсельхоза России не было обнаружено. Однако, рыба в момент отбора проб, была на III-IV стадии зрелости, а выделение вирусов, опасных для лососей наиболее вероятно от преднерестовых или уже отнерестившихся особей [Wolf, 1988].

В заключение необходимо отметить, что в соответствии с теорией природной очаговости профессора Павловского Е.Н. «возбудители большинства болезней, как любые другие биологические виды, возникли и существуют в природе под влиянием основных факторов эволюции, первоначально независимо от человека, и являются естественными сочленами экосистем» [Павловский, 1946]. Исключительно важна общая позиция, сформулированная Павловским (1946, с. 24): «Болезни с природной очаговостью стары для природы и новы лишь в отношении времени и условий поражения ими людей, и еще более новы, если судить о времени, когда врачи научились правильно их распознавать». То же относится и к болезням рыб. Таким образом, вероятно, на сегодняшний момент для идентификации патогена в популяциях половозрелой семги используется не тот арсенал методов, либо неправильно выбрано время отбора проб для выделения патогена, являющегося первопричиной ulcerативного язвенного некроза.

Известно, что развитие бактерий и грибов может подавлять размножение вирусов [Wolf, 1988]. Можно предположить в качестве гипотезы, что природный очаг патогена находится в море и запускает у пораженной семги процесс иммунодефицита, который приводит к снижению защитной функции кожи и слизи. При попадании рыбы в реки стресс, вызванный перестройкой осморегуляции и большие затраты энергии на преодоление течения усиливают подрыв работы иммунной системы и сопутствующие вторичные заболевания (в основном сапролегниоз, вторичные бактериальные инфекции), особенно если их проникновению способствуют физические повреждения целостности кожных покровов, могут протекать в молниеносной форме и приводить к массовой гибели рыб [Карасева, Голикова, 2021]. В обычных условиях, здоровая рыба просто не подвержена летальному заражению грибами и условно-патогенными бактериями.

Второй момент, на который хотелось бы обратить внимание, это изменение признаков патологии и сокращение количества погибших рыб в реках в 2021-2022 гг. Показано, что любая эпизоотическая цепь циркуляции возбудителя неизбежно ограничена во времени и пространстве, т. е. в принципе конечна [Литвин, Коренберг, 1999]. Смена соотношения клинических проявлений болезни по тяжести течения в ходе эпидемического процесса объясняется не столько фенотипическими изменениями организма хозяина, сколько внутренними закономерностями в развитии эпизоотического процесса. Облегчение клинических проявлений болезни наблюдается в фазе затухания эпизоотического процесса, когда вирулентность возбудителя снижается, и условия для динамической изменчивости в сторону ее нарастания отсутствуют. Саморегулирующая смена фаз резервации возбудителя и его распространения объясняется взаимодействием динамически изменяющихся популяций паразита и хозяина в ходе эпизоотического процесса. Существование возбудителя в фазе резервации обеспечивается за счет различных форм носительства в организме хозяина и со своеобразием иммунологического гомеостаза.

И наконец, в современных условиях растущую и не в полной мере оцененную опасность представляет формирование вторичных очагов в урбоценозах [Ковалева и др., 1982], которые так или иначе черпают возбудителей из первичных, природных очагов. В настоящее время мы не можем достоверно ответить на вопрос, какова первопричина начала острой эпизоотии УДН в популяциях семги в р. Кола и Тулома.

Мы согласны с мнением других ученых [Провоторов и др., 2022], что в конечном итоге синергия и целенаправленность усилий могут позволить разработать эффективные меры контроля/борьбы с заболеванием и создать систему мониторинга и прогнозирования состояния запасов лососевых рыб для сохранения естественных популяций, а также определить факторы, способствующие распространению УДН и «заболевания красной кожи».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб руководство по изучению /Л.: Наука, 1985. – 121с.

Житенева Л.Д. Атлас нормальных и патологически измененных клеток крови рыб / Л. Д. Житенева, Т. Г. Полтавцева, О. А. Рудницкая. – Ростов-на Дону: Ростовское книжное издательство, 1989. – 109 с.

Житенева, Л.Д. Основы ихтиогематологии (в сравнительном аспекте) / Л.Д. Житенева, Э.В. Макаров, О.А. Рудницкая. – Ростов-на Дону: Эверест, 2004. – 312 с.

Зубченко А.В., Долотов С.И., Крылова С.С, Лазарева Л.В. Лососевые реки Кольского п-ова. Река Кола // Мурманск, изд-во ПИНРО. – 2003. – 66 с.

Иванова, Н. Т. Атлас клеток крови рыб / Н. Т. Иванова. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 184 с.

Карасева, Т. А. Язвенный дермальный некроз (UDN) и влияние болезни на воспроизводство атлантического лосося (*Salmo salar* L.) [Текст] / Т. А. Карасева, Л. Н. Голикова // Биология водных экосистем в XXI веке: факты, гипотезы, тенденции: тезисы докладов Всерос. науч. конф., посвящ. 65-летию Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук / Ин-т биологии внутр. вод им. И.Д. Папанина РАН. – Борок, 2021. – С. 90. – ISBN 978-5-6047146-2-1.

Ковалева Е. П., Лысенко А. Я., Никитин Д. П. Урбанизация и проблемы эпидемиологии. М., 1982. – 174 с.

Лабораторный практикум по болезням рыб / Под ред. В. А. Мусселиус. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. – 290 с.

Лабораторный практикум по болезням рыб. Под редакцией Мусселиус В.А./ М.: Лег. и пищ. пром-сть. 1983. – 294 с.

Литвин В.Ю., Коренберг Э.И. Природная очаговость болезней: развитие концепции к исходу века // Паразитология Т.33 №3. – 1999. – С. 179-191.

Методические указания по проведению гематологического обследования рыб. Министерство сельского хозяйства и продовольствия РФ Департамента ветеринарии № 13-4-2-/1487 от 2 февраля 1999. – 15 с. [Электронный ресурс] -

URL: http://gov.cap.ru/home/65/aris/bd/vetzac/document/201_1.html (дата обращения: 25.05.2021).

Митенев В.К., Карасев А.Б. Экологические особенности паразитофауны атлантического лосося *Salmo salar* L. бассейнов Баренцева и Белого морей // Лососевидные рыбы Восточной Фенноскандии. Петрозаводск, 2005. – С. 81-89

Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР Т.2. Паразитические многоклеточные (Первая часть)//под. ред. О.Н. Бауэр. Л.: Наука, 1985. – 425 с.

Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР Т.2. Паразитические многоклеточные (Вторая часть) //под. ред. О.Н. Бауэр. Л.: Наука, 1987. – 583 с.

Остроумова, И. Н. Показатели крови и кроветворение в онтогенезе рыб / И. Н. Остроумова. – Л., 1957. – Известия ГосНИОРХ. – Т. 43, выпуск 3. – 62 с.

Павловский Е. Н. Основы учения о природной очаговости трансмиссивных болезней человека // Журн. общ. биол. – 1946. – Т. 7. – № 1. С. 3-33.

ПНД Ф 14.1:2:3:4.279-14 Количественный химический анализ вод. Методика определения органического углерода и общего азота в питьевых, природных и сточных водах методом высокотемпературного окисления с использованием анализаторов углерода и азота.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) // Правдин И.Ф. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.

Приказ Минсельхоза России от 14.12.2015 N 635 (ред. от 22.11.2021) «Об утверждении Ветеринарных правил проведения регионализации территории Российской Федерации» [Электронный ресурс. КонсультантПлюс] (дата обращения 02.09.2022 г.)

Приказ Минсельхоза России от 19.12.2011 N 476 (ред. от 25.09.2020) «Об утверждении перечня заразных, в том числе особо опасных, болезней животных, по которым могут устанавливаться ограничительные мероприятия (карантин)» [Электронный ресурс. КонсультантПлюс] (дата обращения 02.09.2022 г.)

Провоторов Д.С., Мурзина С.А., Иешко Е.П., Немова Н.Н. Ульцеративный дермальный некроз лососевых: обзор // Журнал общей биологии. – 2022. – Т. 83. – № 2. – С. 138-148.

РД 52.24.377. Методика выполнения измерений массовых концентраций алюминия, бериллия, ванадия, железа, кадмия, кобальта, марганца, меди, молибдена, никеля, свинца, серебра, хрома и цинка в водах методом атомной адсорбции с электротермической атомизацией. – Ростов н/Д.: Росгидромет, ГУ «ГХИ», 2008. – 28 с.

РД 52.24.381-2017 Массовая концентрация нитритного азота в водах. Методика измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса. Ростов н/Д.: Росгидромет, ГУ «ГХИ», 2017. – 25 с.

РД 52.24.382. Массовая концентрация фосфатов и полифосфатов в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом. – Ростов н/Д.: Росгидромет, ГУ «ГХИ», 2006. – 30 с.

РД 52.24.383. Массовая концентрация аммиака и ионов аммония в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом в виде индофенолового синего. – Ростов н/Д.: Росгидромет, ГУ «ГХИ», 2005. – 36 с.

РД 52.24.433-2018 Массовая концентрация кремния в водах. Методика измерений фотометрическим методом в виде желтой формы молибдокремниевой кислоты (с Поправкой N 1) - Ростов н/Д.: Росгидромет, ГУ «ГХИ», 2010. – 28 с.

РД 52.24.523. Массовая концентрация нитратов в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с сульфаниламидом и N-(1-нафтил)этилендиаминадигидрохлоридом после восстановления в кадмиевом редуторе. – Ростов н/Д.: Росгидромет, ГУ «ГХИ», 2009. – 30 с.

Реестр лососевых рек Мурманской области. Бассейн Баренцева моря / М.Ю. Алексеев, С.И. Долотов, А.Ю. Жилин [и др.]; ПИНРО. – Мурманск: Изд-во ПИНРО. – 2011. – 344 с.

Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 18.10.2016 N 162 «О техническом регламенте Евразийского экономического союза "О безопасности рыбы и рыбной продукции" (вместе с «ТР ЕАЭС 040/2016. Технический регламент Евразийского экономического союза. О безопасности рыбы и рыбной продукции») [Электронный ресурс. КонсультантПлюс] (дата обращения 02.09.2022 г.).

Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. – 1998. – Ч. 1 и 2 /М.: Отдел маркетинга АМБагро. – 510 с.

Серпунин Г. Г. Гематологические показатели адаптаций: автореф. дис. ... д-ра биол.наук / Г. Г. Серпунин. – Калининград, 2002. – 49 с.

Состояние запасов и рыболовства анадромных рыб Мурманской области / С.В. Прусов, А.В. Зубченко, М.Ю. Алексеев [и др.]; Отв. ред. С.В. Прусов; Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М. Книповича). – Мурманск: ПИНРО им. Н.М. Книповича, 2021. – 72 с.

Христофоров О.Л. Репродуктивная функция и ее контроль у атлантического лосося / О.Л. Христофоров, И. Г. Мурза // Атлантический лосось / отв. ред. Р. В. Казаков. – СПб: Наука, 1998. – С. 75-126.

Fish pathology Section Laboratory Manual / ed. T.R. Meyers.: Alaska Dep. Fish and Game, Spec. Publ. – 2009. – № 12. – 252 p.

Pickering, A. D. Lymphocytopenia and interrenal activity during sexual maturation in the brown trout, *Salmo trutta* L. / A. D. Pickering, T. G. Pottinger // J. Fish Biol. – 1987. – № 30. – P. 41-50.

Weichert F.G., Axen C., Forlin L., Inostroza P.A., Kammann U. A multi-biomarker study on Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) affected by the emerging Red Skin Disease in the Baltic Sea // J. Fish Dis. – 2021. – V. 44. – № 4. – P. 429–440

Working Group on North Atlantic Salmon (WGNAS) / J. April, H. Bardarson, G.H. Bolstad, I. Bradbury, M. Buoro, S. Prusov [et al.]; ed. M. Robertson. –

Copenhagen: [s. n.], 2020. – 358 p. – (ICES Scientific Reports, ISSN 2618-1371; vol. 2, Iss. 21). [Электронный ресурс] – URL: <http://doi.org/10.17895/ices.pub.5973> (дата обращения 15.07.2022).

Wolf K. Fish viruses and fish viral diseases // U.S. Fish and wildlife service. Ithaca, London. – 1988. – 478 p.

PRELIMINARY RESULTS OF A COMPREHENSIVE EPIZOOTIC SURVEY OF POPULATIONS OF ADULT ATLANTIC SALMON (SALMON) IN THE KOLA AND TULOMA RIVERS IN 2022

S.L. Rudakova¹, L.K. Budanova², I.V. Samohvalov², K.A. Haidarov¹, U.P. Schelkunova³, E.V. Oganeseva¹, N.U. Terpugova¹, I.U. Kropocheva³, O.A. Ivanitskaya⁴, M.E. Semenichina⁵, S.G. Urkov⁶

¹ *Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), Moscow, Russia; E-mail: rudakova@vniro.ru*

² *Polar Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (PINRO Named after N.M. Knipovich), Murmansk, E-mail: budanova@pinro.ru; igor_s@pinro.ru*

³ *Freshwater Fisheries branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIIPRKh»)*

⁴ *GOBVU Murmansk Regional Animal Disease Control*

⁵ *Murmansky Branch of the Federal State Budgetary Institution «Glavrybvod», Murmansk; E-mail: marsem06@mail.ru*

⁶ *FGBNU Federal Research Center of Virology and Microbiology, Vladimir region; E-mail: patronn13@rambler.ru*

Abstract. The results of complex (virological, parasitological, hematological) studies of mature salmon in the Kola and Tuloma rivers are presented. It is shown that the signs of pathology characteristic of UDN have become less pronounced compared to 2015-2020, deviations in behavior in sick fish and dead fish in rivers were not noted. The number of affected fish in the trap of the RUZ of the Kola River and recorded on the fishing trip in the Tuloma river remains at the level of previous years. The analysis of water temperature indicators in rivers showed their significant annual fluctuation and the lack of connection with the number of recorded fish with external signs of pathologies. Viruses and parasites that are particularly dangerous for fish have not been detected, the composition of the salmon parasitofauna is characteristic of these reservoirs. Hematological studies have shown that sick fish have two times fewer lymphocytes in the leukocyte formula, but almost 5 times more different forms of granulocytes. A slight excess of the MPC for heavy metals was noted in the water, which may be a natural norm for the rivers of the Murmansk region.

Keywords: epizootic monitoring, salmon, ulcerative dermal necrosis, UDN, fish diseases.

ИХТИОПАТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕПЛОВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ (ГЕНЕРИРУЮЩИХ МОЩНОСТЕЙ АТОМНЫХ И ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ, ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ)

И.Ю. Домницкий, В.В. Кияшко, В.П. Масликов, Я.В. Александров
Саратовский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СаратовНИРО»)
E-mail: Domnitskiy09@yandex.ru

Температура окружающей среды оказывает значительное влияние на фауну и флору тепловодных объектов (генерирующих мощностей атомных и гидроэлектростанций, геотермальных источников).

Изменения температуры, особенно её рост в воде критически сказывается на всех показателях и условиях развития ихтиофауны.

По этой причине необходимость оптимизации температурных воздействий на гидробионтов в тепловодных объектах является актуальным процессом на фоне полифакториальности их динамики.

Ключевые слова: гидробионты, тепловодные объекты, ихтиофауна, температурные воздействия.

ВВЕДЕНИЕ

Температура окружающей среды существенно влияет не только на рыб, но и на других гидробионтов – фауну и флору тепловодных объектов (генерирующих мощностей атомных и гидроэлектростанций, геотермальных источников). Не следует недооценивать тот факт, что повышенная температура воды является не комфортным, не редко, летальным фактором для разнообразных представителей ихтиофауны и прочих гидробионтов, являющихся термофильными к более низким показателям температуры окружающей среды. Условия их обитания, включая температурный фактор, были сформированы за предшествующий длительный исторический промежуток времени. Рост среднегодовых температурных показателей, особенно на фоне воздействия тепловодных объектов, ведёт к постепенному вытеснению таких видов из мест их нынешнего обитания в более прохладные регионы.

Справедливости ради следует отметить возможность проявления приспособительных механизмов эволюции в некоторых случаях, но, исходя из исторической ретроспективы, массовостью они не обладают. Хотя, пример эволюции млекопитающих после гибели представителей, окружающих их крупных доминирующих видов, позволяет говорить о том, что не всегда количественные изменения превалируют над своевременными и удачными качественно отличными процессами.

То есть, вопросы изучения оптимальных соотношений возможных антропогенных регуляторных воздействий с целью поддержания постоянства и взаимосвязей внутренней среды гидробионтов, в основном, ихтиофауны и внешней среды – тепловодных объектов, при достаточно многочисленных исследованиях, проведённых ранее, всё же остаются актуальными вследствие огромного объёма факторов влияния и требуют продолжения исследовательских работ в указанном многообразии методов и методик.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Настоящая работа основана на результатах анализа исследований отечественных и зарубежных авторов в направлении изучения причинно-следственных связей между физико-химическими воздействиями водоемов для охлаждения атомных и гидроэлектростанций, геотермальных источников с одной стороны и степенью развития гидробионтов в целом, а ихтиофауны в частности. При работе с указанными источниками мы использовали информационно-аналитический метод, в информационную основу которого были включены методические и патентные разработки, научные публикации. Всего было проанализировано более 50 источников.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В перечне многообразных факторов внешней среды, имеющих существенное влияние на жизненные циклы организмов рыб, термическая составляющая играет существенную роль. Что дает определенную возможность профилактики их патологических состояний.

Воздействие тепловодных объектов генерирующих мощностей атомных и гидроэлектростанций на окружающую среду включает в себя разнообразные составляющие, например, использование значительных объёмов воды для снижения температуры конденсаторов турбины. Для этого применяют естественные водоемы, формируются искусственные, строятся градирни, используются другие способы охлаждения [Лунева, 2014].

Водоемы, применяемые в целях охлаждения конденсаторов турбины, следует отнести к антропогенным объектам, одновременно подвергающихся мощному воздействию окружающей природной среды. То есть, они являются промежуточным звеном между биосферными и техногенными формированиями, включающими свойства, как первых, так и вторых систем, при этом достаточно плотно взаимодействующих между собою [Авакян и др., 1987].

Значительное воздействие атомные и гидроэлектростанции оказывают на экологические системы поблизости расположенных водных объектов, при этом применение природной воды вместе с её обитателями с последующим сбросом технически загрязнённых фракций является одними из главных факторов биосферного и техногенного конфликта [Макаров и др., 1986].

Впрочем, подобная ситуация является достаточно сходной с условиями функционирования ряда промышленных производств и хозяйственной

деятельностью поселений, расположенных по берегам водных объектов. Более того, по данным многих авторов, нагретая вода при попадании в водоём для охлаждения не ведёт себя статично, но формирует активные транзитные течения в гидродинамических зонах или турбулентно ориентированные перемещающиеся массы теплой и холодной воды, образующие циркулирующие зоны водоворотов. Формирование подобных не простых гидродинамических структур обуславливает достаточно существенные особенности таких водоёмов в виде постоянно образующихся и передвигающихся водных масс, способствующих, в свою очередь, перемещению, конденсации и выпадению в осадок минеральных, органических взвесей в условиях постоянно изменяющихся газового, термического и биогенного режимов процессов самоочищения водных объёмов, как условия обитания флоры и фауны [Доценко, 1989].

Выше перечисленное нередко формирует негативные причинно-следственные связи между нагревом тепловодных объектов и безопасностью жизни ихтиофауны, фитопланктона, зообентоса и зоопланктона.

Так, по данным ряда исследователей [Гунин и др., 2010], с ростом температуры воды экосистема теряет стабильность, при этом, чем выше, тем сильнее. В результате могут прекратить своё существование отдельные виды, что почти всегда ведёт к деструктивным процессам и нарушению соотношения вещества и энергии в экосистеме и, далее, к вырождению её самой. Следует учитывать тот факт, что степень воздействия различных генерирующих производств, в том числе сходных по своим характеристикам, может оказаться разной по силе и продолжительности воздействия на водные объекты [Лунева, 2014].

Для различных видов представителей ихтиофауны, с учётом стадийности процесса их развития требуются вполне постоянные температурные характеристики водных объектов [Sung et al., 2003].

Так, в отдельных случаях реакция фитопланктона на подогрев имеет свои особенности. Число вегетирующих водорослей возрастает по причине увеличения продолжительности вегетационного сезона. При этом относительное значение диатомовых водорослей чаще всего уменьшается на фоне устойчивого увеличения со стороны зеленых, пиррофитовых и, особенно устойчивых к нагреву, цианобактерий, хотя видовой состав почти не меняется. Процессы фотосинтеза усиливаются, если до начала нагрева температура воды была меньше 15-20°C, но превышение 30-35°C оказывает заметное угнетающее воздействие на большинство гидробионтов, хотя многие цианобактерии и протококковые от такого повышения не страдают [Девяткин и др., 1975].

Кроме фитопланктона не меньший интерес вызывает такой динамичный, тонко реагирующий на внешние и внутренние факторы воздействия окружающей среды, в том числе антропогенные, компонент биоты, как зоопланктон. Наличие в тепловодном объекте турбулентных зон с растущими на 6-10°C температурными потенциалами в составе сообщества зоопланктона отмечают уменьшение численности популяции, как реакцию на угнетающее

термическое воздействие [Шуйский и др., 1995]. При этом процессы угнетения, особенно на начальных стадиях, сопровождаются определенными адаптационными состояниями, когда достаточно чётко выраженная в водоёме температурная стратификация позволяет рачкам мигрировать из неблагоприятно перегретых верхних слоев в более оптимальные нижние уровни. Если нагрев водной массы в области придонных слоёв продолжается и достигает 27-28°C, наступает прекращение размножения и гибель большинства видов зоопланктона с исчезновением популяции. Но исследования группы авторов указывают на тот факт, что постепенное исчезновение предыдущего холодолюбивого видового сообщества нередко сопровождается появлением и размножением эвритермных и теплолюбивых разновидностей, особенно при устойчивом увеличении температурных показателей от фоновых на 6-10°C, которые через определенный промежуток времени устойчиво формируют на освободившемся месте новую биотическую группу [Погребов и др., 1988].

Менее выраженные колебания температуры тепловодных объектов от 1,5 до 3°C также ведут к процессам деструкции в зоопланктоне, но выражены они значительно слабее, вплоть до не заметных без инструментальных исследований [Погребов и др., 1988].

Необходимо осознавать наличие прямой связи между термоустойчивостью гидробионтов и их видовой адаптационной характеристикой. Так, хотя примерная разница между оптимальными и негативными показателями для ихтиофауны лежит в пределах порядка 6°C, виды, имеющие низкие величины физиологически обоснованных температур (предпочитаемой и избираемой температурах) среды обитания, в сравнение с более теплолюбивыми видами, в целом гораздо хуже переносят нагрев воды в водоемах охладителях, особенно на фоне длительных высоких погодных температурных показателей (раздражающих, летальных).

Температурные показатели водных объектов при своём росте до определенных величин однозначно оказывают влияние на ихтиофауну, одновременно вызывая повышенную активность и численность паразитов, микроорганизмов и их носителей и, как следствие, возникновение различных патологических состояний [Шуйский и др., 1990].

Достаточно давно является известной информация о некоторой температурной зависимости большинства инфекционных болезней рыб. Например, вирусная геморрагическая септицемия форели чаще возникает при температуре 10-12°C, а бранхиомикоз карпов, аэромоноз (краснуха), воспаление плавательного пузыря (ВПП) и другие остро протекают при 20-25°C. Накопление значительной концентрации органических веществ при разложении водорослей с повышенным содержанием аммиака под влиянием возросшей температуры воды нередко способствует резкой активизации эпизоотии бранхиомикоза и аэромоноза.

При этом продолжающееся воздействие высоко температурного фактора почти неминуемо приводит к массовому размножению ихтиофтириусов, дактилогирусов и других возбудителей инвазионных болезней, осложняющих

течение аэромоноза, воспаления плавательного пузыря и бранхиомикоза. Для ихтиофтириус наиболее оптимальной является температура в 20-26°C, дактилогирис вастатор – 24-28°C. В таких условиях происходят самостоятельные энзоотии или даже эпизоотии ихтиофтириоза, дактилогироза и других заболеваний [Шуйский и др., 1995].

Все выше перечисленные случаи рассматривались в условиях не загрязненной, хорошо насыщенной кислородом и содержащей малое количество углекислоты воде, причём кислотность её находилась в нейтральном промежутке шкалы. Если фактическое состояние жидкости не соответствовало указанным, то адаптационные возможности организмов рыб снижались пропорционально скорости развития и степени несовпадения показателей, при чём, как при чрезмерно высоких, так и при низких колебаниях температуры.

Кроме опосредованных результатов высоких температурных воздействий, даже непродолжительных по времени, местные физические повреждения или так называемые «ожоги» жаберных лепестков с разрывами капилляров, кровотечениями, анемией, некрозами и появлением на коже интенсивного сероватого слизистого налета. Все это напоминает патологические изменения, сходные с бранхиомикозом. Развивающийся патологический процесс ведёт к гибели поражённых рыб.

Изменения температурного режима в виде крайних колебаний, кроме всего прочего, оказывают выраженное негативное влияние на жизнедеятельность разного рода гидробионтов, выполняющих роль компонентов пищевой базы для представителей ихтиофауны. Выявленная ситуация, в свою очередь, способствует неуклонному снижению уровня потребления рыбой природной группы кормов, обуславливая общий процесс снижения привесов, упитанности и продуктивности в целом [Шуйский и др., 1995].

В прямой зависимости от степени и частоты изменения температурных колебаний находится как степень резистентности организмов рыб, так и степень патогенности микроорганизмов возбудителей болезней.

Кроме органических веществ, появляющихся иногда в значительных количествах, в том числе при росте температуры водоёма, немаловажную, иногда критическую роль в развитии, жизнедеятельности и продуктивности представителей ихтиофауны играет такой фактор, как возможность увеличения вредных последствий при загрязнении воды разнообразными химикатами в виде пестицидов, удобрений и других препаратов, используемых в сельскохозяйственном производстве, особенно на фоне повышения температуры и, как следствие, токсичности этих веществ для всех гидробионтов, а в случаях тяжелых металлов и для человека, как употребляющего такую рыбу в пищевых целях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, изменения температуры, особенно её рост в воде объектов атомных и гидроэлектростанций критически сказывается на всех показателях и условиях развития ихтиофауны, начиная с угнетения гидробионтов и снижения кормового потенциала объектов, последующее падение резистентности организмов рыб на фоне нарушения обменных процессов вплоть до температурного шока и усиленного размножения патогенных микроорганизмов с последующим развитием патологических состояний у рыб.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Авакян А.Б., Салтанкин В.П., Шарапов В.А. Водохранилища // М.: Мысль. – 1987. – 323 с.

Водоохранилища и водооградительные сооружения ГАЭС, ТЭС и АЭС / под ред. Т.П. Доценко. // Энергоатомиздат. – М.: 1989. – 191 с.

Гунин П.А., Серпокровлов Н.С., Лейкин Ю.А. Анализ влияния волгодонской аэс на водоем-охладитель // Вестник ТГУ. – 2010. – т.15, вып.5. – С. 1602-1609.

Девяткин, В.Г. Влияние подогретых вод на фитопланктон Ивановского водохранилища // Экология организмов водохранилищ-охладителей. – М.: Наука, 1975. – С. 292.

Лунева Е.В. Оценка влияния атомных электростанций России на экосистемы водоемов-охладителей // Известия КГТУ. – 2014. – №34, - Калининград. – С. 20-32.

Макаров И.И., Соколов А.С., Шульман С.Г. Моделирование гидротермических процессов водоемов-охладителей ТЭС и АЭС // Энергоатомиздат. – М.: 1986. – С. 184.

Погребов В.Б. Индикация экосистемных нарушений в условиях антропогенного термального градиента в Финском заливе по планктону // Экология. – 1988. – № 4. – С. 39-45.

Шуйский В.Ф., Чистякова С.В., Устюжанина Н.В. Влияние теплового и органического загрязнения на структуру макрозообентоценозов водоема-охладителя Новомичуринской ГРЭС // Сборник научных трудов /ГосНИОРХ. – 1990. – Вып. 309. – С. 309.

Шуйский В.Ф., Евдокимов И.И., Домпальм Е.И. Оценка уровня локального «теплового загрязнения» в водоемах-охладителях // Влияние теплового и органического загрязнения на биоту водоемов-охладителей / Сборник научных трудов / ГосНИОРХ. – 1995. – Вып. 314. – С. 82-86.

Sung D.-Y., Kaplan F., Lee Kil-ae, Guy C.L. Acquired tolerance to temperature extremes // TRENDS in Plant Science. – 2003. – Vol. 8., N 4. – P. 179-187.

ICHTHYOPATHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF HEAT-WATER OBJECTS (GENERATING CAPACITIES OF NUCLEAR AND HYDROPOWER PLANTS, GEOTHERMAL SOURCES)

I.Yu. Domnitsky, V.V. Kiyashko, V.P. Maslikov, Ya.V. Alexandrov
Saratov Branch of FGBNU «VNIRO» («SaratovNIRO»)
E-mail: Domnitskiy09@yandex.ru

Abstract. The ambient temperature has a significant impact on the fauna and flora of warm-water objects (generating capacities of nuclear and hydroelectric power plants, geothermal sources). Changes in temperature, especially its growth in water, have a critical effect on all indicators and conditions for the development of the ichthyofauna. For this reason, the need to optimize the temperature effects on hydrobionts in warm-water objects is an urgent process against the background of the multifactorial nature of their dynamics.

Keywords: hydrobionts, warm-water objects, ichthyofauna, temperature effects.

МОРФОЛОГИЯ ЭРИТРОЦИТОВ ДВУХЛЕТОК МУКСУНА (*COREGONUS MUKSUN*) В НОРМЕ И ПРИ АНЕМИИ В АКВАКУЛЬТУРЕ

Вылка М.М.

Санкт-Петербургский филиал ФГБУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ»

им. Л.С. Берга»)

E-mail: vylka.maxim@yandex.ru

Проведено сравнение показателей красной крови двухлеток муксуна, выращенных при нормальной (2020 г.) и повышенной (2021 г.) температуре воды. В условиях аномально высокой температуры воды для сиговых (более месяца выше 20°C) обнаружены особи рыб с явлениями анемии – пониженным содержанием гемоглобина, повышенным количеством незрелых эритроцитов, увеличенным индексом печени, измененной морфологией эритроцитов. Произошло уменьшение объемов эритроцитов и увеличение объемов их ядер, что привело к изменению ядерно-плазматического отношения и общему снижению функциональности эритроцитов больных рыб. Анемичные особи встречались как среди рыб, получавших экспериментальные, так и импортный корм.

Ключевые слова: муксун, температура воды, ядерно-плазматическое отношение, гемоглобин, патологии крови.

ВВЕДЕНИЕ

Здоровье и физиологический статус рыб подвергается негативному воздействию абиотических и биотических факторов среды [Curtie et. al., 2022], которые могут стать причиной анемии. Анемичное явление отражается на картине крови. Так как кровь рыб чувствительна к неблагоприятным воздействиям среды, а также кормлению рыб недоброкачественными кормами, она отражает состояние организма рыб [Заботкина и др., 2015].

Муксун относится к холодолюбивым видам рыб, температурный оптимум которых находится в пределах 15-18°C [Костюничев и др., 2012]. Так в 2020 году особи муксуна выращивались в более благоприятных температурных условиях. Однако, в 2021 г. из-за летней жары произошел прогрев озерной воды. В результате у исследуемых двухлеток муксуна развилась анемия. Температурный фактор оказал решающее воздействие на физиологическое состояние выращиваемых рыб в 2021 г.

Синдром анемии характерен низким содержанием гемоглобина и морфо-физиологическими изменениями эритроцитов. При анемии функции эритроцитов (обеспечение метаболизма тканей и газообмена между кровью и атмосферным воздухом) нарушаются и зрелые эритроциты сменяются незрелыми, не способными к нормальному функционированию [Witeska, 2015].

Эритроциты рыб и их ядра имеют определенную степень изменчивости размеров и формы. Исходя из этого, описание морфологии эритроцитов важно для понимания их функциональности. Целью исследования было изучение морфологии красной крови муксуна – эритроцитов, выполняющих дыхательную и другие функции в организме.

Морфологическое описание клеток основано на использовании относительных показателей – индексов, характеризующих тот или иной параметр клетки [Серпунин и др., 2010, Силкин и др., 2019]. Цифровые характеристики морфологических изменений клеток могут указать на нарушения кроветворения различного генеза: нарушение синтеза гемоглобина, голодание и истощение, кровопотери. Изменения формы эритроцитов разной степени выраженности – пойкилоцитоз, анизоцитоз, шизоциты, сфероциты, дефрагментация ядра, наличие включений и др. может наблюдаться практически при любой анемии, вне зависимости от ее генеза [Житенева и др., 1989].

При нормальных показателях крови незначительная часть эритроцитов рыб может иметь не эллипсоидную форму, например, незрелые эритроциты. Таким образом, морфологическая характеристика эритроцитов имеет важное значение при исследовании крови.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводили на двухлетках муксуна в 2020 и 2021 гг. Рыба выращивалась в садках размером 2×2 м, установленных на базе рыбхоза ООО «Форват» в озере Суходольское (Ленинградская области) в период с 20-25 мая по 10-15 октября.

В 2020 г. выращивание муксуна осуществлялось при оптимальной для сиговых рыб температуре воды не превышающей 20°. В 2021 г. в течение 1,5 мес. температура воды превышала допустимый уровень для сиговых 20°C и при этом несколько дней составляла 23-25°C (рисунок 1). Концентрацию растворенного в воде кислорода определяли термооксиметром Handy Polaris (OxyGuard).

Кормление осуществлялось гранулированными экспериментальными и импортным (финским «Райсиоагро») кормами близкими по питательной ценности, на что указывает сходный темп роста [Остроумова и др., 2022].

Для оценки качества выращиваемой рыбы применялся гематологический анализ [Головина, Тромбицкий, 1989]. В 2020 г. анализ проводился у 100 экз., в 2021 г. – 80 экз. рыб. Отбор крови проводился в конце периода выращивания – середина октября. Капля крови помещалась на чистое часовое стекло, затем изготавливался мазок, вторая порция крови помещалась в гемометр Сали. Мазки окрашивали по методу Паппенгейма. Микроскопия проводилась при 100-кратном увеличении. При подсчете 200 клеток красной крови определялся процент незрелых форм. Камерой-окуляром получены фотографии клеток крови, линейные размеры которых определены в программе Levenhuk. Для световой микроскопии и морфометрии клеток крови использовались микроскоп

Микмед-2, объектмикрометр, фотокамера Levenhuk M1400 и программа Levenhuk lite.

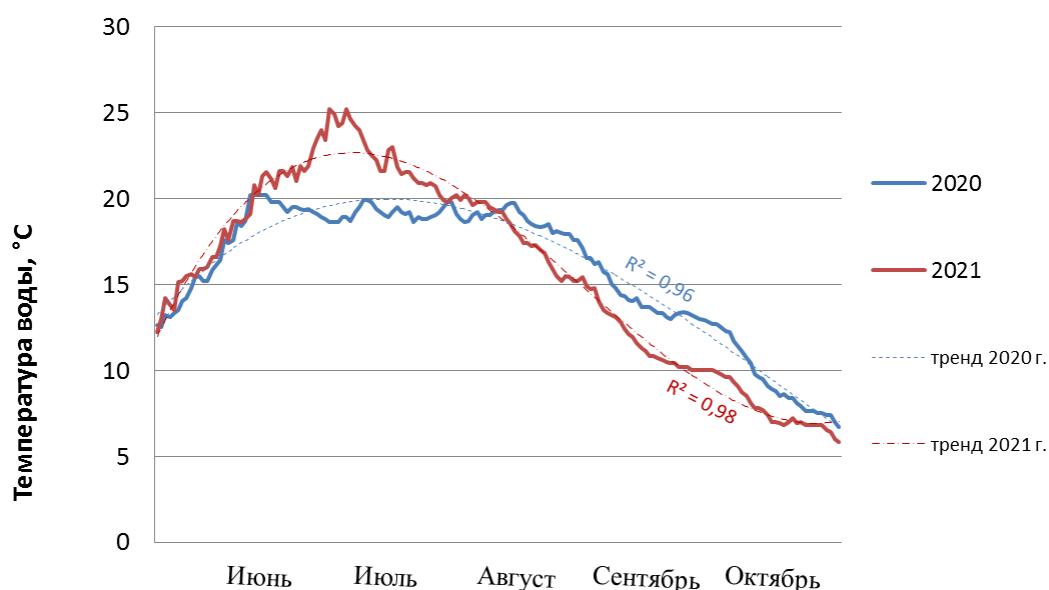


Рисунок 1 – Температура воды оз. Суходольское, Ленинградская область

Измеряли большую и малую оси 100 клеток (C_1 и C_2) и их ядер (N_1 и N_2) на каждом мазке. Объем эритроцита (V_c), объем ядра (V_n) и толщина эритроцита (h) определены по следующим формулам [Soldatov et. al, 2021]:

$$\text{Объем эритроцита:} \quad V_c = 0,7012 * \left(\frac{C_1 + C_2}{2}\right)^2 * h + V_n;$$

$$\text{Объем ядра:} \quad V_n = \frac{\pi * N_1 * N_2^2}{6};$$

$$\text{Толщина клетки:} \quad h = 1,8 + 0,915 * (C_1 - 7,5);$$

Также были определены индексы эритроцитов: ядерно-плазматическое отношение (ЯПО):

$$\text{ЯПО} = \frac{V_n}{V_c};$$

Индексы сферичности эритроцитов (C_i) и ядра (N_i):

$$C_i = \frac{c_2}{C_1}; N_i = \frac{N_2}{N_1}$$

После отбора крови измеряли массу рыбы и ее печени, после чего вычисляли индекс печени. Статистическую обработку массива цифровых данных проводили в программе Microsoft Excel, различия считались достоверными при уровне значимости $p \leq 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В оптимальных условиях содержание гемоглобина в крови двухлеток муксуна в аквакультуре находится в пределах 70-80 г/л, но возможны и более высокие и пониженные значения гемоглобина, уровень которого во многом

зависит от условий содержания рыбы: температуры воды, кормления, насыщения воды кислородом. Для крови сиговых рыб в целом характерны высокие значения уровня гемоглобина. Например, в весенний период в крови это значение достигает 90-100 г/л и выше. При анемии резко снижается содержание гемоглобина и повышается содержание незрелых эритроцитов и индекс печени. Нужно отметить, что концентрация растворенного кислорода в летние периоды выращивания рыбы была не ниже 8,0 мг/л, а процент насыщения – 90-100.

Показатели физиологического состояния исследуемых рыб приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели физиологического состояния молоди муксуна 2020 и 2021 гг.

Показатели крови	Масса рыбы, г	Индекс печени, %	Гемоглобин, г/л	Незрелые эр, %
В норме 2020г	161,7±4,48 ^a	1,27±0,04 ^a	71,2±1,23 ^a	6,7±0,41 ^a
В норме 2021г.	201,8±3,34 ^b	1,41±0,04 ^b	77,8±1,65 ^a	8,9±0,80 ^a
При анемии 2021г.	184,6±4,68 ^b	1,72±0,05 ^c	50,5±3,06 ^b	19,7±4,22 ^b

Значения с различными буквенными индексами имеют достоверные различия при уровне значимости $p \leq 0.05$.

Форма эритроцитов и их ядер у здоровых двухлеток муксуна эллипсоидная, не сферичная. Средние значения индексов сферичности эритроцитов (C_i) - 0,64-0,66 и средние значения индексов сферичности ядра N_i 0,54-0,58 наблюдали у всех обследованных рыб в 2020 г., выращиваемых при благоприятном температурном режиме воды, и у части рыб в 2021 г. (таблица 2, рисунок 2).

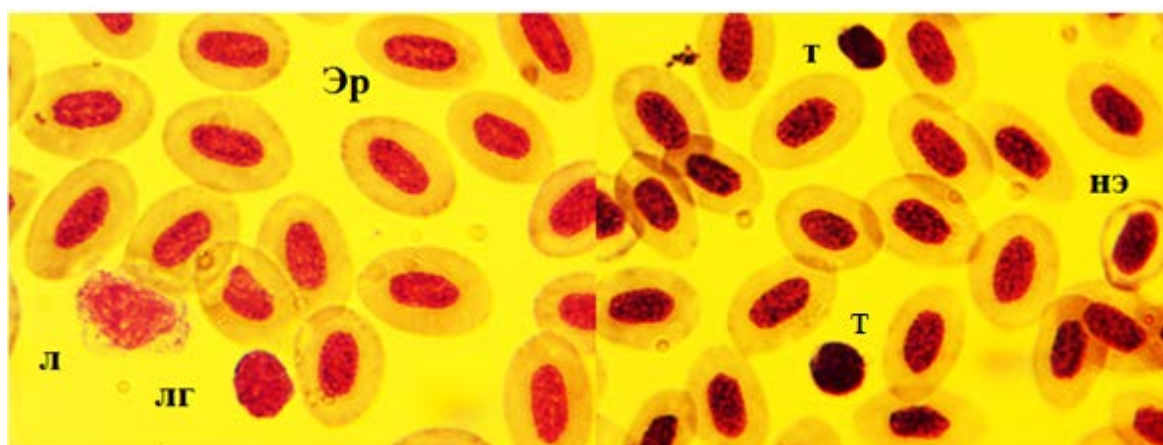


Рисунок 2 – Клетки крови здоровых рыб: Эр – зрелый эритроцит; нэ – незрелый эритроцит; л – лимфоцит, лг – лимфоцит голаядерный; т – тромбоцит

Незначительный процент морфологически измененных эритроцитов у рыб наблюдается и при благоприятных условиях и не оказывает негативного влияния на кровь [Романова и др., 2020, Вылка, 2021].

Таблица 2 –Гематологические индексы молоди муксуна в 2020 г. и 2021 г.

Показатели крови	Объем эритроцита (V_c), мкм^3	Объем ядра эритроцита (V_n), мкм^3	Ядерно-плазматическое отношение (ЯПО)	Сферичность эритроцита (C_i)	Сферичность ядра (N_i)
В норме 2020 г	$289 \pm 6,30^a$	$60 \pm 1,46^a$	$0,21 \pm 0,01^a$	$0,66 \pm 0,01^a$	$0,54 \pm 0,01^a$
В норме 2021 г.	$315 \pm 6,66^b$	$69 \pm 1,59^b$	$0,22 \pm 0,01^a$	$0,64 \pm 0,01^a$	$0,58 \pm 0,01^b$
При анемии 2021г	$260 \pm 7,29^c$	$80 \pm 2,57^c$	$0,31 \pm 0,01^b$	$0,71 \pm 0,01^b$	$0,70 \pm 0,01^c$

Значения с различными буквенными индексами имеют достоверные различия при уровне значимости $p \leq 0.05$.

Условия среды в значительной мере сказываются на здоровье рыб, о чем свидетельствует состояние крови. Повышенная температура воды летом 2021 г. привела к нарушению физиологических процессов двухлеток муксуна и к патологии печени [Остроумова и др., 2022]. В результате анемия была выявлена у 8-9 % взятых на анализ рыб, выращенных как на экспериментальных, так и на импортном корме. У анемичных рыб содержание гемоглобина в среднем составляло 50,5 г/л, у отдельных особей – 20-30 г/л (при норме 70-110 г/л), повышенным значением ЯПО, индексами C_i и N_i , более высоким индексом печени. Часть эритроцитов визуальнo выглядят нормально, но их средний объем на 20% меньше, чем у эритроцитов здоровых рыб, а также более округлая форма – индексы сферичности C_i и N_i более 0,7. При этом объемы ядер больше, чем у обычных эритроцитов (таблица 2). В редких случаях были обнаружены микроциты и деформация ядер эритроцитов. Морфологические изменения эритроцитов при анемии свидетельствуют о стимуляции эритропоэза, иногда сопровождающимися патологиями клеток [Житенева и др., 1989]. Наоборот, на мазках двухлеток муксуна, выращенных в 2020 г. в условиях близкой к норме, не выявлено патологий красной крови.

На рисунке 3 приведены фотографии обнаруженных патологий эритроцитов.

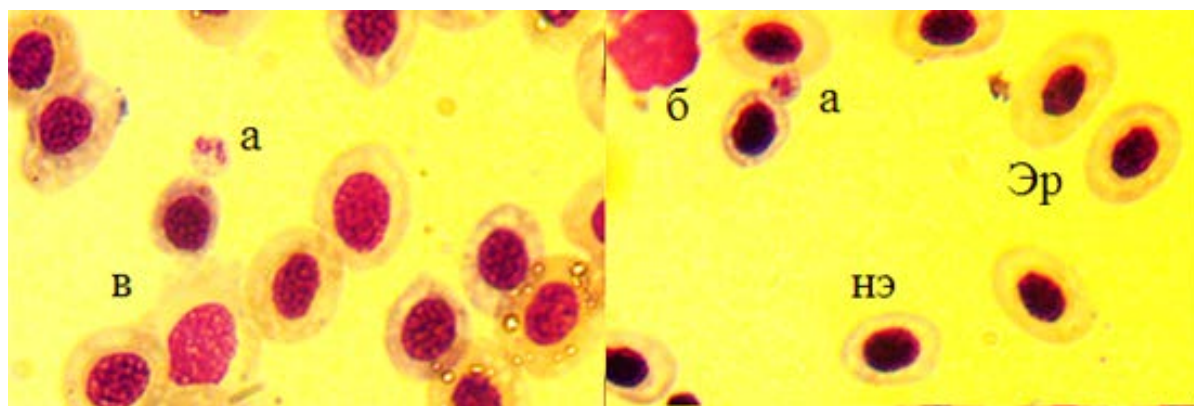


Рисунок 3 – Изменения формы эритроцитов у двухлеток муксуна при анемии: а – микроцит; б – ядерные тени; в – нарушение осморезистентности мембраны, вакуолизация цитоплазмы; Эр – эритроцит; нэ – незрелый эритроцит;

Деформация ядер эритроцитов, возможно, обусловлена повышением температуры воды, на что ранее указывал Нгуен с соавторами [2017]. Ядерные тени образуются в результате внутрисосудистого или внутриклеточного гемолиза эритроцитов, проявляющегося в снижении осморезистентности мембран незрелых эритроцитов [Головина, Романова, 2019]. Существенных сдвигов в лейкоцитарной формуле не выявлено.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По размерам и форме эритроцитов, анемия муксуна, предположительно отнесена к микроцитарной форме, при которой наблюдается нарушение пигментного обмена эритроцитов. Микроцитарная анемия характерна наличием в кровотоке повышенного количества эритроцитов меньших размеров, менее окрашенных и с повышенным ядерно-плазматическим отношением. В норме такие эритроциты содержатся в малых количествах.

Известно, что к патологиям крови может привести использование недоброкачественных кормов. В этом случае смена диеты более сбалансированной позволяет избежать или снизить риск возникновения анемии. Однако в данных условиях рыбы с анемией были обнаружены как при выращивании на экспериментальных кормах разного состава, так и импортном. По всей вероятности развитие анемии было вызвано общим неблагоприятным фактором, одинаково влияющим на рыб всех вариантов кормовых рецептур – высокой температурой воды. Главным образом высокая температура воды повлияла на физиологические процессы холодолюбивых сиговых рыб, что стало причиной нарушения эритропоэза и изменения морфологии красной крови.

Есть предположение, что анемия, замедляет рост рыб. Дополнительных исследований требует исследование жизненного цикла эритроцитов муксуна, скорости и интенсивности эритропоэза в различных условиях выращивания.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает благодарность главному научному сотруднику лаборатории аквакультуры Санкт-Петербургского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга), д.б.н., профессору Ирине Николаевне Остроумовой за помощь в подготовке и оформлении статьи.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Вылка М.М. Показатели крови судака (*Sander lucioperca*), выращиваемого в прудах и садках // Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса. Тезисы докл. IX науч.-практ. конф. молодых учёных с международным участием, 11-12 ноября 2021 г. – М.: «ВНИРО», 2021. – С. 44-46.

Головина, Н.А., Тромбицкий И.Д. Гематология прудовых рыб. Кишинев: «Штиинца», 1989. – 160 с.

Головина Н.А., Романова Н.Н. Лабораторный практикум по физиологии рыб: Учебное пособие. СПб.: Издательство «Лань», 2019. – 136 с.

Житенева Л. Д., Полтавцева Т. Г., Рудницкая О. А. Атлас нормальных и патологически измененных клеток крови рыб. Ростов н/Д: Ростовское книжное издательство, 1989. – 111 с.

Заботкина Е.А., Лапирова Т.Б., Середняков В.Е., Нестерова Т.А. Экологическая пластичность гематологических показателей пресноводных костистых рыб // Труды ИБВВ им. И.Д. Папанина РАН. – 2015. № 72. – С. 16-29.

Костюничев В.В., Шумилина А.К., Князева Л.М., Богданова В.А., Баранова В.П., Якубец Т.Г. Сборник методических рекомендаций по индустриальному выращиванию сиговых рыб для целей воспроизводства и товарной аквакультуры. Под общей ред. канд. биол.наук А. К. Шумилиной. ГосНИОРХ. СПб, 2012. – 289 с.

Нгуен Т.Х.В., Пономарев С.В., Федоровых Ю.В., Дорджиев Б.У. Морфологические особенности кровяных клеток европейского окуня (*Perca fluviatilis*) в искусственных условиях // Вестник АГТУ. Рыбное хозяйство. – 2017. № 3. – С. 106-112. DOI: 10.24143/2073-5529-2017-3-106-112.

Остроумова И.Н., Костюничев В.В., Лютиков А.А., Шумилина А.К., Вылка М.М. Влияние повышенной температуры на физиологическое состояние сиговых рыб (*Coregonidae*) при выращивании их в условиях аквакультуры // Рыбное хозяйство, – 2022. – № 1. – С. 69-74.

Романова Н.Н., Головина Н.А., Головин П.П., Ефремова Е.В., Вараксина В.В. Гематологические показатели муксуна (*Coregonus muksun salmonidae*) при формировании ремонтно-маточного стада в условиях рыбного завода // Вопросы рыболовства. – 2020. – Т 21. – № 3. – С. 331-342.

Серпунин Г.Г., Сементина Е.В., Савина Л.В. Морфофизиологические и гематологические показатели молоди сига, выращиваемой на различных кормах // Известия КГТУ. – 2010. – №19. – С. 196-203.

Силкин Ю.А., Силкина Е.Н., Черняева В.Н., Василец В.Е. Исследование размерных характеристик и морфологических особенностей эритроцитов у некоторых черноморских рыб разного эволюционного положения и экологической специализации // Вопросы ихтиологии, – 2019. – Т 59. – № 1. – С. 87-93.

Currie A.R., Cockerill D., Diez-Padrisa M., Haining H., Henriquez F.L., Quinn B. Anemia in salmon aquaculture: Scotland as a case study // Aquaculture. – 2022. – Т.546. – P. 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737313>

Soldatov A. A., Kukhareva T. A., Morozova V. N., Richkova V. N., Andreyeva A.Yu., Bashmakova A. O. Morphometric parameters of erythroid hemocytes of alien mollusc *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) under normoxia and anoxia // Ruthenica : Русский малакологический журнал. – 2021. – Т. 31, № 2. – С. 77-86.

Witeska M. Anemia in teleost fishes // Fish Patholjgy. – 2015. – Т. 35 № 4. – P.148-160.

MORPHOLOGY OF ERYTHROCYTES OF TWO-YEAR-OLD MUKSUN (*COREGONUS MUKSUN*) NORMALLY AND WITH ANEMIA IN AQUACULTURE

M.M. Vylka

St. Petersburg Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (GosNIORKH named after L.S. Berg),

E-mail: vyuka.maxim@yandex.ru

Abstract. The comparison of the red blood indicators of two-year-old munksun grown at normal (2020) and elevated (2021) water temperature was carried out. In conditions of abnormally high water temperature for whitefish (more than a month above 20°C), individuals of fish with anemia phenomena were found – a reduced hemoglobin content, an increased number of immature red blood cells, an increased liver index, altered morphology of red blood cells. There was a decrease in the volume of red blood cells and an increase in the volume of their nuclei, which led to a change in the nuclear-plasma ratio and a general decrease in the functionality of erythrocytes of sick fish. Anemic individuals were found both among fish receiving experimental and imported feed.

Keywords: munksun, water temperature, nuclear-plasma ratio, hemoglobin, blood pathology.

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД РЕК ЮЖНОГО ПРИМОРЬЯ И ОЗЕРА ХАНКА ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

О.И. Катайкина, В.И. Матвеев

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»)

E-mail: Olga.Kataykina@tinro-center.ru

Начиная с 2016 г. Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» (ТИНРО) проводит исследования рек Приморского края, имеющих рыбохозяйственное значение по основным гидрохимическим показателям – растворенный кислород, БПК₅, фосфаты, нитраты, нитриты, аммонийный азот, растворенное железо, взвесь, рН. В результате проведенных исследований установлено, что рассмотренные реки южного Приморья и озеро Ханка по гидрохимическим показателям в основном соответствуют нормативам, предъявляемых для рыбохозяйственных водоемов. Превышение предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ отмечено в озере Ханка и реке Раздольная по показателям содержания железа и взвешенных веществ.

Ключевые слова: гидрохимические показатели, комбинаторный индекс загрязнения воды (КИЗВ), р. Барабашевка, р. Раздольная, оз. Ханка.

ВВЕДЕНИЕ

Проблемы нехватки воды и падение ее качества актуальны для многих областей мира. В большинстве случаев причиной является растущая активность антропогенной деятельности, в том числе рост водопользования во всех его формах и видах. Особое внимание к рекам, имеющим рыбохозяйственное значение, обусловлено проводимой в 2017 г. бесплатной раздачей земли хозяйственного назначения в их бассейнах. Ожидаемая активизация хозяйственной деятельности может повлиять на экологическую ситуацию. Поэтому изучение изменения экологического состояния рек, оценка значений содержания гидрохимических элементов в основных компонентах речной экосистемы имеет большое практическое значение. Начиная с 2016 г. Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» (ТИНРО) с разной дискретностью проводит исследования рек Приморского края, имеющих рыбохозяйственное значение по основным гидрохимическим показателям – растворенный кислород, БПК₅, фосфаты, нитраты, нитриты, аммонийный азот, растворенное железо, взвесь, рН.

Целью работы было изучение гидрохимического режима поверхностных вод и оценка комбинаторного индекса загрязненности воды (КИЗВ) рек Барабашевка, Раздольная и озера Ханка. Материалами послужили данные, полученные Тихоокеанским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» (ТИНРО) с 2016 по

2021 гг. Для оценки КИЗВ использовались нормативы ПДК для рыбохозяйственных водоемов [Приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 № 552]. Расчет проводился по таким показателям как фосфаты и неорганические формы азота – нитраты, нитриты и аммоний, растворенное железо и взвешенные вещества.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Начиная с 2016г. ТИНРО с разной дискретностью проводит исследования рек Приморского края, имеющих рыбохозяйственное значение по следующим гидрохимическим показателям – содержание растворенного кислорода, БПК₅, концентрации фосфатного фосфора, нитратного, нитритного и аммонийного азота, общего растворенного железа, взвешенных веществ и pH (таблица 1).

Таблица 1 – Сроки отбора проб на реках Раздольной, Барабашевка и оз. Ханка

Годы	2016	2017	2018	2019	2020
Месяцы	2,4,7,9,11,12	2,4,6, 7, 8,9,11,12	2,4,5,7	2,7,10	2,5,7

Сбор гидрологической информации осуществлялся с помощью гидрологического зонда ASTD102-ALC-R02 в автономном режиме. Связь с зондом, и выгрузка данных, перевод выходных данных в физические величины осуществлялись с использованием программных пакетов, прилагаемых к зонду. Пробы воды отбирали с поверхности реки в одном и том же месте, разливали в полиэтиленовые банки емкостью 0,5 л и транспортировали в холодильных ящиках при температуре не выше +4 градусов в лабораторию для дальнейших исследований.

Анализ проб выполнялся в лаборатории промысловой океанографии ТИНРО с использованием аттестованных методик (табл.2) [Руководство ..., 2003].

Таблица 2 – Методы химического анализа гидрохимических параметров

Параметр	Метод химического анализа
NH ₄	Фотометрическое определение с гипохлоритом и фенолом, L= 630 нм
NO ₂	Фотометрическое определение с сульфаниламидом и N-(1-нафтил)-этилен-диамином, L = 540 нм
NO ₃	Восстановление до NO ₂ на Cd-Cu редуторе и определение NO ₂
PO ₄	Фотометрическое определение с молибдатом аммония, L = 885 нм
SiO ₃	Фотометрическое определение по желтому КМК, L = 380 нм
O ₂	Метод Винклера

Концентрация всех определяемых веществ, приводятся в размерности в мг/дм³. Для оценки суммарного загрязнения вод рассчитывалась относительно уровня ПДК, используемых для рыбохозяйственных водоемов, концентрация фосфатов, нитритов, нитратов, аммония, растворенного железа и взвешенных

веществ. Для оценки степени загрязненности был применен метод его комплексной оценки, которая позволяет оценить загрязненность воды одновременно по широкому перечню ингредиентов и показателей качества воды, классифицировать воду по степени загрязненности. При этом использовался комбинаторный индекс загрязнения воды (КИЗВ), который представляет собой суммарную относительную концентрацию, разделенную на число используемых показателей.

$$\text{КИЗВ} = \frac{\sum K_z}{n} = \frac{\text{КонцPO}_4}{\text{ПДКPO}_4} + \frac{\text{КонцNO}_2}{\text{ПДКNO}_2} + \frac{\text{КонцNO}_3}{\text{ПДКNO}_3} + \frac{\text{КонцNH}_4}{\text{ПДКNH}_4} + \frac{\text{КонцFe}}{\text{ПДКFe}} + \frac{\text{КонцSus}}{\text{ПДКСus}} \quad (1)$$

где $\sum K_z$ – суммарная относительная концентрация, Конц – измеренная концентрация элементов в воде в мг/дм³, ПДК – предельно допустимая концентрация фосфатов (PO₄), нитритов (NO₂), нитратов (NO₃), аммонийного азота (NH₄), железа (Fe) и взвешенных веществ (Sus), n – число, используемых показателей. Качество оценивалось по таблице 3.

Таблица 3 – Классы качества вод в зависимости от ИЗВ [Шитиков и др., 2005]

Качество вод	ИЗВ	Классы качества вод
Очень чистые	До 0,2	I
Чистые	0,2 – 1,0	II
Умеренно загрязненные	1,0 – 2,0	III
Загрязненные	2,0 – 4,0	IV
Грязные	4,0 -6,0	V
Очень грязные	6,0 – 10,0	VI
Чрезвычайно грязные	Более 10,0	VII

Исходя из особенностей геохимии соединений азота и того факта, что загрязнение соединениями азота представлено в основном аммонийными и нитритными ионами [Хендерсон-Селлерс, Маркленд, 1990], был рассчитан коэффициент нитрификации (К_Н), который позволяет определить степень окисления азота. Коэффициент нитрификации представляет собой отношение суммарной концентрации аммонийного и нитритного азота к концентрации нитратов в пробе и отражает насколько полно прошел процесс окисления, и позволяет, с определенной долей достоверности, выявлять свежие очаги загрязнения поверхностных вод [Ткаченко, Косинова, 2020].

$$K_H = \frac{\text{КонцNO}_2 + \text{КонцNH}_4}{\text{КонцNO}_3} \quad (2)$$

При этом следует учесть, что чем ниже коэффициент нитрификации, тем быстрее происходит окисление соединений азота.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Река Раздольная отличается большим количеством взвеси. Средняя концентрация взвеси здесь по нашим данным составляет 76 мг/дм^3 . При этом отмечается два пика повышенных концентраций взвешенных веществ. Первый отмечается в апреле, и связан, видимо, с весенним половодьем. В это время концентрация взвеси достигает в среднем 113 мг/дм^3 . Второй пик наблюдается в августе и связан с прохождением глубоких циклонов, характерных для этого периода в Приморье. В августе средняя концентрация взвеси составляет 121 мг/дм^3 . Для этих месяцев характерно и высокое содержание растворенного железа (рисунок 1).

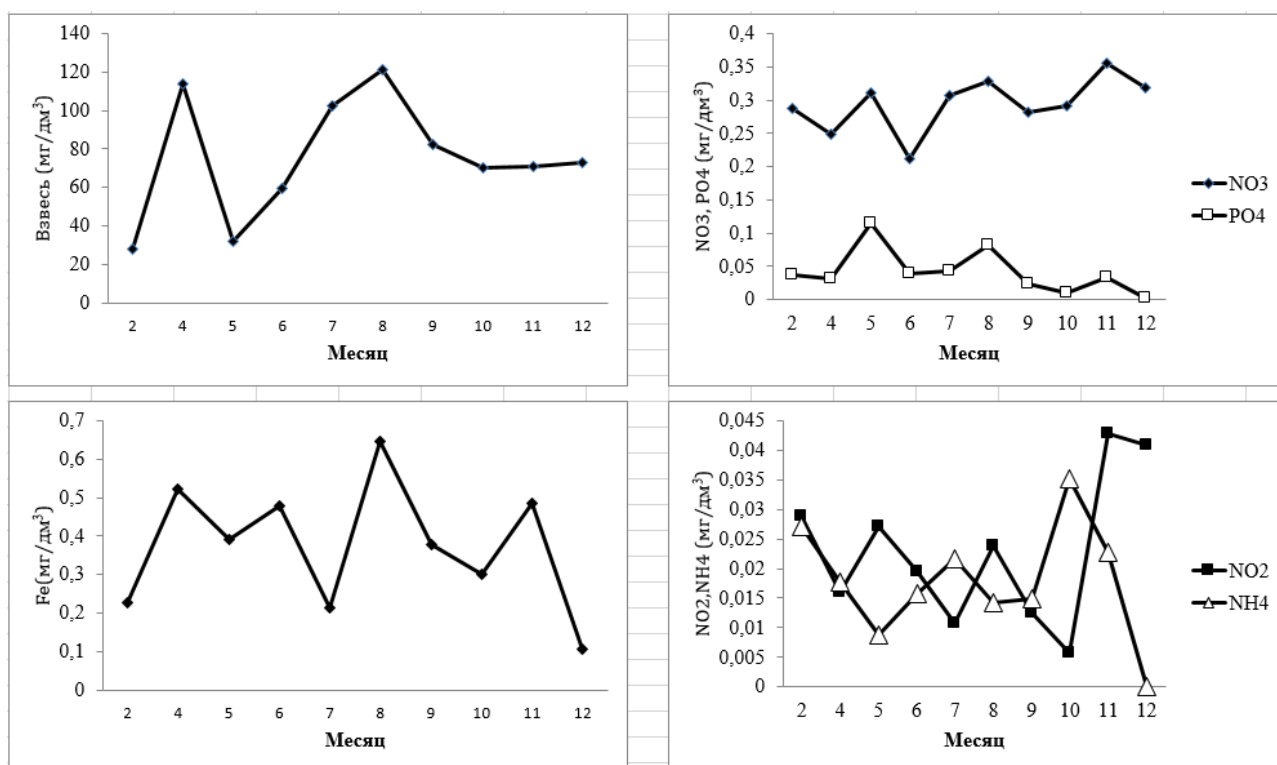


Рисунок 1 – Внутригодовые изменения гидрохимических веществ на поверхности в реке Раздольной, мг/дм^3

Характер сезонных изменений нитратов и фосфатов одинаков. Первый максимум наблюдался в мае, второй в августе. Падение их концентраций в июне, вероятно, связано с интенсификацией продукционных процессов. Повышение их концентраций в августе обусловлено увеличением взвеси и повышенной растворимостью биогенных веществ при высоких температурах воды. При этом следует отметить общий рост концентраций нитратов от февраля к декабрю и понижение содержания фосфатов в том же направлении.

Сезонные изменения содержания нитритов и аммонийного азота находятся в противофазе. Такая ситуация обусловлена процессами нитрификации – окисление ионов аммония до нитритов. Изменения концентрации аммония, вероятно, связаны с жизнедеятельностью организмов, так как изменения его концентрации практически не связаны с процессами

разрушения ледяного покрова и атмосферными осадками. Наибольшие его концентрации отмечались в феврале и октябре, а наименьшие в мае (рис.1). В феврале увеличение концентрации аммония может быть обусловлено накоплением продуктов метаболизма и их разложением, за счет заходящих морских рыб на «зимовку», а в октябре затухающими продукционными процессами и деструкцией фитопланктона.

В целом коэффициент нитрификации для поверхностных вод реки Раздольной изменяется незначительно – от 0,1 до 0,2. Наиболее высокие его значения отмечались в зимние месяцы – с ноября по февраль. При положительных температурах процесс восстановления аммонийного азота до нитритов происходит в течение месяца. Зимой этот процесс продолжается 2-3 месяца, относительно низкие температуры воды «тормозят» окислению ионов нитритов до нитратов (рисунок 2). Наибольшая концентрация нитритов отмечалась в ноябре – декабре. Такая ситуация могла быть обусловлена слабой нитрификацией ионов аммония при низких температурах, максимальные концентрации которого отмечались в октябре. Повышенные значения коэффициента нитрификации в июне можно объяснить увеличением стока бытовых отходов.

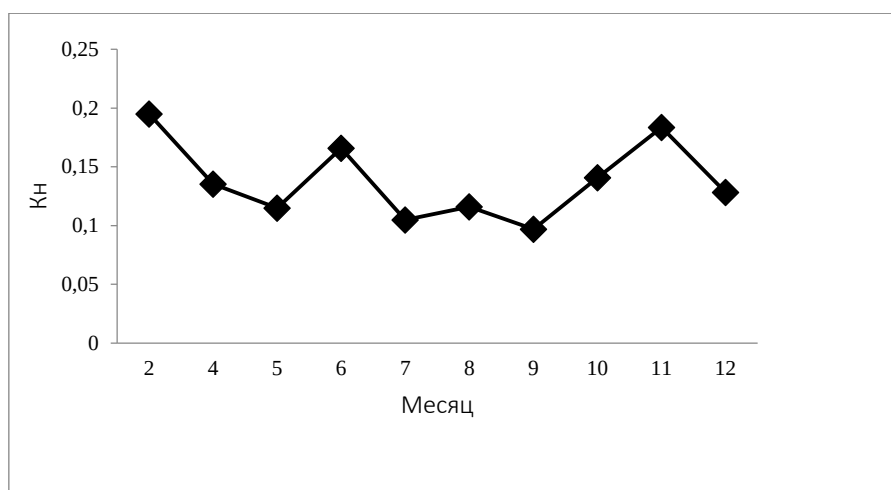


Рисунок 2 – Внутригодовые изменения коэффициента нитрификации

Значительное количество загрязняющих веществ, таких как пестициды, аммонийный и нитратный азот, фосфор, калий и др., смывается с сельскохозяйственных территорий. В основном стоки, которые содержат высокую концентрацию органических веществ, биогенных элементов и других поллютантов, попадают в водоемы и водостоки без какой-либо очистки. Поступление в водоемы значительного количества биогенных веществ (азота, фосфора и других элементов в составе удобрений, отходов животноводства, атмосферных аэрозолей и т.д.) приводит к перестройке структуры трофических связей гидробионтов, резкому возрастанию биомассы фитопланктона, массовому размножению синезеленых водорослей, вызывающих «цветение» воды, ухудшающее ее качество и условия жизни гидробионтов. Более того,

синезеленые водоросли выделяют токсины, опасные и для большинства гидробионтов и для человека. Поэтому возрастание массы фитопланктона сопровождается уменьшением видового разнообразия, что приводит к утрате редких видов, уменьшению способности пресноводных экосистем к гомеостазу и саморегуляции.

Загрязненность вод реки Раздольной обусловлена, главным образом, за счет взвешенных веществ и растворенного железа и носит хорошо выраженный сезонный характер. В апреле и августе превышение этих веществ достигает 32 и 35 ПДК и 5 и 6,5 ПДК соответственно. Наибольшее загрязнение наблюдается в апреле и августе, а наименьшее – зимой.

Таблица 4 – Средние значения КИЗВ и превышение отдельных гидрохимических характеристик относительно ПДК поверхностных вод реки Раздольной

Месяц	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12
КИЗВ	1,8	6,4	2,4	3,7	5,3	7,0	4,6	3,4	4,3	3,6
В.В.	8,1	32,5	9,1	17,0	29,3	34,6	23,4	20,0	20,3	20,9
Fe	2,3	5,2	3,9	4,8	2,1	6,5	3,8	3,0	4,9	1,0
ΣИЗВ(Б.В.)	0,2	0,1	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1

Что касается биогенных элементов (фосфатов, нитритов, нитратов и аммония) то (ΣИЗВ(Б.В.)) воды реки Раздольной можно охарактеризовать как чистые. Высокая мутность и высокие концентрации железа являются характерной особенностью реки и возможно при продолжении гидрохимических исследований с привлечением гидробиологических и таксономических данных ПДК по этим веществам можно будет пересмотреть.

Таким образом, загрязненность вод реки Раздольной обусловлена, главным образом, за счет взвешенных веществ и растворенного железа и носит хорошо выраженный сезонный характер. Наибольшее загрязнение наблюдается в апреле и августе, а наименьшее – зимой.

Река Барабашевка берёт начало на западных склонах сопки Синий Утёс, течёт в северном направлении, у Лесных гор поворачивает на запад, а затем — на юго-запад. Близ посёлка Приморский впадает в Амурский залив Японского моря. Длина реки 61 км, площадь бассейна 576 км², падение 690 м, средний уклон 10,1‰. Ширина её перед впадением в море в устье 60-90 м. Глубина до 1-2 м. В летнее время часты паводки, вызываемые в основном интенсивными продолжительными дождями. Подъём воды в реке быстрый, амплитуда колебания уровня воды — до 2-х метров.

Горная река Барабашевка по нашим наблюдениям является довольно чистой. Небольшое превышение по индексу загрязнения отмечаются только в апреле до 1,8. Затем индекс загрязнения довольно равномерно понижался и в декабре его значения не превышали 0,6.

Характер сезонных изменений нитратов и фосфатов одинаков. Первый максимум наблюдался в мае, второй в августе. Падение их концентраций в июне, вероятно, связано и интенсификацией продукционных процессов. Повышение их концентраций в августе обусловлено увеличением взвеси и повышенной растворимостью биогенных веществ при высоких температурах воды. При этом следует отметить общий рост концентраций нитратов от февраля к декабрю и понижение содержания фосфатов в том же направлении (рисунок 3).

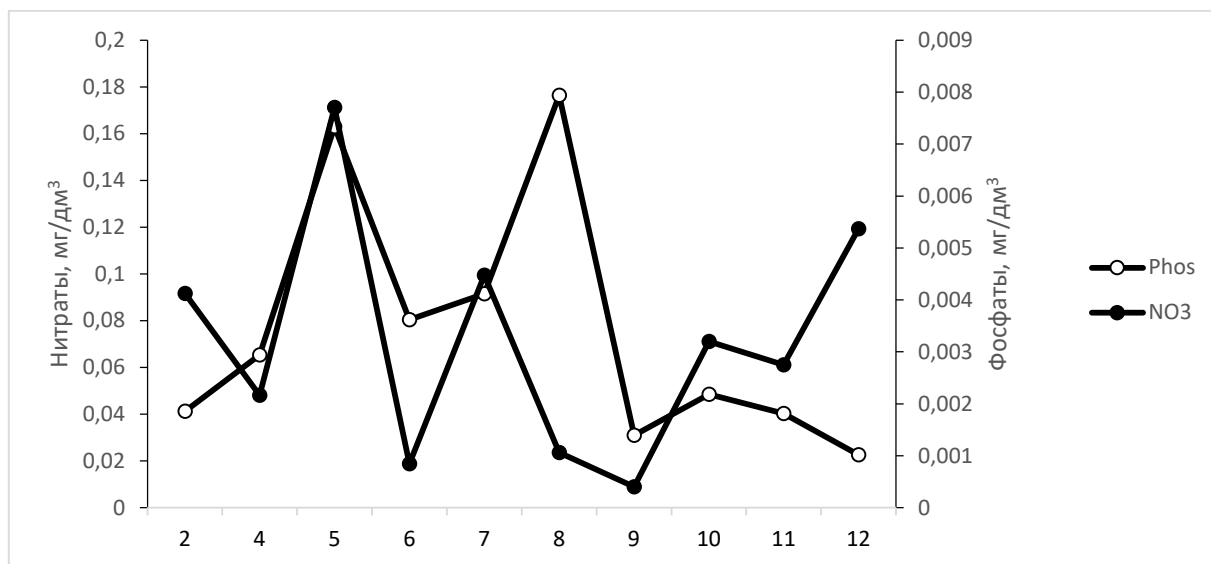


Рисунок 3 – Внутригодовые изменения фосфатов и нитратов на поверхности в р. Барабашевка

Сезонные изменения содержания нитритов и аммонийного азота находятся в противофазе. Такая ситуация обусловлена процессами нитрификации – окисление ионов аммония до нитритов. Изменения концентрации аммония, вероятно, связаны с жизнедеятельностью организмов, так как изменения его концентрации практически не связаны с процессами разрушения ледяного покрова и атмосферными осадками. В целом коэффициент нитрификации для поверхностных вод реки Раздольной изменяется незначительно – от 0,1 до 0,2. Наиболее высокие его значения отмечались в зимние месяцы – с ноября по февраль. При положительных температурах процесс восстановления аммонийного азота до нитритов происходит в течение месяца. Зимой этот процесс продолжается 2-3 месяца, относительно низкие температуры воды «тормозят» окислению ионов нитритов до нитратов. Наибольшая концентрация нитритов отмечалась в ноябре – декабре. Такая ситуация могла быть обусловлена слабой нитрификацией ионов аммония при низких температурах, максимальные концентрации которого отмечались в октябре.

Таким образом, несмотря на то, что река Раздольная относится к равнинным рекам, а река Барабашевка к горным сезонные изменения

гидрохимических параметров происходят одинаково. Но при этом следует отметить понижение концентрации фосфатов и рост содержания нитратов конце года.

Пространственное распределение растворенного кислорода в озере Ханка менялось в соответствии с изменениями распределения температуры воды. В мае относительное содержание кислорода в центральной части исследованного района составляло 105 %, увеличиваясь к берегам до 115-120 %, в июле его содержание изменялось от 90 до 110-115 % в том же направлении. В сентябре, наоборот – содержание кислорода понижалось от 122 % в центральной части озера до 110 % у берегов.

Концентрации биогенных веществ в водах оз. Ханки не имеют хорошо выраженного сезонного хода, но обычно они несколько более высоки зимой, чем летом. Причем в сезонном цикле существенно меняется структура полей их пространственного распределения: в мае их концентрации росли от берегов к центру озера, а в июле и сентябре – в северо-западном направлении, где по-видимому находился внешний источник их поступления, который может быть связан с массовым сбросом в озеро воды с рисовых чеков [Матвеев и др., 2019].

Следует отметить, что по исследуемым гидрохимическим характеристикам воды озера относятся к относительно чистым водоемам. Превышение ПДК отмечалось только по содержанию кремния, железа и взвешенным веществам (таблица 5), что характерно для подобных водоемов Приморского края. Превышение по БПК₅ отмечалось только зимой и весной, вероятно вследствие активной деструкции органического вещества.

Таблица 5 – Значения ПДК и средние концентрации гидрохимических элементов в оз. Ханка в различные сезоны

Требования к составу водных объектов рыбохозяйственного значения	pH	NO ₃	NO ₂	NH ₄	PO ₄	Si	Fe	БПК ₅	Взвешенные вещества
	ед. pH	мг/дм ³	мг/дм ³	мг/дм ³	мг/дм ³	мг/дм ³	мг/дм ³	мгО ₂ /дм ³	мг/дм ³
	6,5-8,5	40	0,08	0,5	0,15	1	0,1	2,1	3,25
зима	6,74	0,24	0,019	0,007	0,08	2	0,27	6,1	9,54
весна	7,41	0,1	0,005	0,014	0,04	2,5	0,34	3,8	57,8
лето	7,09	0,14	0,007	0,028	0,06	2,9	0,7	2	62,56
осень	6,7	0,24	0,021	0,011	0,09	2,6	0,58	3	43,97

В результате проведенных исследований на акватории озера Ханка выявлено, что в зимний период подо льдом происходит активное цветение фитопланктона, о чем свидетельствуют высокие концентрации растворенного кислорода. Концентрации биогенных веществ практически не изменяются в течение теплого периода, но при этом происходит их перераспределение. В разные сезоны источник поступления биогенных веществ в озера различен. В августе – сентябре это может быть сброс вод с рисовых плантаций, а весной – поступление с терригенным стоком.

В период максимального уровня озера зимой 2016-2017 года отмечено сниженное содержание растворенного кислорода и силикатов относительно

зимнего периода в 2017 г и 2018 г. Также наблюдалось самое низкое содержание взвешенных веществ за весь исследованный период. В зимний период во всех пробах отмечены высокие значения БПК₅ (до 9,33 мг/дм³), что говорит о происходящих активных деструкционных процессах. В остальные исследованные сезоны повышенные показатели БПК₅ и взвешенных веществ отмечены в прибрежной зоне озера. Летом 2016 г. в период максимальной наблюдаемой водности озера значения гидрохимических параметров находились в адекватных пределах и в среднем практически не отличались от значений, наблюдаемых летом 2017 и 2018 гг., когда наблюдалось наибольшее снижение уровня озера. Осенью во все исследованные годы в воде озера наблюдается увеличение концентраций минерального азота и фосфора, вероятно вследствие накопления и поступления с водосборной территории после выпадения осадков.

Проведенные исследования в озере Ханка показали, что по отдельным гидрохимическим характеристикам (фосфаты, нитраты, нитриты, аммоний, БПК₅, растворенное железо) озеро относится к умеренно загрязненным водоемам (рисунок 4).

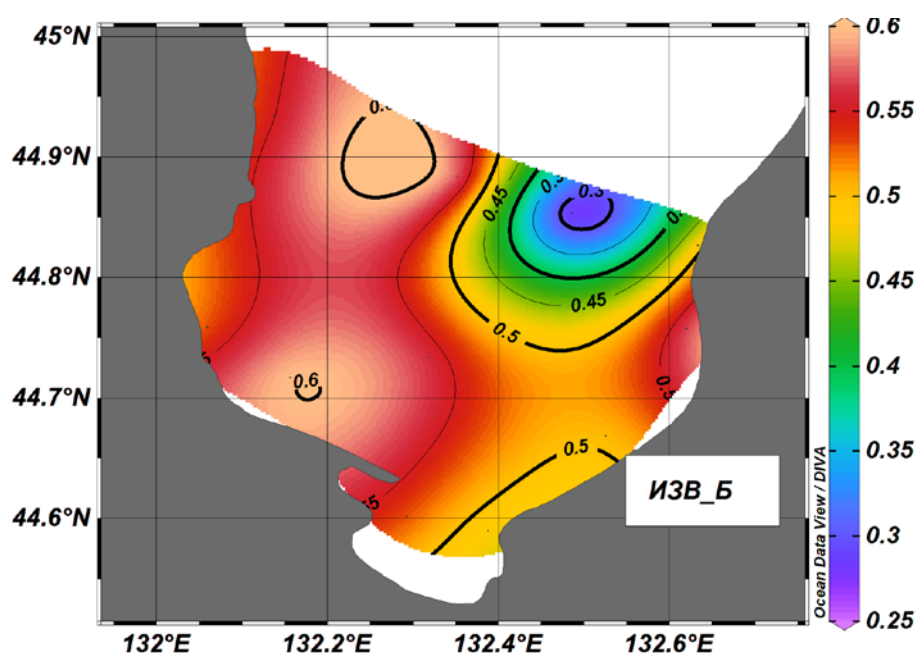


Рисунок 4 – Индекс загрязнения воды по гидрохимическим параметрам

В результате проведенных исследований установлено, что рассмотренные реки южного Приморья и озеро Ханка по гидрохимическим показателям в основном соответствуют нормативам, предъявляемых для рыбохозяйственных водоемов. Превышение предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ отмечено в озере Ханка и реке Раздольная по показателям содержания железа и взвешенных веществ. При этом следует отметить, что большая мутность и высокое содержание железа являются природной особенностью этих водоемов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге рыбохозяйственных водоемов и перспективных для промысла районов Мирового океана. - М.: ВНИРО, 2003 – 201с.

Ткаченко Н.Н., Косинова И.И. Эколого-гидрохимическая характеристика Липецкого промышленного района// Евразийский Союз Ученых (ЕСУ) № 8(77), 2020 С.36-39

Б. Хендерсон-Селлерс, Х. Ф. Марклэнд. Умирающие озера: причины и контроль антропогенного эвтрофирования /; перевод с англ. под ред. К. Я. Кондратьева, Н. Н. Филатова. - Ленинград: Гидрометеиздат, 1990. – 278с.

Приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 г. № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения».

Матвеев В.И., Курносова А.С., Катайкина О.И. Результаты гидрохимического мониторинга озера Ханка в 2016–2018 годах// Тихоокеанская география, 2020, № 3. – С. 47-55.

EVALUTION OF POLLUTION IN THE SURFACE WATERS IN THE RIVERS OF SOUTHERN PRIMORYE AND LAKE KHANKA BY CHEMICAL INDICES

O.I. Kataykina, V.I. Matveev
Pacific Branch of FGBNU VNIRO (TINRO)
E-mail: Olga.Kataykina@tinro-center.ru

Abstract. Since 2016, the Pacific Branch of VNIRO (TINRO) has conducted research on the rivers of Primorye important for fisheries. The main chemical indices were determined, as dissolved oxygen, biochemical oxygen demand, concentration of phosphate, nitrate, nitrite, ammonium nitrogen, dissolved iron, suspended matter, pH. As the result of this research, it was found that the considered rivers of southern Primorye and Khanka Lake, in terms of chemical conditions, basically correspond to the standards for fishery reservoirs. Exceeding of the maximum permissible concentrations of pollutants was noted in Lake Khanka and Razdolnaya river by content of iron and suspended matter.

Keywords: chemical index, combined water pollution index, Barabashevka River, Razdolnaya River, Lake Khanka.

ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОЗЕРА БОЛЬШОЕ МОШИНСКОЕ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ В ЦЕЛЯХ АКВАКУЛЬТУРЫ

О.Н. Мохова, И.И. Студенов, А.К. Козьмин, Р.А. Мельник
Северный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («Северный»)
E-mail: mohova@severniro.ru

В статье изложены результаты гидрохимических исследований озера Большое Мошинское в летний период 2018 г. Приведены данные по содержанию в воде растворенного кислорода, биогенных соединений, определена минерализация и pH среды. В результате оценки экологического состояния вод озера по гидрохимическим показателям антропогенного воздействия не выявлено. Трофический статус озера характеризуется как олиго-мезотрофный.

Ключевые слова: озеро Мошинское, гидрохимические параметры, аквакультура, трофический статус.

ВВЕДЕНИЕ

Аквакультура представляет собой динамичную, быстро развивающуюся отрасль производства продуктов питания, поскольку в мировом масштабе рыба, как основной ее объект, является главным источником животного протеина, составляя 15-20% от его общего производства [Мамонтов, 2001]. Рыбохозяйственный фонд Архангельской области включает несколько сотен озер, перспективных для выращивания рыбы, и ряд опресненных заливов Белого моря. Несмотря на имеющиеся возможности, аквакультура в области развивается недостаточно быстро по сравнению с соседними регионами [Павленко и др., 2017]. Так, в Республике Карелия годовой объем выращивания радужной форели достиг в 2016 г. 18 тыс. т, и к 2022 г. предполагается увеличить его до 35 тыс. т [Худилайнен, 2016]. В Республике Коми за несколько последних лет производство радужной форели выросло с нуля до 500 т в год, осуществляется выпуск молоди сига и хариуса на пастбищный нагул в естественные водоемы [Захаров и др., 2005]. В Вологодской области объектами аквакультуры являются радужная форель, стерлядь, осетр, сиговые рыбы.

В последнее время наблюдается повышенный интерес к организации форелевых хозяйств и в Архангельской области, располагающей значительным озёрным фондом. Основными критериями выбора озер для развития аквакультуры являются глубина водоема, удовлетворительный гидрохимический режим, хорошие подъездные пути и близость населенных пунктов. С целью определения пригодности водных объектов для развития

товарного рыбоводства на территории Няндомского муниципального района Архангельской области была выполнена оценка качества вод озера Большое Мошинское (оз. Бол. Мошинское) по гидрохимическим показателям.

Оз. Бол. Мошинское находится в 40 км от железнодорожной станции Няндомы. Исследуемое озеро вытянуто с северо-запада на юго-восток (рисунок 1). Вся озерная система находится на территории Двинско-Печорского бассейнового округа. Площадь водного зеркала 8,6 км², площадь водосбора 2 тыс. км². Максимальная длина 13 км, ширина – 2 км. Береговая линия сильно изрезана, с множеством заливов и бухт. Преобладают глубины 5-7 м, максимальная – 29 м находится в центре озера. Дно возле берегов глинистое, на глубинах песчаное или илистое. В заливах имеются заросли камыша, ситника и водяной гречихи. В оз. Бол. Мошинское впадают реки Воезерка и Луптега, вытекает р. Моша, которая протекает по территории Няндомского и Плесецкого районов и впадает в р. Онега. На озере имеется два крупных острова – Манушкин и Осиновец [Большое Мошинское, б. г.].

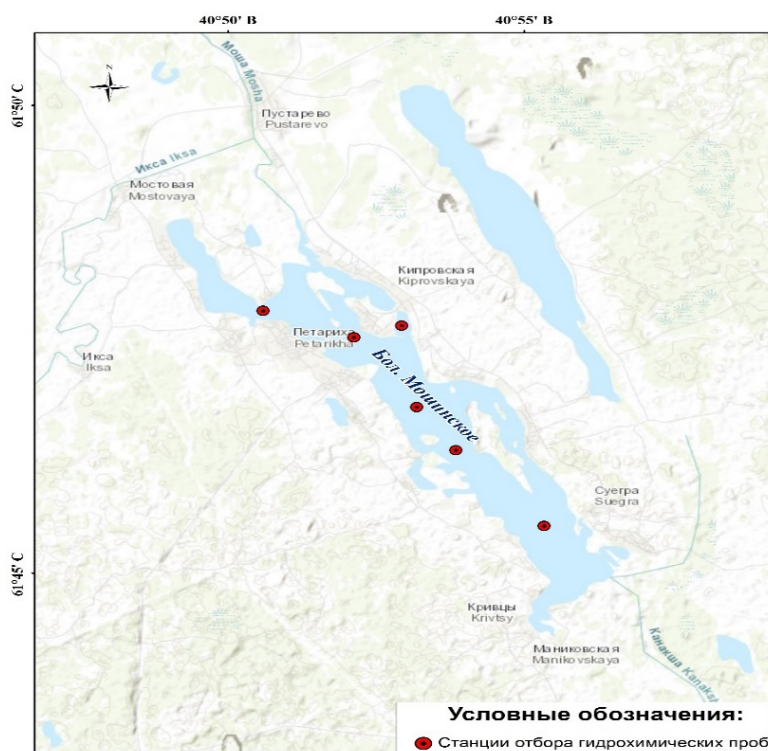


Рисунок 1 – Карта-схема расположения станций на оз. Бол. Мошинское

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В августе 2018 г. были проведены комплексные исследования акватории оз. Бол. Мошинское. На озере сделано 5 станций, где измеряли следующие гидрохимические параметры водной среды: минерализацию, рН, насыщенность кислородом, концентрацию биогенных веществ – азота нитритного, аммонийного, нитратного и общего, фосфора фосфатного и общего, кремния.

Отбор проб осуществлялся из поверхностного слоя. Химические анализы выполнялись общепринятыми в гидрохимической практике методами

[Руководство..., 2003]. «Органическую» составляющую азота и фосфора находили вычитанием минеральной составляющей из общего количества соответствующего элемента. Качество вод оценено на основе значений предельно допустимых концентраций (ПДК) нормируемых гидрохимических показателей.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Показатели минерализации в оз. Бол. Мошинское изменялись в диапазоне 112-136 мг/дм³ (таблица 1). В соответствии с классификацией Баранова И.В. [Баранов, 1962] озерные воды характеризовались как среднеминерализованные.

Величина водородного показателя (рН) варьировала от 7,35 до 7,90 – от нейтральной до слабощелочной среды. В соответствии с требованиями к составу и свойствам воды водоемов рыбохозяйственного назначения допустимые величины рН должны находиться в границах 6,5-8,5. Таким образом, по величине водородного показателя в летний период вода озера соответствовала требованиям для рыбохозяйственных водоемов.

Таблица 1 – Статистические характеристики гидрохимических показателей в водах оз. Бол. Мошинское в августе 2018 г.

Статистические характеристики	Среднее (минимум-максимум)	Стандартное отклонение	Медиана
Минерализация, мг/дм ³	123 (112-136)	10	123
рН	7,60 (7,35-7,90)	0,21	7,64
Кислород, мг/дм ³	12,02 (10,67-13,25)	0,93	11,96
Кислород, % нас.	131 (116-144)	10	130
Азот нитритный, мг/дм ³	0,002 (0,001-0,002)	0,000	0,002
Азот нитратный, мг/дм ³	0,014 (0,009-0,025)	0,006	0,012
Азот аммонийный, мг/дм ³	0,067 (0,063-0,072)	0,004	0,068
Азот органический, мг/дм ³	0,464 (0,381-0,514)	0,053	0,473
Азот общий, мг/дм ³	0,547 (0,477-0,590)	0,048	0,554
Фосфор фосфатный, мг/дм ³	0,023 (0,020-0,027)	0,002	0,024
Фосфор органический, мг/дм ³	0,028 (0,017-0,044)	0,011	0,027
Фосфор общий, мг/дм ³	0,051 (0,039-0,069)	0,013	0,051
Кремний, мг/дм ³	0,750 (0,713-0,774)	0,032	0,773

Один из самых важных факторов обитания рыб – содержание растворенного в воде кислорода, который постоянно присутствует в природных водах. Для водоемов рыбохозяйственного назначения его концентрация в летний период не должна быть ниже 6 мг/дм³. Минимальное содержание растворенного кислорода, необходимое для нормального развития рыб, составляет около 5 мг/л. Понижение его до 2 мг/л вызывает их массовую гибель [Зенин, Белоусова, 1988]. Воды оз. Бол. Мошинское хорошо насыщены кислородом. Средняя насыщенность вод им составляла 131% (при вариабельности 116-144%).

К биогенным веществам, наиболее активно участвующим в жизнедеятельности водных организмов, относятся соединения азота, фосфора и кремния. Азот и фосфор необходимы всем группам водорослей, без них не могли бы развиваться водные растения, а, следовательно, и животные. Кремний нужен для образования твердых скелетных частей и тканей растительных и животных организмов [Зенин, Белоусова, 1988]. Несмотря на значимую роль биогенных веществ в функционировании морских экосистем, повышенное содержание их может негативно отразиться на жизнедеятельности организмов.

В оз. Бол. Мошинское количество фосфатов изменялось в диапазоне от 0,020 до 0,027 мг/дм³, кремния варьировало от 0,713 до 0,774 мг/дм³ (см. таблица 1). Концентрации нитритов составляли 0,001-0,002 мг/дм³, нитратов 0,009-0,025 мг/дм³, аммонийного азота – 0,063-0,072 мг/дм³. Фитопланктон и другие водные растения являются основными «потребителями» минеральных форм биогенов, поэтому летом, в результате их активной жизнедеятельности, питательные соли истощаются. В основном – это минеральный азот и фосфор.

Средняя концентрация общего азота в природных водах колеблется в значительных пределах и зависит от трофности водного объекта: для олиготрофных изменяется обычно в пределах 0,3-0,7 мг/дм³, для мезотрофных – 0,7-1,3 мг/дм³, для эвтрофных – 0,8-2,0 мг/дм³. Концентрация общего растворенного фосфора (минерального и органического) в незагрязненных природных водах изменяется от 0,05 до 0,2 мг/дм³ [Зенин, Белоусова, 1988].

Содержание общего азота и общего фосфора в озере составляет в среднем 0,547 мг/дм³ и 0,051 мг/дм³ соответственно. Небольшое, по сравнению с общим азотом, количество общего фосфора совпадает с «классическим» представлением о лимитировании им продуктивности фитопланктона в озерах. По содержанию общего азота озеро можно отнести к олиготрофному, а по содержанию общего фосфора к мезотрофному типу [Китаев, 2007].

В вегетационный период значительная часть биогенных элементов содержится преимущественно в форме органических соединений. Так, азот органический составил в среднем 84,7%, при максимуме 87,2% от общего содержания, а фосфор органический – 52,8%, при максимуме 64,1%. Колебания концентраций органического азота составили 0,381-0,514 мг/дм³, органического фосфора 0,017-0,044 мг/дм³.

Для характеристики трофических условий очень важным показателем является отношение содержания общего азота к содержанию общего фосфора (N/P). В оз. Бол. Мошинское (N/P) составляет в среднем 11 и классифицируется как умеренный показатель [Китаев, 2007].

Наиболее оптимальные условия по величине N/P для развития фитопланктона, по данным разных авторов, изменяется в широких пределах. В своей работе Н. Hillebrand и U. Sommer указывают на наиболее оптимальные для фитопланктона величины N/P – 13-22 [Hillebrand, Sommer, 1999]. Считается, что при соотношении N/P менее 10 наблюдается дефицит азота, а более 17 – фосфора [Smith, 1982]. Соотношение N/P (11) в водах

оз. Бол. Мошинское свидетельствует об отсутствии лимитирования развития фитопланктона в водоеме обоими элементами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате оценки качества вод оз. Бол. Мошинское по полученным гидрохимическим показателям антропогенного воздействия не выявлено. На обследованной акватории содержание кислорода на поверхности воды не опускалось ниже 6 мг/дм³, концентрации определяемых биогенных веществ не выходили за рамки допустимой нормы.

Для данного периода и по использованным параметрам, оз. Бол. Мошинское относится к олиго-мезотрофному типу, а его воды по исследованным гидрохимическим параметрам соответствуют нормативным требованиям, предъявляемым к воде рыбопродуктивных водоемов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Баранов И.В. Лимнологические типы озер СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1962. – 276 с.

Большое Мошинское. Википедия: Свободная энциклопедия Website: <https://clck.ru/323djT>

Захаров А.Б., Таскаев А.И., Осипова Т.С. Рыбное хозяйство Республики Коми. Состояние и перспективы // Материалы третьей (XXVI) междунар. конф. «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера» – Сыктывкар, 2005. – С. 86-100.

Зенин А. А., Белоусова Н. В. Гидрохимический словарь. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 239 с.

Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. – 395 с.

Мамонтов Ю.П. Современное состояние и будущее аквакультуры // Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России. – Краснодар, 2001. – С. 5

Павленко В.И., Новоселов А.П., Студенов И.И., Семушин А.В., Торцев А.М. Перспективные направления пресноводной аквакультуры на европейском севере России // Арктика: экология и экономика. – 2017. – № 2 (26). – С. 105-116.

Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге рыбохозяйственных водоёмов и перспективных для промысла районов Мирового океана. – М.: ВНИРО, 2003. – 202 с.

Худилайнен А. О развитии аквакультуры в Карелии: Доклад на заседании Правительственной комиссии по вопросам агропромышленного комплекса и устойчивому развитию сельских территорий. – М., 2016.

Hillebrand H., Sommer U. The nutrient stoichiometry of benthic microalgal growth: Redfield proportions are optimal // Limnol. and Oceanogr. – 1999. – Vol. 44(2). – P. 440-446.

Smith V.H. The nitrogen and phosphorus dependence of algal biomass in lakes: An empirical and theoretical analysis // Limnol. And Oceanogr. – 1982. – Vol. 27(6). – P. 1101-1112.

HYDROCHEMICAL INVESTIGATIONS OF LAKE BOLSHOE MOSHINSKOE IN THE ARKHANGELSK REGION FOR THE PURPOSE OF AQUACULTURE

O.N. Mokhova, I.I. Studenov, A.K. Kozmin, R.A. Melnik
Northern branch of FGBNU "VNIRO" ("Northern")
E-mail: mohova@severniro.ru

Abstract. The article presents the results of hydrochemical studies of Lake Bolshoe Moshinskoye in the summer of 2018. Data on the content of dissolved oxygen and biogenic compounds in the water are given, the mineralization and pH of the environment are determined. As a result of the assessment of the ecological state of the waters of the lake, according to hydrochemical indicators, no anthropogenic impact was revealed. The trophic status of the lake is characterized as oligo-mesotrophic.

Keywords: Lake Moshinsky, hydrochemical parameters, aquaculture, trophic status.

АККЛИМАТИЗАЦИЯ ПЕЛЯДИ *COREGONUS PELED* (GMELIN, 1789) В МАЛЫХ ОЗЕРАХ ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В.Б. Антипова, С.Г. Михалап

Псковский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПсковНИРО»)

E-mail: bibpskniorh@gmail.com; pskovniro@vniro.ru

Обобщена и показана история акклиматизации пеляди в Псковской области как важнейшего этапа развития аквакультуры в регионе, подчеркнута роль Псковского отделения ГосНИОРХ в этой деятельности. На основе анализа научных трудов и архивных документов Псковского филиала ФГБНУ «ВНИРО» выделены основные направления рыбоводных работ, представлены результаты многолетней деятельности отделения в них, выделены причины неудач и раскрыты достижения Псковского отделения в проводимых работах, создана карта географического распространения заселявшихся озёр.

Ключевые слова: пелядь, акклиматизация пеляди, история рыбоводства, история аквакультуры, Псковская область, ПсковНИРО, история ПсковНИРО.

ВВЕДЕНИЕ

Псковская область относится к Северо-Западному федеральному округу, входящему в первую тройку регионов с наибольшим фондом рыбохозяйственных водоёмов [Анализ состояния и перспективные направления развития аквакультуры, 2019]. На её территории расположено более 3700 озёр, занимающих 6% поверхности. Ихтиофауна региона насчитывает 40 видов рыб и круглоротых [Рыбы Псковской области ..., 2020], из которых только около десяти имеют промысловое значение. Значительная часть псковских водоемов населена малоценными рыбами. Это обстоятельство, а также жалобы на уменьшение уловов в Чудско-Псковском озере уже в XIX в. привели к попыткам повышения их рыбопродуктивности и улучшения качественного состава ихтиофауны путем искусственного воспроизводства и акклиматизации рыб. На протяжении XIX – XX вв. в водоёмы региона интродуцировали 24 вида рыб, относящихся к пяти семействам: осетровых, карповых, корюшковых, лососёвых, сиговых. Особый размах эти эксперименты приобрели в середине XX в., а в шестидесятые – семидесятые годы стали одним из ведущих направлений деятельности Псковского отделения ГосНИОРХ.

Одним из видов, работы с которым проводились на протяжении длительного времени, стала пелядь *Coregonus peled* (Gmelin, 1789). Выбор вида для акклиматизации основывался на исследованиях физиологии и питания рыб, показавших, что малоценные рыбы, такие как плотва и окунь, используют кормовую базу менее эффективно. Подразумевалось, что их полная или частичная замена пелядью даст значительный рыбохозяйственный эффект,

позволив во много раз увеличить рыбопродукцию озёр [Бердичевский и др., 1977].

Ход работ и результаты экспериментов по интродукции вида в регионе достаточно широко освещались в специальной литературе [Головков, 1954, 1957, 1959; Абросов, 1956, 1963, 1971; Бурмакин, 1963, 1969, 1974; Малашкин, 1975, 1982; Попов, Перевозников, 1982; Сазонова, Концевая, 1978; Терешенков, 1988 и др.]. Специального обобщающего исследования, посвященного акклиматизации пеляди в Псковской области и раскрывающего деятельность Псковского отделения не существует.

Целью настоящей работы является изложение истории экспериментально-производственной деятельности по акклиматизации пеляди в Псковской области как важнейшего этапа развития аквакультуры в регионе через решение следующих задач: анализ и обобщение сведений о попытках акклиматизации вида в малых озерах; выделение направлений и особенностей рыбоводных работ; выявление географического распространения и анализ результатов деятельности проводимых работ.

При использовании понятий, связанных с акклиматизацией рыб, мы опирались на подходы Л.А. Кудерского, рассматривавшего рыбоводную акклиматизацию как вселение и выращивание какого-либо вида рыб на протяжении ряда поколений за пределами естественного ареала [Кудерский, 2001]. Вслед за ним мы считаем, что рыбоводная акклиматизация находит практическое отражение в двух основных формах:

- «натурализации, когда в новом местообитании формируется самовоспроизводящаяся популяция вселенца;
- товарном выращивании без естественного воспроизводства вселенца, но с получением необходимого для производственного процесса посадочного материала искусственным путём...» [Кудерский, 2001, с.8].

Термин «интродукция» подразумевает любое вселение рыбы в какой-либо водоём, расположенный за границами естественного ареала расселяемого вида.

Термин «переселение» применяется для обозначения любого искусственного перемещения рыбы из одного водоёма в другой.

Искусственное воспроизводство рыб рассматривается нами как «деятельность по восстановлению, сохранению и увеличению запасов рыб, включающая формирование, содержание и эксплуатацию ремонтно-маточных стад; выращивание молоди (личинки) рыб, полученной искусственным путем от особей, достигших половой зрелости, либо добытых при осуществлении рыболовства в целях аквакультуры (рыбоводства) с их последующим выпуском в водные объекты рыбоводного значения» [Об утверждении Правил организации..., 2014].

РАБОТЫ ПО АККЛИМАТИЗАЦИИ ПЕЛЯДИ В РЕГИОНЕ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX ВЕКА

Пелядь населяет озёра и реки по побережью Северного Ледовитого океана – от Мезени (бассейн Белого моря) и полуострова Канин до Колымы. По сравнению с другими сиговыми вид менее требователен к кислороду, поэтому может жить даже в эвтрофных озёрах, если его содержание не опускается ниже 2 мг/л. Питается преимущественно зоопланктоном, но во многих северных озёрах наряду с планктонными организмами в желудках пеляди отмечаются и бентосные организмы. Величина абсолютной плодовитости колеблется от 3,6 до 185 тыс. икринок в естественных водоемах; в среднем плодовитость равна 20-50 тыс. икринок. Продолжительность жизни пеляди может достигать 13 лет, но в большинстве популяций рыбы старше 10 лет встречаются редко. Максимальные размеры рыб: длина 40-58 см и масса 2690 г [Рыбы в заповедниках России, 2010]. Этот вид был выбран в качестве объекта для интродукций как обладающий определенной пластичностью, потенциальной способностью приспосабливаться к недостаточно благоприятным условиям, способностью образовывать многочисленные промысловые стада.

Экспериментально-производственные работы с пелядью велись в регионе более 35 лет. В течение 50-80-х годов в Псковской области вид интродуцировали более чем в 70 водоёмов (рисунок 1), площадью от 1,24 га до 1804 га, различающихся по экологическим параметрам и ихтиологическим типам. Большинство озёр располагалось на юге области в Пустошкинском, Невельском, Себежском районах. Целями интродукций были: 1) натурализация с целью образования самовоспроизводящихся популяций, 2) товарное выращивание в нагульных озёрах в моно– и поликультуре, 3) создание маточных стад и сбор икры для последующего зарыбления водоёмов. Экспериментальные работы были также направлены на отработку биотехники акклиматизации вида в озёрах Северо-Запада.



Рисунок 1 – Карта географического распространения озер Псковской области, на которых проводились работы с пелядью

Работы по интродукции пеляди с целью натурализации начались в регионе в 1954 г. Исходным материалом для посадки служила преимущественно озёрная раса пеляди из озера Ендырь (близ устья Иртыша) и озёрно-речная раса из реки Сыни (приток Нижней Оби). Позднее использовалась икра пеляди, полученная от маточных стад озёрных хозяйств области. Первоначально руководство акклиматизационными работами осуществлялось научным сотрудником Великолукского отделения ВНИОРХ В.Н. Абросовым. Для выращивания жизнестойкой молоди сеголетков пеляди использовался построенный в 1954 г. Себежский прудовый рыбопитомник. Он состоял из пруда, цеха для культивирования живых кормов, жилого и складского помещения. В питомнике помимо пеляди выращивались чудской сиг и байкальский омуль. Уже в первый год его создания здесь были выращены сеголетки пеляди массой от 29 до 81 г [Малашкин, 1982]. В мае 1955 г. в

питомнике было размещено 300 тыс. икринок пеляди в стадии подвижного эмбриона, 150 тыс. личинок пеляди и 150 тыс. икринок чудского сига. В результате было выращено 19500 сеголетков пеляди и 31500 сеголетков сига. Полученный рыбопосадочный материал был размещён в восьми озёрах области [Дрягин, 1956]. Двухлетки пеляди (возраст 1 год 5 месяцев) в этих озёрах достигли в среднем веса 350 г [Головков, 1956].

В первые годы зарыбления водоемов производились частично сеголетками, но по большей части личинками и икрой на последней стадии развития. Уже в 1955 г. стало ясно, что зарыбление озер таким рыбопосадочным материалом не дает результатов: при облове частотейными неводами четырех озер, в которые было посажено 650 тыс. икры и 140 тыс. личинок пеляди, выяснилось, что пелядь в них не встречалась. Было принято решение, что дальнейшие работы должны опираться на создание маточного стада, получение и инкубацию икры, и выращивание сеголетков в питомниках. К 1957 г. работы ограничивались выращиванием сеголетков и зарыблением озер.

Первые опыты вселения пеляди в водоёмы с естественной ихтиофауной и попытка создания её маточных стад проводились на озёрах Островно-1, Островно-2, Залосемье и Себежское. В них вселялись сеголетки массой от 13 до 28 г [Малашкин, 1982]. Наиболее крупным водоемом было Себежское озеро площадью 1620 га. Основными промысловыми видами здесь были лещ (18%), плотва, окунь, щука, ёрш, уклейка, густера. Кроме того, в небольшом количестве ловились красноперка, налим, сом, язь, угорь, линь и карась. Помимо этого, в 1953-1954 гг. в озеро сажались сеголетки и производители ряпушки и чудского сига. По плану, разработанному в отделении, предусматривался следующий порядок заселения озера пелядью: сеголетки пеляди выращивались в Себежском рыбопитомнике, затем для дальнейшего подращивания их выпускали в оз. Островно, временно устанавливая заграждение у истока речки, соединявшей его с Себежским озером. После этого сеголетков должны были выпускать в Себежское озеро. Осенью 1954 г. в оз. Островно было пересажено 2200 сеголетков пеляди. Весной следующего года во время паводка плотину на речке сорвало водой, и пелядь в основной массе ушла в Себежское озеро. Летом она встречалась в приловах неводов в количестве до 50 экз. за одну тоню. На следующий год в Себежское озеро была выпущена плановая партия рыб. В 1956 г. средние размеры пеляди генерации 1954 г. в этом озере составили: для двухлетков – длина 27,1 см и вес 273 г; для трехлетков соответственно – 34,8 см и 646 г. Полового созревания пелядь в Себежском озере достигла в возрасте двух лет [Малашкин, 1982].

Несмотря на то, что рост рыб в 1955 г. был очень быстрым, средние размеры двухлетков генерации следующего года уменьшились и составляли в длину 23,3 см, вес 186 г. Сеголетки от нереста 1955 г. в озере обнаружены не были [Абросов, 1967]. Кроме того, сократилось количество особей в уловах: так, численность трехлетков сократилась примерно в два раза. В качестве

причины В.Н. Абросов выдвинул предположение о применении сетей и браконьерском ночном неводном лове.

Позднее выяснилось, что в озёрах Себежском и Островно-1 пелядь оказалась зараженной рачком *Ergasilus sieboldi*. Поэтому маточные стада пришлось создавать только на озёрах Островно-2 и Залосемье. В этих озерах вселенцы хорошо росли, достигая к осени массы 220 г, а в возрасте трёх с плюсом лет – 650-1069 г. У них наблюдалось более раннее, чем в сибирских водоёмах, половое созревание [Малашкин, 1982]. В оз. Залосемье, зарыбленном в октябре 1954 г. сеголетками пеляди в количестве 365 шт., через год было поймано 55 шт. за 3 дня лова неводом [Головков, 1957]. В 1955 г. в озере Островно-2 от вселения сеголетков массой 18 г промысловый возврат составил 27,8% [Абросов, 1967].

С 1954 по 1956 гг. сеголетками пеляди зарыблялись 13 озёр общей площадью 6230 га, куда за это время было посажено 44875 сеголетков пеляди, т.е. в среднем по семь штук на гектар. Для выявления механизмов адаптации к условиям жизни в разнотипных водоёмах использовались озера различных ихтиологических типов: лещово-сиговый, лещово-ряпушковый, лещово-судачий, лещово-уклейный. При этом в последних подбирались только те озера, в которых имелись каменистые грунты. Отрицательные результаты были получены в двух озерах: Псово и Невельском. К причинам были отнесены: полный замор рыбы зимой 1956 г. в оз. Невельском; массовая эпизоотия сеголетков в оз. Псово.

В 1959 г. была создана Алольская озёрная экспериментальная база (АЭПБ) Псковского отделения ГосНИОРХ. Главными целями ее деятельности стали опытная проверка рекомендаций Псковского отделения в производственных масштабах перед их передачей для внедрения рыбохозяйственным организациям и разработка методов рыбоводной эксплуатации малых озёр. За базой было закреплено 20 озёр общей площадью около 1500 га (рисунок 2) и Себежский прудовый рыбопитомник.

Последующие экспериментальные работы проводились, в основном, на озёрах базы. В то время широкого масштаба работы по интродукции не приобрели. Одной из причин, по мнению директора Псковского отделения Н.Н. Малашкина, руководившего рыбоводными работами с 1968 г., являлось отсутствие достаточного количества подходящих рыбопитомных площадей. В конце 50-х – начале 60-х гг. проблему пытались решить с помощью инновационных методов, включая метод химического преобразования озёр и метод рыбохозяйственного преобразования озёр с естественной ихтиофауной в озёрные рыбопитомники.

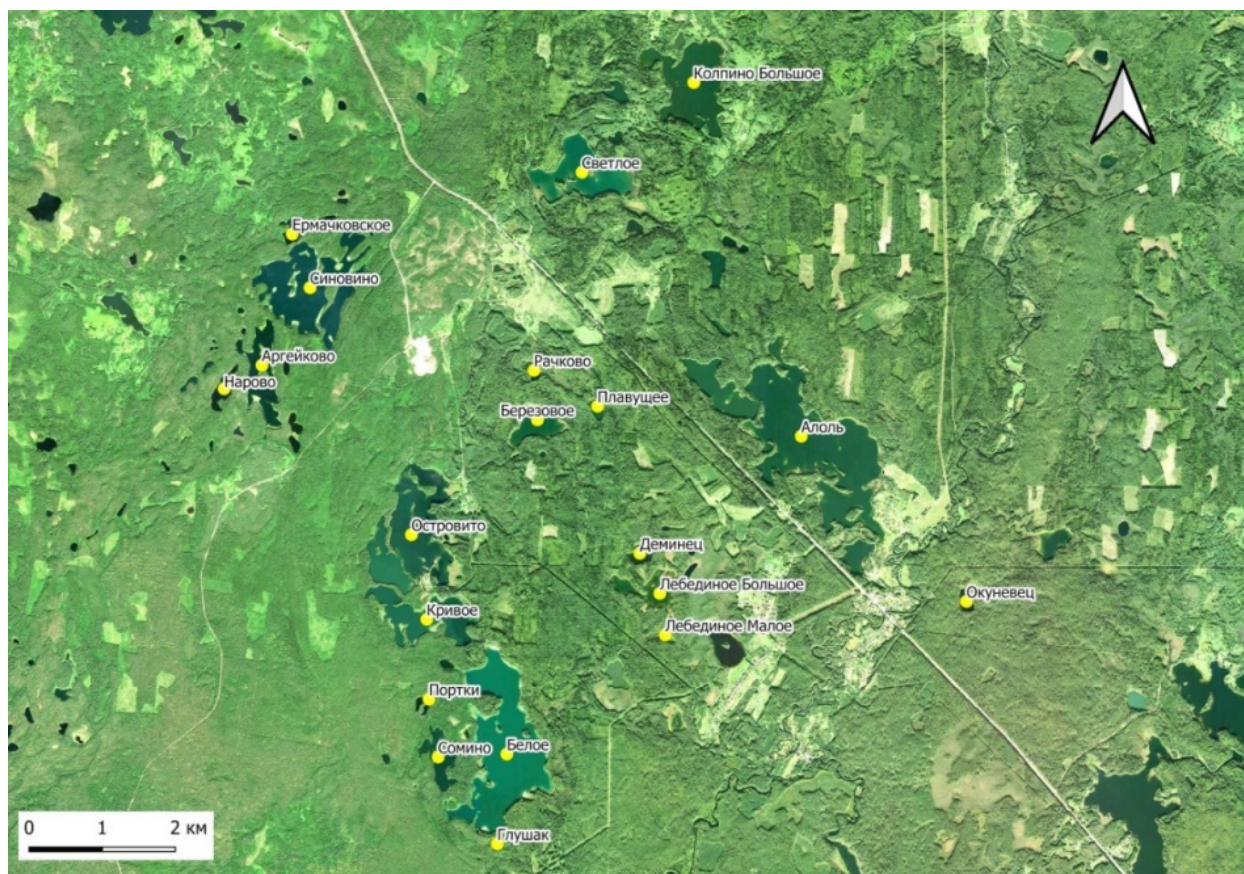


Рисунок 2 – Озера, закрепленные за АЭПБ

С 1957 г. в лаборатории ГосНИОРХ начал разрабатываться химический метод рыбохозяйственного преобразования озёр, в ихтиофауне которых преобладали малоценные виды. Он основывался на положении о том, что для успешной акклиматизации и выращивания ценных видов рыб водоём предварительно необходимо очистить от аборигенных видов. При этом утверждалось, что в озёрах возможно использование различных методов очистки «вплоть до полного уничтожения сорных рыб химическими средствами, искусственным замором» [Дрягин, 1953]. Главным звеном метода стало применение ихтиоцида (полихлорпинена) для уничтожения аборигенных рыб, после чего водоём удобрялся и зарыблялся ценными видами. Таким образом, предполагалось создавать рациональные рыбные хозяйства на базе небольших малопродуктивных озёр.

Озеро Окунево АЭПБ стало одним из первых «полигонов» апробации этого метода. Оно являлось ацидотрофным водоёмом, сочетавшим в себе черты олиготрофии и дистрофии [Абросов, Забегалина, 1963], главным и практически единственным видом ихтиофауны которого был окунь. В 1959 г. на озере начались экспериментальные работы под руководством создателя этого метода, научного сотрудника ВНИОРХ, доктора биологических наук Е.В. Бурмакина. Стадии рыбохозяйственного преобразования озера включали:

- внесение полихлорпинена;
- внесение удобрений, известкование и вселение беспозвоночных;

- дополнительное внесение удобрений и вселение рыб;
- завершающее известкование и внесение удобрений [Бурмакин, 1963].

В результате эксперимента за три года трофический статус озера изменился от ацидотрофного к дистрофирующемуся, его рыбопродуктивность значительно увеличилась, и «стала выше, чем в лучших эвтрофных озёрах Псковской области» [Абросов, Забегалина, 1963]. После подготовки озеро было зарыблено пелядью и карпом. В 1962 г. общий улов пеляди и трехлетнего карпа составил 148,8 кг/га (пелядь – 120,1, карп – 28,7) [Бурмакин, 1963]. В последующие годы ещё на некоторых озёрах области работы по акклиматизации рыб проводились с использованием химического метода.

Первые отчеты об экспериментах по химическому обезрыбливанию озёр полихлорпиненом были оптимистичными. Утверждалось, что однолетнего или двухлетнего периода выдерживания озера после обработки ихтиоцидом было достаточно для восстановления кормовой базы, вселенные пелядь и сазан хорошо приживались, отличались высоким темпом роста и давали повышенный выход товарной продукции. Метод стал повсеместно внедряться в деятельность рыбохозяйственных предприятий по всей стране. Однако в ходе его дальнейшего широкого применения были выявлены отрицательные черты полихлорпинена, включая канцерогенные и кумулятивные свойства, накопление его в грунтах, необходимость длительного периода детоксикации воды. Все это привело к запрещению использования полихлорпинена в рыбном хозяйстве в семидесятые годы. Более того, оказалось, что через три – четыре года после образования популяций акклиматизированных видов и через восемь лет после тотального облова таких озёр в них вновь восстанавливалась аборигенная (ранее уничтоженная) ихтиофауна, а рыбопродуктивность акклиматизантов резко падала [Карпевич, 1975].

В период 1959-1964 гг. средние уловы рыбы в регулярно зарыбляемых озёрах составляли 24,0-35,2 кг/га, из них пеляди 4,3-9,7 кг/га [Малашкин, 1982].

К началу 60-х гг. выявилось, что в озерах с естественной ихтиофауной, несмотря на благоприятные условия нагула и созревание половых продуктов, случаев массового нереста вселенцев и воспроизводства популяции не происходило. Это, в значительной степени, обуславливалось практически полным выеданием икры вселенцев массовыми донными видами рыб. Случаи естественного воспроизводства сиговых (чудского сига, пеляди) отмечались только в озерах, обработанных перед зарыблением ихтиоцидами, однако по мере увеличения численности рыб-аборигенов естественное восполнение стада вселенцев прекращалось. Экспериментальная деятельность постепенно стала ориентироваться на выращивание товарной рыбы, а не ее натурализацию.

В 1965 г. в Псковской области была создана Пустошкинская экспериментальная база (ПЭБ) ГосНИОРХ, задачами деятельности которой были: поиск и апробация в натуральных условиях средств борьбы с малоценными рыбами, изыскание перспективных объектов акклиматизации или выращивания рыб в озёрах, разработка методов улучшения гидробиологического и

гидрохимического режима озёр, способов ослабления пресса паразитов рыб [Бурмакин, 1977]. На озёрах базы Мостище, Окуневец, Белое, Кривенец выращивали пелядь, которую использовали в качестве производителей для получения икры. Совместно с пелядью выращивали некоторые другие виды: карпа, белого амура, пёстрого толстолобика, радужную форель, чира, муксуна, сига-лудугу, чудского сига. Позднее начали проводить экспериментальные работы по культивированию ценных видов рыб в садках, установленных в озёрах.

Группой исследователей ГосНИОРХ был разработан метод рыбохозяйственного преобразования озёр с естественной ихтиофауной в озёрные рыбопитомники. В 1963-1966 гг. псковские озёра Сухлец, Глушак, Чернышок были преобразованы в неспускные питомники по выращиванию сиговых рыб, куда сажались сеголетки массой от 4,7 до 123,5 г. Средний промысловый возврат составил 43,7%, а товарная продукция – 160 кг/га [Терешенков, 1988]. В последующие годы на озёрных рыбопитомниках отрабатывались технологии выращивания поликультуры посадочного материала – пеляди, карпа, растительноядных рыб.

К этому времени были выявлены главные факторы успешности выращивания интродуцированной пеляди: обоснованные нормы посадки материала, достаточно высокий вес выпускаемых сеголетков в нагульных озерах, богатая кормовая база, очистка или уничтожение популяций сорных и мелких хищных рыб, благоприятный температурный и кислородный режим. Отсутствие или ослабление любого из этих факторов могло вести к нежелательным результатам. Так, анализируя результаты экспериментов по созданию пеляжьего хозяйства на алольских озерах (Алоль, Белое, Кривое, Островито) на основе пеляди сборов 1968 г., С.В. Канеп отмечал, что темп роста пеляди на этих озерах был замедлен: в возрасте 1+ она весила в среднем 25-200 г, в 2+ – 200-320 г, в 3+ – 350-450 г, 5+ – 550-710 г. В качестве основной причины слабого роста он выделял наличие больших плотностей популяций сорных рыб, являющихся конкурентами пеляди в питании. Он обращал внимание на растянутость полового созревания (от 1+ до 3+ и старше), что связывал с замедленным ростом и засоренностью водоемов туводной рыбой. Наконец, он подчеркивал низкий промысловый возврат от посадок (до 5-10%), обусловленный малой интенсивностью облова и низким весом посадочного материала [Канеп, 1969].

В начале 70-х гг. лаборатория озёрного рыбоводства ГосНИОРХ обосновала методы ведения хозяйства на незаморных озёрах Северо-Запада:

- направленного формирования ихтиофауны с помощью посадок молоди ценных видов рыб на жизнестойких стадиях в поликультуре с одновременным сокращением численности малоценных аборигенных рыб (путем отлова и изъятия икры) и внесением удобрений;

- однолетнего подращивания поликультуры ценных видов рыб с использованием более крупного посадочного материала, применения удобрений и искусственных кормов [Руденко, 1978].

Опытная проверка первого метода проводилась на двух озёрах АЭПБ (Деменец и Берёзовом), куда высаживались годовики пеляди и двухлетки карпа. В оз. Деменец двухлетки пеляди достигли массы 160 г, промысловый возврат от посадки годовиков составил 43,9%. В результате выращивания общая товарная продукция в озере в 1968 г. составила 303 кг/га, из них пеляди 28,8 кг/га. В оз. Берёзовом товарная продукция по пеляди составила 9,8 кг/га, промысловый возврат – 30% [Руденко, Терешенков, 1975].

Следующим этапом акклиматизационных работ с пелядью стал эксперимент по рыбохозяйственному преобразованию озёр с естественным составом ихтиофауны путем вселения ее молоди и выращивания до товарного состояния в поликультуре с чудским сигом, судаком и растительноядными рыбами, проводившийся в 1970-1972 гг. на двух озёрах АЭПБ. В качестве контрольного использовалось оз. Островито, на котором не проводились мероприятия по сокращению численности малоценных видов рыб и увеличению численности кормовых организмов. Объекты поликультуры подбирались таким образом, чтобы они могли наиболее полно использовать кормовые ресурсы озера и «способствовать изменению экологической обстановки в необходимом для рыбного хозяйства направлении» [Руденко, 1975]. В опытные озёра была произведена посадка сеголетков пеляди, чудского сига и судака. В качестве дополнительных видов были посажены сеголетки и двухлетки растительноядных белого амура и пёстрого толстолобика. Результаты эксперимента позволили прийти к выводу, что интенсивные методы хозяйствования, включавшие посадку ценных рыб на жизнестойких стадиях в поликультуру, отлов малоценных рыб и изъятие их икры с нерестилищ, внесение минеральных удобрений позволили коренным образом улучшить качественный и количественный состав уловов. В оз. Кривом, куда вносились удобрения и вселялась жизнестойкая молодь, была получена товарная продукция 97 кг/га столовой рыбы в год, из которых 50% приходилось на долю разводимых видов. Такую высокую рыбопродукцию прежде получали только в обезрыбленных ранее озёрах [Руденко, 1975; Малашкин, 1982].

В 1972 г. Псковское отделение приступило к исследованиям по теме «Создание маточных стад пеляди в малых озёрах Северо-Запада», проводившихся на озёрах Кривом, Белом и Островито АЭПБ. На озёрах были построены водосливные плотины с рыбозаградителями, расчищены и углублены речки между озёрами, для повышения биологической продуктивности внесены минеральные удобрения, проводились мероприятия по снижению численности конкурентов путем интенсивного отлова рыб-аборигенов. Для зарыбления использовались сеголетки весом около 20 г. Плотность посадки составляла 300-440 шт./га [Малашкин и др., 1975]. Опытные работы по созданию маточных стад пеляди велись до 1977 г. За пять лет рыбоводным предприятиям Министерства рыбного хозяйства было передано более 380 млн шт. икры пеляди [Методические указания..., 1978]. С учётом накопленного опыта была разработана биотехника создания маточных стад пеляди на малых озёрах и получения её икры для рыбоводных целей,

отработаны методы выращивания, отлова, транспортировки и выдерживания в русловых садках производителей.

В 1977-1979 гг. осуществлялось выращивание пеляди в поликультуре на пяти озёрах с аборигенной ихтиофауной, отработывалась оптимальная плотность её посадки. Результаты опытных работ оказались неудовлетворительными. В предварительно подготовленном озере Рубанково площадью 96 га выход товарной продукции пеляди составил 5,2 кг/га (промысловый возврат 20,6%), а в оз. Беленьком площадью 46 га результаты были ещё ниже – 0,3 кг/га. Правда, во втором случае основная масса пеляди скатилась из озера по вытекающему из него ручью [Малашкин, 1982].

В начале восьмидесятых годов продолжали отработываться методы товарного выращивания пеляди в водоёмах с естественной ихтиофауной. Объёмы заселений и плотность посадки в 1981-1983 гг. были значительно ниже, чем в предыдущие годы. Это было связано, в том числе, и с тем, что озёра интенсивно использовались ранее, что не могло не сказаться на кормовой базе и условиях обитания. Так, в оз. Соино в 1983-1984 гг. было посажено 114,3 тыс. сеголетков и годовиков [Сазонова, 1986]. Последующий анализ выявил ряд изменений в онтогенезе вселенцев по сравнению с их развитием в первые годы интродукций. Выявилось, что существенно снизился темп роста, сдвинулись сроки наступления массовой половозрелости от 1+ до 3+. Увеличилось количество функционально неполовозрелых рыб во всех возрастных группах. Уменьшилась абсолютная плодовитость. Однако выбор новых озёр не привел к позитивным изменениям: исследования 1985 г. на этих озёрах также показали, что темп роста пеляди был замедленным, обеспеченность пищей недостаточная. Промысловый возврат по пеляди в оз. Соино составил 7,2% от генерации 1983 г. (трёхлетков) и 45,7% от генерации 1984 г. (двухлетков), рыбопродукция равнялась 5,5 кг/га [Сазонова, 1986].

С 1981 по 1987 гг. в озёра АЭПБ было вселено 206,71 тыс. шт. сеголетков пеляди и 26,8 тыс. шт. разновозрастных рыб, выпускаемых после сортировки и отцеживания половых продуктов. Плотность посадки в среднем составила 76-131 экз./га, что было значительно ниже, чем в предыдущие годы [Перминов, Александров, 1988]. Мониторинг экологического состояния рыб выявил негативные изменения в их развитии. Более того, изучение опытных водоемов АЭПБ показало, что в результате рыбоводных работ, проводившихся на них в семидесятые годы, в их экосистемах, произошли существенные и нежелательные изменения [Перминов, Александров, 1988]: в результате неумеренного внесения удобрений, изменения уровней воды, нарушения водообмена значительно повысился уровень трофии, что в конечном счете привело к ухудшению газового режима, ухудшению качественного состава и снижению количественных показателей зоопланктона и зообентоса. Изменения затронули и структуру рыбного населения озёр.

Это потребовало от Псковского отделения поиска новых моделей рыбохозяйственной эксплуатации водоемов. Сотрудниками Псковского отделения была предложена новая схема эксплуатации маточных озёр,

позволявшая повысить эффективность использования кормовой базы рыбами и увеличить их темпы роста и среднюю массу. Её суть сводилась к разделению производителей и ремонтного стада, а также поочередной эксплуатации водоёмов. Основное зарыбление и облов каждого из озёр должны были проводиться раз в три года. При такой схеме сокращалась потребность в посадочном материале, уменьшалась вероятность травмирования молоди и ремонта во время отлова производителей, повышалась возможность увеличения промыслового возврата [Перминов, Александров, 1988].

С 1985 г. экономика СССР, а в её составе и рыбное хозяйство регионов, вступили в полосу экономических реформ. Это привело к разногласиям в позициях различных учреждений по выбору объектов акклиматизации и вселения рыб. В частности, руководство Псковрыбпрома изменило ранее согласованные планы и отказалось заселять озёра ценными видами быстро растущих рыб, приняв решение использовать их для выращивания судака, щуки, снетка и ряпушки. Основные работы с пелядью стали проводиться в рамках выращивания рыбопосадочного материала и производителей сиговых рыб в семи рыбопитомниках. В двух из них выращивались сеголетки племенной пеляди (Себежский пруд и оз. Деменец) с целью получения ремонтного материала. В остальных выращивались сеголетки пеляди из инкубированной икры, полученной на Осташковском рыбозаводе.

К 1988 г. на территории Псковской области озерным рыбоводством фактически занимались только на экспериментальных участках ГосНИОРХ. Но и эта деятельность постепенно сокращалась из-за возникавших проблем, в частности, с поставками рыбопосадочного материала. Например, озёра Белое-Максютинское и Соино, планировавшиеся в 1984-1986 гг. к преобразованию в сиговые питомники, из-за отсутствия рыбопосадочного материала не зарыблялись.

К концу 80-х гг. из-за аварийного состояния гидросооружений озёрные питомники в Псковской области постепенно перестали эксплуатироваться, прекратились работы значительной части выростных прудов Чудского НВХ. В 1989 г. АЭПБ вышла из состава Псковского отделения ГосНИОРХ, на её основе было образовано самостоятельное предприятие «Центральная производственная станция по акклиматизации и борьбе с болезнями рыб». Это сделало проведение отделением экспериментально-опытных мероприятий в области аквакультуры невозможным.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТ ПО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АККЛИМАТИЗАЦИИ ПЕЛЯДИ

В течение тридцатипятилетнего периода опытно-экспериментальной деятельности по рыбохозяйственной акклиматизации пеляди в регионе Псковское отделение внедряло различные модели искусственного воспроизводства и товарного выращивания вида (рисунок 3).



Рисунок 3 – Модели рыбохозяйственной акклиматизации пеляди в регионе

Пиком развития аквакультуры в регионе стали 70-е гг, когда апробировались на озерах Алольской экспериментально-производственной базы и внедрялись в практику следующие научно-обоснованные модели пастбищного (нагульного) рыбоводства:

- получения жизнестойкой молоди рыб в озёрных питомниках для выпуска в естественную среду обитания с целью выращивания в моно– и поликультуре;
- выращивания товарной рыбы в естественных биотопах в моно– и поликультуре;
- выращивания товарной рыбы в реконструированных естественных биотопах;
- выращивания товарной рыбы в поликультуре при трехлетнем обороте.

Изучение биологии и физиологии пеляди в процессе рыбохозяйственной акклиматизации выявило определенные проблемы адаптации вида к новым условиям. Было установлено, что питание пеляди в озёрах Псковской области сходно с питанием *Coregonus Peled* других водоёмов Северо-Запада – его основу составлял рачковый планктон (36 форм), а в отдельные периоды пища дополнялась бентосными организмами (10 форм) и воздушными насекомыми. Сопоставление спектров питания пеляди и местных рыб, показало, что между ними имеется сходство, и, как следствие, конкуренция. Наибольшая степень сходства отмечалась с уклейкой и окунем [Ибнеева и др., 1976]. Дальнейшее исследование питания пеляди показало, что с течением времени структура ее

питания не менялась, в тоже время отмечалось снижение индексов наполнения желудков [Перминов, Александров, 1988], что вероятно объяснялось недостаточностью кормовой базы водоемов.

Анализ динамики роста показал, что в первые годы посадок интродуцированные особи пеляди, большей частью, отличались хорошим темпом роста, однако с середины 70-х гг. выявилась тенденция к его снижению. Так, например, пелядь в возрасте четырех лет, выращенная в оз. Островито, в 1969-1973 гг. имела среднюю массу 470 г, в 1975-1978 гг. – 396 г, а в 1981-1984 гг. – 261 г [Перминов, Александров, 1988]. Аналогичная тенденция наблюдалась и в других озерах (рисунок 4).



Рисунок 4 – Масса пеляди в маточном озере Белое в различные годы

Кроме того, оказалось, что в новых экологических условиях одновременно с хорошим ростом у пеляди наблюдалось более раннее, чем в Сибири, созревание половых продуктов. Половая зрелость наступала в возрасте двух-четырех лет. Так, в 1975 г. в озере Белом отлавливались половозрелые самки в возрасте двух лет, в озере Кривом – трёх. Однако в последующие годы сроки полового созревания замедлились. В 1976 г. массовая половозрелость во всех озёрах наступила в возрасте четырех лет. Дальнейшие исследования 1981-1984 гг. подтвердили, что половозрелость у пеляди из опытных озёр наступает в возрасте 3+, причем даже среди этой возрастной группы было отмечено значительное количество неполовозрелых рыб. Очевидно, в процессе адаптации к условиям Северо-Запада происходил «возврат» к исходному состоянию, и это явление более резко проявлялось при экстремальных условиях нагула [Перминов, Александров, 1988].

Исследования также показали, что часть самок из Алольских озёр пропускала нерест из-за задержки в развитии воспроизводительной системы или нарушением оогенеза [Сазонова, Концевая, 1978]. Анализ особенностей и динамики воспроизводительной системы пеляди развития в начале 80-х гг. позволил предположить, что нежелательные изменения её были связаны не только с ухудшением условий внешней среды, но и генетическими факторами. Подтверждением предпосылок инбридинга послужило явление гермафродитизма, наблюдаемое у отдельных особей. В качестве одной из причин ослабления генофонда была выдвинута гипотеза о непродуктивности многолетней эксплуатации стада при ограниченном количестве производителей. Были проведены мероприятия по улучшению экосистем водоёмов, уменьшена плотность посадок рыб, обеспечивавшая более благоприятные условия нагула, обеспечен неоднократный завоз молоди из других рыбоводных хозяйств. Сравнение результатов исследований 1988-1989 гг. с данными 1975-1977 гг. показало, что состояние воспроизводительной системы пеляди озёр Кривое и Белое стабилизировалось, и даже улучшилось [Перминов, Александров, 1988]. Таким образом, было подтверждено, что изменение условий нагула и особенности рыбоводной эксплуатации влияют на биологию и развитие пеляди.

А.Ф. Карпевич отмечала, что в процессе акклиматизации вселенцев фаза размножения и формирования популяции является наиболее «узким местом» [Карпевич, 1975]. Действительно, при проведении работ по акклиматизации пеляди в озёрах Псковской области её естественное воспроизводство стало одной из наиболее острых проблем. На начальных этапах работы с пелядью некоторые авторы отмечали, что биологический эффект при акклиматизации пеляди был получен в нескольких озёрах. Так, в оз. Островно, заселённом сеголетками в октябре 1954 г., ровно через год было выловлено 36 экз. пеляди в возрасте 18 мес., десять из которых были подвергнуты анализу, показавшем, что 60% рыб имели третью стадию зрелости. Это позволяло надеяться, на то, что рыбы должны были отнереститься уже в конце ноября-декабре. В Себежском озере из 5 самок, просмотренных в январе 1956 г. все оказались отнерестившимися при среднем весе 273 г [Головков, 1959]. Согласно Бурмакину, пелядь местной генерации встречалась в трех озёрах – Залосемье, Островно-1, Себежском. При этом исследователь упоминал, что было замечено самостоятельное расселение пеляди в озёрах Ворон и Себежское, куда посадки не производились [Бурмакин, 1963]. Ссылаясь на данные Абросова, отмечавшего неоднократное наблюдение полового созревания пеляди, он полагал, что происходил и нерест, хотя потомство не было обнаружено. Малочисленность приплода в трех перечисленных озёрах и отсутствие пеляди в других он объяснял влиянием хищников, а также наличием паразита *Ergasilus sieboldi*, который поражал пелядь в ряде озёр Псковской области [Бурмакин, 1963]. Учёный упоминал о случаях размножения пеляди в озёрах, предварительно обработанных ихтиоцидом, приводя в качестве примера оз. Окуневце, заселённое в 1968 г. личинками пеляди. Достигнув двухлетнего

возраста, пелядь отнерестилась в 1969 г., а в 1970 г. в озере появилось большое количество молоди, рост которой, однако, из-за недостатка корма был замедленным. Потомство пеляди выжило, и за три года было выловлено 191 тыс. туводной молоди для пересадки в другие водоёмы [Бурмакин, 1974]. Процесс естественного воспроизводства пеляди в этом озере не закончился, и оно продолжало служить маточным водоёмом, из которого ежегодно отлавливали пелядь для передачи в другие рыбхозы. За период с 1973 по 1980 гг. в озере добывалось 74,1 кг/га пеляди в год. Утверждения Бурмакина подтверждаются с некоторой осторожностью другими авторами, сообщавшими о том, что потомство пеляди выживало в оз. Окуневец как минимум один раз [Попов, Перевозников, 1982].

Абросов отмечал, что было зафиксировано естественное воспроизводство пеляди в озере Белое-Максютинское, где в 1967 г. на бывших нерестилищах ряпушки произошёл нерест двухлетков пеляди. В 1968 г. в приловах было обнаружено её обильное потомство. Средняя длина сеголетков составляла 17,7 см, средний вес 58 г [Абросов, 1971]. По сведениям Малашкина, в 1973-1975 гг. в маточных пеляжьих озёрах АЭПБ неоднократно поздней осенью неводами отлавливались самки пеляди с выметанной икрой [Малашкин, 1982].

Ещё одним озером, где наблюдалось выживание потомства пеляди, стало оз. Мостище. В мае 1974 г. туда из оз. Окуневец было пересажено 3500 особей пеляди, а в октябре – 1025. Осенью пелядь отнерестилась, а выклюнувшаяся молодь дожила до 1977 г. Облов озера проводился в 1977 и 1978 гг. Всего за два года в озере было добыто 7836 производителей и 28630 особей неполовозрелой пеляди [Попов, Перевозников, 1982].

Тем не менее, повсеместной натурализации пеляди в озёрах региона не произошло. По утверждению Малашкина, нерест в большинстве озёр происходил ежегодно, и там, где в течение круглого года сохранялся благоприятный режим, какое-то количество молоди от естественного нереста выживало. Однако в водоёмах с естественной ихтиофауной, населённых хищной рыбой, выедающей значительное количество икры, условия естественного воспроизводства пеляди не позволяли создать промысловые стада путём естественного воспроизводства [Малашкин, 1982].

Анализ результатов рыбоводной деятельности показал, что итоги работ по акклиматизации пеляди оказались неоднозначными.

Попытки натурализации и создания самовоспроизводящихся промысловых стад закончились безрезультатно. Не удалось добиться желаемых результатов и в выращивании товарной рыбы. Хотя Л.А. Кудерский отмечал, что уловы товарной пеляди в озёрах Псковской и Тверской областей достигали 23,9 т в год [Кудерский, 2015], однако промысловый эффект и эффект нагула при товарном выращивании оказался нестабильным, несистематическим, присутствовал только в отдельных (специально подготовленных) озёрах, в отдельные годы. Аналогичные результаты были получены и в других регионах Северо-Запада. Например, в Вологодской области «пастбищное выращивание сиговых рыб в поликультуре (пелядь, муксун), проводившееся в 1960-1980-е

гг., было сопряжено с рядом экономических рисков и оказалось малоперспективным» [Коновалов, 2015].

К главным причинам неудовлетворительных результатов акклиматизации вида в регионе были отнесены:

1. Наличие хищных рыб-аборигенов (прежде всего, щуки и окуня), выедавших икру и молодь пеляди [Бурмакин, 1963; Понеделко, 1963].

2. Недостаточная кормовая база, особенно в необработанных озерах с естественной ихтиофауной [Канеп, 1971, 1973].

3. Зараженность болезнями [Абросов, Бауер, 1959; Змерзлая, 1983].

Добавим, что в целом к причинам неудач можно отнести особенности воспроизводства сиговых рыб, рост и выживаемость которых зависят от многих факторов, включая качество получаемой икры, условия инкубации, сроки выклева, начало питания, условия нагула и т.д. Как отмечают Ю.С. Решетников и В.Д. Богданов, одним из важнейших условий воспроизводства сиговых является предохранение икры от гибели, поскольку она является очень уязвимой, и её гибель на нерестилищах может происходить по целому ряду причин: нарушения в процессе оплодотворения и развития зародыша, выедание икры рыбами и беспозвоночными, паразитарные заболевания, перемерзание нерестилищ и вынос икры за их пределы, дефицит кислорода, заиление, закисление и загрязнение воды [Решетников, Богданов, 2011]. Кроме того, антропогенное эвтрофирование водоёмов, ведущее к обогащению кормовой базы может положительно сказываться на темпе роста и созревания сиговых рыб, однако ухудшает условия их репродукции. В этих условиях сиговые рыбы с осенним нерестом и осенне-зимним периодом инкубации икры «обречены на вымирание» [Решетников, Богданов, 2011].

Учитывая, что эффективность искусственного воспроизводства следует оценивать с учётом показателя промыслового возврата, определяемого отношением числа производителей заводского происхождения к количеству выпущенной молоди [Костюничев, 2015], наилучшие результаты были получены Псковским отделением при вселении пеляди и чудского сига, дававших при постоянных зарыблениях достаточно высокую промысловую отдачу. При этом следует отметить, что при вселении этих видов товарный эффект был получен только при систематическом зарыблении с плотностью посадки сеголетков не менее 100 экз./га, и минимальной массе посадочного материала 10 г. Массовые вселения личинками или рыбами в возрасте 0+ массой менее 10 г промыслового эффекта практически не давали несмотря на многократные вселения с высокими плотностями посадки.

К положительным итогам можно отнести результативное создание маточных стад для получения жизнестойкого посадочного материала. За девять лет (1973-1981) АЭПБ передала предприятиям Минрыбхоза СССР для рыбоводных целей 580 млн шт. икры пеляди [Малашкин, 1982]. Наиболее ярким свидетельством успешности проводимых работ служит деятельность функционирующей и ныне Центральной производственной станции по акклиматизации и борьбе с болезнями рыб, созданной на базе бывшей АЭПБ.

Её сотрудники продолжают содержать маточные стада и получать икру пеляди в озёрах Белое, Кривое, Островито. Более того, икра «псковской» пеляди выделяется хорошими качествами. Так, «при подращивании в бассейнах в одних и тех же условиях молодь пеляди из икры, завезенной с Алольской экспериментальной станции, отличалась от молоди, полученной от производственной пеляди ЦЭС ГосНИОРХ «Ропша», более высоким темпом роста и лучшей выживаемостью» [Князева и др., 2007].

Таким образом, наиболее значимые результаты были получены при организации маточных стад пеляди в озёрах с естественной ихтиофауной, выращивании вида в поликультуре в водоёмах с естественной ихтиофауной. С научной и практической точки зрения наиболее результативным стало создание интенсивных озёрных хозяйств с однолетним и многолетним выращиванием товарной рыбы в поликультуре, отработка биотехник выращивания сиговых рыб и жизнестойкого посадочного материала в озёрных питомниках.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на то, что акклиматизационные работы с пелядью в озёрах Псковской области не оправдали полностью возлагаемых на них надежд, Псковское отделение ГосНИОРХ внесло значительный вклад в развитие аквакультуры региона и России, апробируя различные модели акклиматизации и товарного выращивания ценных видов рыб в озерах. К основным достижениям отделения в области работ с пелядью можно отнести:

- отработку биотехники создания маточных стад пеляди в озёрах с естественной ихтиофауной;
- усовершенствование биотехники выращивания, отлова, транспортировки и выдерживания в русловых садках производителей пеляди;
- рационализацию техники заготовки производителей и икры пеляди;
- развитие биотехники выращивания товарной рыбы на естественных кормах в озёрах с аборигенной ихтиофауной;
- разработку нормативов и подготовку научных рекомендаций по внедрению методов выращивания молоди сиговых рыб в приспускных озёрах-питомниках, созданию маточных стад и сбору икры пеляди.

Исследования экологии пеляди в связи с ее акклиматизацией в условиях Северо-Запада позволили выявить проблемы и подтолкнули ученых к поиску новых путей искусственного воспроизводства сиговых рыб, главными из которых стали методы индустриального выращивания. К началу XXI в. в ГосНИОРХе были разработаны биотехники выращивания посадочного материала и товарных сигов в садках на искусственных кормах, была закончена разработка биотехнологии выращивания и формирования маточных стад сиговых (включая пелядь) в индустриальных условиях. Новая технология позволяет решить проблему получения необходимого количества икры сиговых как для воспроизводства, так и для товарного рыбоводства [Костюничев и др., 2012]. При разработке новых технологий был учтен и опыт экспериментальной деятельности Псковского отделения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Абросов В.Н. Изучение биологии и экологии пеляди в связи с ее акклиматизацией // Известия ГосНИОРХ. Т. 62. Вопросы ихтиологии и гидробиологии внутренних водоемов. – Л., 1967. – С. 79-89.

Абросов В.Н. Проблема акклиматизации пеляди // Природа и хозяйственное использование озёр Псковской и прилегающих областей: матер. II межвуз. конф. – Псков, 1971. – С. 5-7.

Абросов В.Н., Бауер О.Н. Эргазилос пеляди в озерах Псковской области // Известия ГосНИОРХ. Т. 49. – Л.: ВНИОРХ, 1959. – С. 213-216.

Абросов В.Н., Забегалина Н.А. Изменение гидрохимического режима озера Окуневец под влиянием известкования и удобрения // Известия ГосНИОРХ. Т. 55. – Л.: ГосНИОРХ, 1963. – С. 38-46.

Анализ состояния и перспективные направления развития аквакультуры: науч. аналит. обзор. – М.: Росинформагротех, 2019. – 88 с.

Бердичевский Л.С., Веригин Б.В., Иоганзен Б.Г. Биологические основы повышения рыбопродуктивности и рационального рыбного хозяйства внутренних водоёмов // Вопросы ихтиологии. – 1977. – Т. 17, вып. 5 (106). – С. 802-823.

Бурмакин Е.В. Акклиматизация пресноводных рыб в СССР. – Л.: ГосНИОРХ, 1963. – 315 с. – (Известия ГосНИОРХ. Т. 53).

Бурмакин Е.В. О значении биотического фактора при акклиматизации рыб // Рыбохозяйственное изучение внутренних водоёмов. Сб. 12. – Л.: ГосНИОРХ, 1974. – С. 3-5.

Бурмакин Е.В. Сбор икры пеляди в озёрах Пустошкинской базы // Известия ГосНИОРХ. Т. 118. – Л., 1977. – С. 37-41.

Бурмакин Е.В. Химический метод рыбохозяйственного преобразования озёр. М.: Пищевая промышленность, 1965. – 56 с.

Головков Г.А. Итоги первых лет акклиматизации пеляди в водоёмах Европейской части СССР // Труды V науч. конф. по изучению внутр. водоёмов Прибалтики. – Минск: Изд-во БГУ, 1959. – С. 123-128.

Головков Г.А. Опыт перевозки и выращивания пеляди // Научно-технический бюллетень ВНИОРХ. – 1956. – № 1-2. – С. 37-39.

Головков Г.А. Результаты акклиматизации пеляди в водоёмах европейской части СССР // Научно-технический бюллетень ВНИОРХ. – 1957. – № 5. – С. 17-20.

Дрягин П.А. Биологические основы реконструкции фауны рыб в озёрах СССР. – М.: Пищепромиздат, 1956. – 83 с.

Дрягин П.А. Акклиматизация рыб во внутренних водоёмах СССР // Известия ВНИОРХ. Т. 32. – М.: Пищепромиздат, 1953. – С. 10-98.

Змерзлая Е.И. Влияние диплостомоза на выживаемость пеляди в озерах // Проблемы экологии паразитов рыб: сб. науч. трудов ГосНИОРХ, вып. 197. – Л.: Промрыбвод, 1983. – С. 60-63.

Ибнеева Н.И., Концевая Н.Я., Сазонова Е.А., Тарасова С.Г. Питание пеляди в малых озерах Псковской области // Сырьевые ресурсы озёр Псковской

области и их рациональное использование: тр. Псковского отд. ГосНИОРХ. Т. 2. - Л.: Лениздат, 1976. - С. 76-87.

Канеп С.В. Общие закономерности роста, созревания и плодовитости пеляди *Coregonus peled* (Gmelin) // Вопросы ихтиологии. – 1973. – Т. 13, вып. 1 (78). – С. 91-102.

Канеп С.В. Результаты опытов по созданию интенсивного пеляжьего озерного хозяйства в Псковской области // Восьмая сессия Уч. Совета по проблеме «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов европейского Севера». - Петрозаводск, 1969. - С. 164-166.

Канеп С.В. Сравнительная интенсивность роста пеляди как показатель условий ее обитания в малых озерах Северо-Запада // Материалы XVI конференции по изучению внутренних водоемов Прибалтики. – Петрозаводск, 1971. – С. 148-150.

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

Князева Л.М., Шумилина А.К., Костюничев В.В., Остроумова И.Н. Биологические особенности молоди сиговых и форели в условиях индустриального выращивания: матер. докл. 2-й междунар. науч. конф., 16-18 апреля 2013 г. – СПб.: ГосНИОРХ, 2007. – 56 с.

Коновалов А. Ф. Основные итоги работ по акклиматизации рыб в водоемах Вологодской области // Вестник АГТУ. Сер. Рыбное хозяйство. – 2015. – № 2. – С. 7-14.

Костюничев В.В., Богданова В.А., Шумилина А.К., Остроумова И.Н. Искусственное воспроизводство рыб на Северо-Западе России // Труды ВНИРО. – 2015 г. Т.153. – С. 26-41.

Костюничев В.В., Князева Л.М., Шумилина А.К. Методические рекомендации по выращиванию и формированию ремонтно-маточных стад сиговых рыб (пелядь, чир, муксун) в индустриальных условиях на искусственных кормах // Сборник методических рекомендаций по индустриальному выращиванию сиговых рыб для целей воспроизводства и товарной аквакультуры. – СПб.: ГосНИОРХ, 2012. – С. 103-131.

Кудерский Л.А. Акклиматизация рыб в водоёмах России: состояние и пути развития // Вопросы рыболовства. – 2001. – Т. 2, №1(5). – С. 6-85.

Кудерский Л.А. Интродукция рыб в водоемах России // Исследования по ихтиологии, рыбному хозяйству и смежным дисциплинам. Т. 4. – СПб.: Тов. науч. изданий КМК, 2015. – (Сб. науч. трудов ФГБНУ «ГосНИОРХ», вып. 343). – С. 7-254.

Малашкин Н.Н. Опыт использования водоёмов Псковской области для выращивания пеляди // Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. Вып. 181. – Л.: ГосНИОРХ, 1982. – С. 14-20.

Малашкин Н.Н., Афанасьев Е.А., Иванова М.А., Старкова Л.А. Создание и содержание маточных стад пеляди в озёрах Псковской области // Известия ГосНИОРХ. Т.104. – Л.: ГосНИОРХ, 1975. – С. 121-122.

Методические указания по созданию маточных стад и сбору икры пеляди в озёрных рыбных хозяйствах / сост. Н.Н. Малашкин. – Л.: [б.и.], 1978. – 16 с.

Об утверждении Правил организации искусственного воспроизводства водных биологических ресурсов: Постановление Правительства РФ от 12.02.2014 N 99 (ред. от 30.05.2020). Текст: электронный. URL: <http://base.garant.ru/70589590>.

Перминов Л.Г., Александров Ю.В. Биологические показатели производителей пеляди, выращиваемых в озёрах Псковской области // Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. Вып. 282. – Л.: Промрыбвод, 1988. – С. 4-17.

Понеделко Б.И. Выживаемость разновозрастной молоди пеляди *Coregonus peled* (Gm) в различной экологической обстановке // Вопросы ихтиологии. – 1963. – Т. 3, вып. 1 (26). – С. 113-123.

Попов Е.П., Перевозников М.А. Рыбоводное использование потомства пеляди *Coregonus peled* Gmelin от естественного нереста в мелиорированных озёрах // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. Вып. 181. – Л.: ГосНИОРХ, 1982. – С. 111-117.

Решетников Ю.С., Богданов В.Д. Особенности воспроизводства сиговых рыб // Вопросы ихтиологии. – 2011. – Т. 51, № 4. – С. 509-510.

Руденко Г.П. Биологические основы выращивания поликультуры ценных видов рыб в малых озёрах // Научные основы интенсификации товарного рыбоводства в озёрах: тр. Псковского отд. ГосНИОРХ. Т. 3. – Л.: [б.и.], 1978. – С. 3-11.

Руденко Г.П. Итоги работ по рыбохозяйственному преобразованию озера Кривого // Известия ГосНИОРХ. Т. 99. – Л., 1975. – С. 148-160.

Руденко Г.П. Создание племенных маточных стад пеляди в малых озёрах Северо-Запада: метод. пособие. – СПб.: ГосНИОРХ, 2004. – 48 с.

Руденко Г.П., Терешенков И.И. Однолетнее выращивание товарной рыбы в озёрах Псковской области // Известия ГосНИОРХ. Т. 99. – Л.: ГосНИОРХ, 1975. – С. 185-205.

Рыбы в заповедниках России: в 2 т. / под ред. Ю. С. Решетникова. – Т. 1. – М.: Тов. науч. изд. КМК, 2010. – С. 341-344.

Рыбы Псковской области: иллюстрированный каталог с описаниями видов [Электронный ресурс] / Псковский филиал ВНИРО; ред. М.М. Мельник; сост.: В.Б. Антипова, С.О. Северин. – Псков, 2020. – URL: <https://pskovniro.wixsite.com/pskovskieryby>

Сазонова Е.А. Рыбохозяйственная характеристика озера Соино (Пустошкинский район) и его использование для интенсивного рыбоводства // Биологические ресурсы и продуктивность разнотипных водоемов Псковской области: сб. науч. трудов ГосНИОРХ. Вып. 249. – Л.: Промрыбвод, 1986. – С. 21-32.

Сазонова Е.А., Концевая Н.Я. Состояние воспроизводительной системы самок пеляди в некоторых озёрах Псковской области // Научные основы интенсификации товарного рыбоводства в озёрах: труды Псковского отд. ГосНИОРХ. – Т. 3. Л., 1978. – С. 83-92.

Терешенков И.И. Итоги работ по рыбохозяйственному освоению озёрных питомников Северо-Запада РСФСР // Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. Вып. 282. – Л.: Промрыбвод, 1988. – С. 80-87.

ACCLIMATIZATION OF COREGONUS PELED (GMELIN, 1789) IN SMALL LAKES OF PSKOV REGION

Valentina B. Antipova, Sergey G. Mikhlap

*Pskov branch of the All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography
(«PskovNIRO»)*

E-mail: bibpskniorh@gmail.com; pskovniro@vniro.ru

Abstract. The main goal of the paper is to represent history of *Coregonus peled* (Gmelin, 1789) acclimatization and artificial reproduction in small lakes as a most important stage in the development of aquaculture in Pskov Region in XX century. Scientific papers, data and documentation of PskovNIRO were analyzed and generalized. The main directions in the course of *peled* acclimatization were identified; the results of long-term activities in this field were shown; the role of the Pskov branch of VNIRO in the works was disclosed; a cartographic representation of the geographic areas of acclimatization activities was created.

Keywords: *peled*, *peled* cultivation, fish acclimatization, history of aquaculture, Pskov region, PskovNIRO.

ЛЕЩ *ABRAMIS BRAMA* – ВАЖНЫЙ ВОДНЫЙ БИОЛОГИЧЕСКИЙ РЕСУРС В БАССЕЙНЕ ОБИ

Е.А. Интересова

Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ЗанСибНИРО»)

E-mail: interesovaea@yandex.ru

Лещ *Abramis brama* – чужеродный вид в бассейне р. Обь, впервые был интродуцирован в регионе во второй половине XIX в. В настоящее время распространен по всему бассейну, многочислен везде, кроме уральских притоков Нижней Оби и предгорной и горной частей бассейна Верхней Оби. Составляет от 4 до 87% общих объемов добычи рыбы на разных участках бассейна. Известен в регионе в возрасте до 14+, однако основу промысловых уловов составляют особи в возрасте 2+ – 7+. Максимально отмеченная масса – 3,8 кг. В южной части бассейна Оби размерные показатели леща выше, больше плодовитость, раньше происходит половое созревание и нерест.

Ключевые слова: лещ, *Abramis brama*, р. Обь, чужеродные виды, акклиматизация.

ИНТРОДУКЦИЯ ЛЕЩА В БАССЕЙНЕ ОБИ

Естественный ареал леща *Abramis brama* охватывает всю территорию Европы к востоку от Пиренеев и к северу от Альп вплоть до Урала, включая бассейны Белого, Балтийского, Северного, Каспийского, Черного, Азовского и Аральского морей. Лещ – обитатель преимущественно крупных и средних озер и рек с небыстрым течением [Атлас..., 2002; Froese, Pauly, 2022].

Лещ не является массовым объектом аквакультуры, но в небольшом количестве его разводят в некоторых странах Восточной Европы и центральной Азии [FAO, 2022; Froese, Pauly, 2022]. При этом лещ натурализовался в некоторых странах южной Европы (Португалии, Испании, Италии), а также в Англии и центральной Азии (Китае, Киргизии). Пути проникновения в большинстве случаев неизвестны. Принято считать, что существенного влияния на реципиентные экосистемы лещ не оказывает, возможно, ввиду низкой численности [Welcomme, 1988; FAO, 2022; Froese, Pauly, 2022].

В бассейне р. Обь первая интродукция молоди леща, привезенной из р. Уфа, была осуществлена в 1862 г. в пруды в бассейне р. Исеть. В последующие годы посадки были неоднократно повторены, и уже в конце XIX в. лещ стал обычным в некоторых водоемах. Однако его распространение вниз по течению происходило медленно – первая поимка в р. Иртыш (близ Тобольска) датирована 1924 г. В 1929 г. 250 двухлеток леща из рек Уфа и Белая выпустили в оз. Убинское (Обь-Иртышское междуречье), где в результате сформировалась относительно многочисленная популяция, на протяжении 1950-х гг. служившая

источником рыбопосадочного материала данного вида для вселения в разнообразные водные объекты (озера Новосибирской, Омской, Томской областей, Алтайского и Красноярского края, а также Новосибирское и Усть-Каменогорское водохранилища) [Иоганзен, Петкевич, 1961]. В 30-х гг. XX в. неоднократно проводили посадки молоди и икры леща в различные водоемы Зауралья, но образование самовоспроизводящихся популяций происходило не везде [Иоганзен, Петкевич, 1951]. В 1949 г. 371 экз. разновозрастных особей аральского леща было выпущено в оз. Зайсан, а в 1954 г. – 1450 экз. в Усть-Каменогорское водохранилище, где лещ образовал самоподдерживающуюся популяцию [Иоганзен, Петкевич, 1961].

Большая работа была проведена по вселению леща в Новосибирское водохранилище: с 1957 по 1960 гг. в него было выпущено около 24 тыс. половозрелых особей из оз. Убинское [Иоганзен и др., 1972]. Интродукция была успешной, лещ стал промысловым видом в водохранилище [Котов, Визер, 2000], из которого расселился ниже по течению Оби. С 1957 г. проводили посадки разновозрастного леща в верхнечулымские озера, где он также натурализовался [Лобовикова, 1968]. Широко интродуцировали этот вид в 1960–1970-х гг. и в озера Западной Сибири: Чаны, Сартлан, Хорошее, Карган, Ик, Берчикуль, Топольное, Песчаное, Островное, Зеркальное, Уткуль, Тандово и др. В наиболее крупных из них он образовал самовоспроизводящиеся популяции и в настоящее время является промысловым видом, однако в части озер, преимущественно мелководных, не выживает в силу зимних заморных явлений.

СОВРЕМЕННОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ЗНАЧЕНИЕ В ПРОМЫСЛЕ ЛЕЩА В БАССЕЙНЕ ОБИ

В настоящее время лещ наиболее успешный чужеродный вид рыб в бассейне р. Обь [Интересова, 2016], распространившийся от Телецкого озера [Жданов, Собанский, 1975] до Обской губы и р. Таз [Экология рыб..., 2006; Петрачук, 2013], в р. Иртыш и его притоках [Карасев, 2003; Терентьева, Мухачев, 2006; Убаськин, 2007; Коломин, 2011] (рисунок 1). В большинстве мест обитания лещ многочислен, кроме как в уральских притоках Нижней Оби [Кижеватов, 2010] и в предгорной и горной частях бассейна Верхней Оби [Голубцов, Малков, 2007].

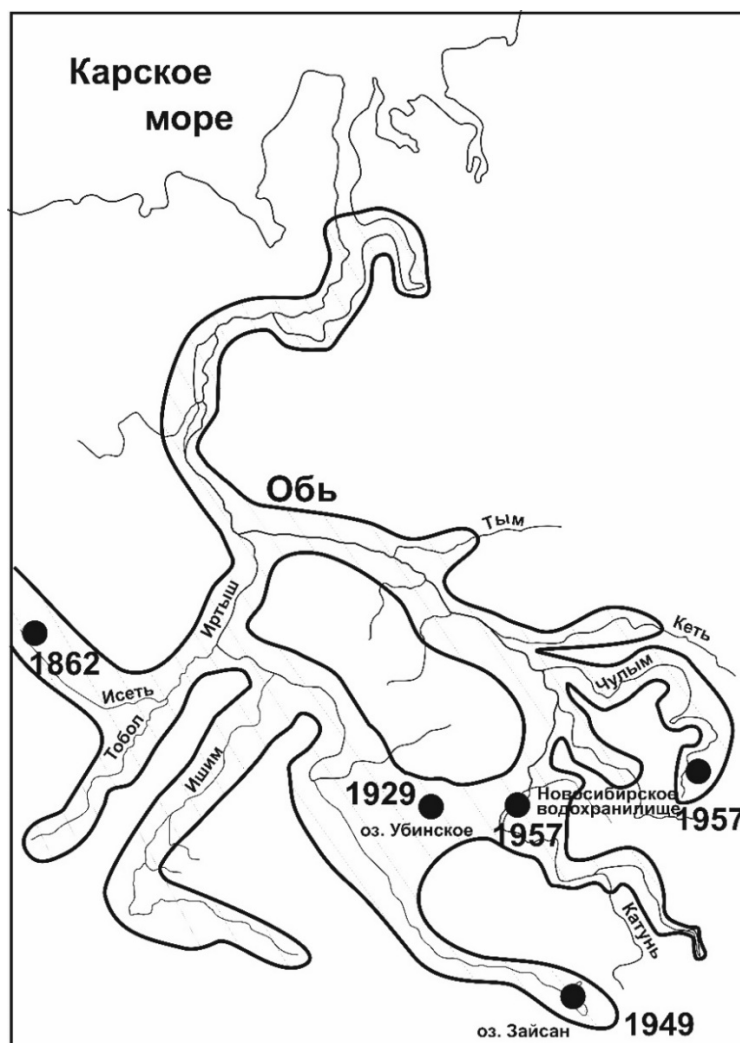


Рисунок 1 – Схема распространения леща *Abramis brama* в бассейне р. Обь. Точками обозначены районы проведения работ по интродукции

В верховьях р. Обь лещ появился в начале 1960-х гг., в промысле его стали отмечать в конце того же десятилетия. Уловы добычи данного вида быстро нарастали, и уже в начале 1970-х гг. лещ обеспечивал более 16% общих уловов (в среднем его добыча составляла около 40,3 т в год). В начале 1980-х годов объемы добычи леща удвоились и в среднем составляли 82,6 т в год. В 1990-х годах уловы данного вида (как и промысла в целом) стали снижаться и к концу 2000-х составляли в среднем 43,7 т в год, при этом обеспечивая 42,4% общей добычи рыбы. В настоящее время в верхней части бассейна р. Обь лещ является основой промысла: в речной системе Алтайского края уловы этого вида в среднем составляют 122,5 т в год или 47,4% общей рыбодобычи [Интересова и др., 2017].

В Новосибирском водохранилище леща стали отмечать в промысловых уловах с 1963 г. [Котов, Визер, 2000]. Объем его добычи нарастал стремительно, и уже в первой половине 1970-х годов он обеспечивал основу уловов. С начала 1990-х годов произошло уменьшение объемов добычи леща, что связано с общим снижением интенсивности промысла. При этом доля

данного вида в уловах остается высокой. В последние годы объемы добычи леща в Новосибирском водохранилище в среднем составляют 627,8 т в год, что обеспечивает 87,4% рыбободобычи [Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды Новосибирской области ..., 2014, 2015, 2016].

После интродукции в Новосибирское водохранилище вниз по течению р. Обь лещ распространился быстро. Уже в начале 1970-х годов его отмечали на расстоянии более 900 км ниже плотины ГЭС (в Каргасокском районе Томской области). Численность данного вида в Средней Оби стала нарастать, о чем свидетельствует увеличение объема добычи леща в Томской области: с 1971 по 1981 гг. его вылов вырос с 3 до 24 т, при этом доля в промысле не превышала 1%, в среднем составляя 0,3% общего объема добычи рыбы; с 1982 по 2003 гг. уловы вида колебались от 18,0 до 202,4 т (в среднем 79,6 т), что обеспечивало от 1 до 10% промысла (в среднем 4%). С 2004 г. вылов леща превысил 10% от общего объема добычи рыбы. В последние годы уловы данного вида только в пределах Томской области составляют в среднем 429,8 т в год, или 18,2% рыбободобычи в регионе [Интересова, Ростовцев, 2017].

В начале работ по акклиматизации леща в оз. Зайсан (позднее – Бухтарминском водохранилище) лов данного вида был запрещен. С 1967 г. разрешили ограниченный промысел с целью формирования многовозрастной популяции, и только с 1972 г. ограничения были полностью сняты [Рыбы Казахстана, 1988]. Уловы вида стали стремительно возрастать и к началу 1980-х годов достигли почти 7 тыс. т., при этом составляя 80-90% общих уловов. Снижение вылова леща в 1980-х – первой половине 1990-х годов произошло на фоне падения объемов рыбободобычи в целом, однако доля его в уловах по-прежнему оставалась на высоком уровне. В начале 2000-х годов вылов леща вновь увеличился, однако наблюдается некоторое его колебание при незначительном уменьшении доли в уловах, что вызвано относительно небольшим спросом на этот вид рыбы в условиях рыночной экономики на фоне роста общего вылова [Куликов, 2007].

В бассейне Среднего Иртыша лещ появился в 1930-х годах, однако в промысловую статистику вошел только 1963 г., составив 0,5% общих уловов. Значение в промысле стало нарастать и уже в 1967 г. он обеспечил более 10% добычи рыбы. В настоящее время в бассейне Среднего Иртыша (в пределах Омской области) объемы добычи леща колеблются от 36 до 410 т в год (4,3 – 27,5% общего вылова) [Интересова и др., 2017]. В уральских притоках р. Иртыш (на основании данных по Челябинской области) в последние годы уловы леща в реках и водохранилищах обеспечивают около 9,5% общей рыбободобычи (в среднем 29,9 т в год).

В бассейне Нижнего Иртыша лещ известен с середины 1920-х, однако в промысел вступил только в 1936 г. [Иоганзен, Петкевич, 1951]. Численность его нарастала медленно: к середине 1940-х годов уловы этого вида в регионе составляли 0,3-0,6 т в год (всего 0,01–0,02% общей добычи рыбы) [Иоганзен и др., 1972]; в конце 1980-х годов объемы вылова леща несколько увеличились, до 1,2-1,5 т (0,09-0,2%); в середине 1990-х годов его добывали от 0,5 до 20,4 т в

год, что, однако, составляло максимум 1,8% общей добычи рыбы [Промоторова, 2000]. В последние годы уловы леща в речной системе Тюменской области составляют в среднем 61,5 т в год, или всего 15,3% общей добычи рыбы [Доклад об экологической ситуации в Тюменской области..., 2014, 2015, 2016].

Сведений о времени появления леща в Нижней Оби в доступной литературе нет. В настоящее время в бассейне нижнего участка Средней Оби, Нижнего Иртыша и Нижней Оби (на основании данных по ХМАО) уловы леща велики в абсолютных значениях – в среднем 442,7 т в год, но при этом составляют всего 4,2% общей добычи рыбы [Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе-Югре..., 2016]. В бассейне Нижней Оби (на основании данных по ЯНАО) вылов леща столь незначителен относительно иных промысловых рыб, что в статистику промысла он входит как «прочие виды», наряду с ельцом и хариусом, а потому провести анализ его среднего вылова как в абсолютных показателях, так и относительно общей добычи рыбы в регионе не представляется возможным. Однако необходимо отметить существенный рост добычи «прочих видов рыб», отмечаемый в последние годы, что, очевидно, обеспечивается увеличением уловов леща [Доклад об экологической ситуации в Ямало-Ненецком автономном округе ..., 2016].

В озерах Обь-Иртышского междуречья лещ относительно малочислен. В оз. Чаны (крупнейший естественный водоем юга Западной Сибири) работы по интродукции данного вида проводили с начала 1950-х годов, используя в качестве посадочного материала разновозрастных особей из оз. Убинского и, позже, из р. Обь. Отдельно рыбопромысловой статистикой леща стали учитывать только с 2008 г., ранее он попадал в категорию «Прочие». В настоящее время уловы данного вида колеблются от 1,6 до 6,9 т (в среднем 3,5 т в год), что составляет от 0,06 до 0,2% общих объемов добычи рыбы в данном водоеме. Малочисленность данного вида, вероятно, вызвана затрудненностью его естественного воспроизводства в результате относительно высокой минерализации воды оз. Чаны. В оз. Убинское, служившего источником рыбопосадочного материала леща для водоемов юга Западной Сибири в середине XX века, в настоящее время данный вид не обитает вследствие обмеления озера. Таким образом, в настоящее время лещ занял одно из лидирующих положений в промысле в бассейне р. Обь.

Объемы вылова леща в бассейне р. Обь в абсолютных значениях максимальны в Бухтарминском водохранилище, а также относительно велики в Новосибирском водохранилище и Ханты-Мансийском автономном округе. Однако присутствие промыслового вида в структуре рыбного населения в большей степени отражается его долей в уловах, нежели абсолютными показателями объемов его добычи. Анализ доли леща в общем объеме выловленной рыбы в Обском бассейне показывает, что относительная численность его наиболее высока в водохранилищах и в целом снижается с юга на север (рисунок 2).

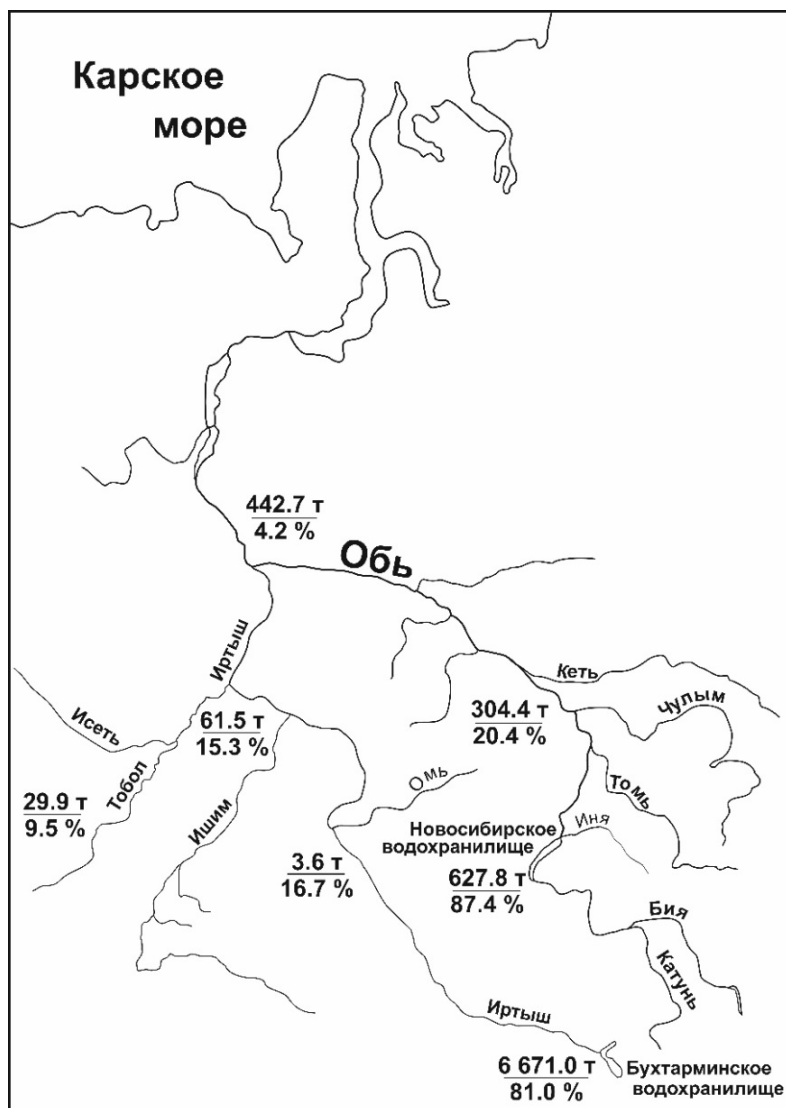


Рисунок 2 – Вылов леща *Abramis brama* в среднем за три года (2013-2015 гг.) и его доля в уловах на разных участках бассейна р. Обь (вылов в Бухтарминском водохранилище приведен за 2003-2005 гг.)

Анализ данных по добыче леща в целом в Российской Федерации показал, что его значение в уловах рыб в реках и водохранилищах страны (при исключении из анализа корюшковых, хариусовых, лососевых и осетровых, как не имеющих существенного значения в промысле в бассейне р. Обь) не превышает 21% (таблица 1). Относительный вылов леща на участках Обского бассейна, отдаленных от крупных водохранилищ, близок к его доле в общей добыче рыбы в реках России (около 16%), на севере и Урале – ниже этого показателя, но существенно его превышает в самих водохранилищах. Столь значительная доля леща в уловах относительно нативных видов рыб в водохранилищах и на южном участке Средней Оби вызвана, с одной стороны, нарастанием его численности, а с другой стороны, вероятно, снижением запасов видов аборигенных. Причины последнего кроются в трансформациях экосистем верхнего и среднего участков Оби и Иртыша в результате гидростроительства, существенно повлиявшего на гидрологический режим на

указанных участках бассейна и вызвавшего уменьшение площадей эффективного нереста аборигенных весенне-нерестующих фитофильных видов рыб, всегда обеспечивавших основной объем рыбодобычи в бассейнах Верхней и Средней Оби и Иртыша [Иоганзен, 1953; Трифонова, 1984; Ростовцев и др., 2015; Ростовцев, Интересова, 2015; Интересова и др., 2017; Ростовцев и др., 2020]. Лещ, размножающийся преимущественно на более глубоководных участках, в меньшей степени подвержен негативному влиянию изменений уровня режима в период нереста, что и обуславливает его высокую численность и преобладание в структуре сообщества рыб. Таким образом, снижение доли леща в промысле с юга на север отражает не столько уменьшение численности данного вида в широтном направлении, сколько увеличение запасов аборигенных видов рыб, что подтверждается большими объемами вылова леща в Ханты-Мансийском автономном округе в абсолютных значениях [Интересова, 2021].

Таблица 1 – Доля леща *Abramis brama* в общем вылове рыбы (за исключением корюшковых, хариусовых, лососевых и осетровых) в реках и водохранилищах в РФ

Тип водоема	Доля леща в общем вылове, %
Реки	15,6
Водохранилища	20,8
Реки и водохранилища суммарно	17,6

РАЗМЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛЕЩА В БАССЕЙНЕ ОБИ

В бассейне р. Обь лещ известен в возрасте до 14+, причем наиболее старшие возрастные группы отмечены в Новосибирском водохранилище [Дорогин, 2011]. Основу промыслового стада в Верхней Оби составляют особи в возрасте 4+ – 7+ [Ли, Гаер, 2008]; в Новосибирском водохранилище – 2+ – 4+ [Дорогин и др., 2011]; в южной части Средней Оби (Томская область) – 2+ – 6+ [Карманова, Фатеев, 2007; Дорогин и др., 2011; Интересова, Ростовцев, 2017]; в северной части Средней Оби (ХМАО) – 4+ – 5+ [Петрачук, Янкова, 2012]; в Нижнем Иртыше – 3+ – 5+ [Промоторова, 2000]; а в Нижней Оби – 5+ – 6+ [Петрачук, Янкова, 2012].

Наибольшие максимальные размеры леща в Обь-Иртышском бассейне отмечены Р.В. Бабуевой в Новосибирском водохранилище [1971]: промысловая длина 55,0 см и масса 5 000 г; и В.Б. Журавлевым в Верхней Оби [2003]: промысловая длина 55,0 см и масса 3 800 г.

Показатели линейного и весового роста леща в бассейне р. Обь весьма изменчивы в широтном направлении и в целом выше на юге бассейна – в верхнем течении р. Обь и Новосибирском водохранилище [Дорогин и др., 2011, Петрачук, Янкова, 2012]. В одной климатической зоне темп роста леща выше в тех водных объектах, где лучше кислородный режим и обеспеченность кормовыми ресурсами [Петрачук, Янкова, 2012]. В пределах одного участка

бассейна размерные показатели одновозрастных рыб незначительно колеблются по годам [Интересова, Ростовцев, 2017], связи с гидрологическими условиями не выявлено.

В начальный период акклиматизации в верховьях р. Обь, по данным В.П. Соловова [1970], лещ отличался высокими показателями темпа роста. Таким образом, для верховьев р. Обь было отмечено проявление «эффекта акклиматизации» [Дрягин, 1953; Карпевич, 1975], однако оно оказалось неустойчивым и постепенно произошло снижение массы, линейных размеров особей и доли старших возрастных групп [Журавлев, 2003]. В Средней Оби проявления этого эффекта не отмечено [Интересова, Ростовцев, 2017]. Самцы и самки леща имеют сходные показатели длины и массы.

В Верхней Оби отмечено появление четко выраженных отдельных урожайных поколений леща [Журавлев, 2003]. Для Средней Оби это не характерно: одна многочисленная генерация быстро сменяется другой, что, очевидно, свидетельствует об относительно стабильных условиях воспроизводства вида в среднем течении Оби [Интересова, Ростовцев, 2017].

РАЗМНОЖЕНИЕ ЛЕЩА В БАССЕЙНЕ ОБИ

Половое созревание леща в Новосибирском водохранилище и Верхней Оби происходит в возрасте 4+ – 5+ [Бабуева, 1971; Сецко и др., 1969; Соловов, 1970; Водоемы Алтайского края, 1999; Дорогин, 2011], единично в нижнем бьефе Новосибирской ГЭС отмечен половозрелый лещ в возрасте 2+ [Шаропина, Бирюков, 2004]. В Средней Оби, в ее южной части, единично отмечены половозрелые особи в возрасте 2+, однако массово созревание происходит в возрасте 4+ – 5+ [Интересова, Ростовцев, 2017], как и в северной части Средней Оби – в пределах ХМАО [Петрачук, 2013]. В бассейне Нижнего Иртыша [Промоторова, 2000], а также в Нижней Оби, в пределах ЯНАО [Петрачук, 2013], лещ созревает несколько позже, в возрасте 5+ – 6+. Ряд авторов отмечают более раннее (в среднем, на 1 год) созревание самцов [Промоторова, 2000; Дорогин, 2011].

Нерестится лещ в бассейне р. Обь преимущественно единовременно, с конца апреля до конца июня, с общей тенденцией смещения нереста на более поздние сроки с юга на север (таблица 2). Только в Бухтарминском водохранилище отмечено порционное икрометание леща при общей растянутости нереста на 1,5-2 месяца [Куликов, 2007]. Сроки и продолжительность нереста леща зависят от погодных условий конкретной весны. Так, начало нереста может изменяться почти на месяц [Промоторова, 2000], а его продолжительность в годы с холодной весной может составлять до 25 дней [Бабуева, 1969].

Таблица 2 – Особенности нереста леща *Abramis brama* на разных участках р. Обь

Район	Сроки нереста	Температура нереста, °С	Продолжительность нереста, дни
Верхняя Обь [Журавлев, 2003]	Первая-третья декада мая	12-18	около 15
Новосибирское водохранилище [Бабуева, 1969]	Третья декада мая-первая половина июня	14-18	7-25
Верхняя Обь, Кожевниковский район [наши данные]	Первая половина июня	14-17	нет данных
Средняя Обь, Кривошеинский район [наши данные]	Июнь	15-18	нет данных
р. Томь [наши данные]	Вторая декада июня	14-18	8-12
р. Чулым [Злотник, Романов, 2015]	Вторая половина мая	12-13	4-10
Нижний Иртыш [Промоторова, 2000]	Конец апреля-начало мая	9-18	10-16

Плодовитость леща закономерно увеличивается с возрастом и размером самок [Бабуева, 1971; Промоторова, 2000; Журавлев, 2003; Дорогин, 2011; Злотник, Романов, 2015], при этом, однако, сильно варьируя в одних и тех же водоемах по данным разных авторов. Очевидно, следует считать справедливым наблюдение В.Б. Журавлева [2003] о снижении плодовитости леща с течением времени, что прослеживается при сравнении данных по Верховьям Оби [Соловов, 1970; Журавлев, 2003] и Новосибирскому водохранилищу [Бабуева, 1971; Дорогин, 2011]. Кроме того, следует отметить снижение плодовитости леща с юга на север при анализе данных, собранных в близкие периоды наблюдений (таблица 3).

Таблица 3 – Абсолютная плодовитость леща *Abramis brama* на разных участках р. Обь

Район	Автор	Плодовитость, min-max (средн.) тыс. шт.	Период наблюдений, годы
Верхняя Обь	Соловов, 1970	49,4-302,6 (155,6)	1960-1970
Верхняя Обь	Журавлев, 2003	24,8-217,8 (89,2)	1976-1995
Верхняя Обь	Дорогин, 2011	69,0-479,2 (142,4)	2008-2010

Новосибирское водохранилище	Бабуева, 1971	18,3-533,0 (215,0)	1961-1969
Новосибирское водохранилище	Дорогин, 2011	77,38-533,6 (176,04)	2010
Верхняя Обь, Кожевниковский район Томской обл.	наши данные	27,6-348,1 (106,5)	2000-2013
Средняя Обь, Кривошеинский район Томской обл.	наши данные	23,2-275,4 (103,3)	2008-2013
Нижний Иртыш	Промоторова, 2000	32,6-214,9 (106,3)	1995
Нижняя Обь	Петрачук, 2013	(58,56)	2010

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, работы по акклиматизации леща *Abramis brama* в бассейне р. Обь были очень успешны. За прошедшие 150 лет с момента первой интродукции он распространился по всему бассейну и стал важным водным биологическим ресурсом в регионе. Наибольшее значение в промысле леща имеет в водохранилищах, где составляет более 80% общих объемов добычи рыбы. В южной части бассейна Оби размерные показатели леща выше, больше плодовитость, раньше происходит половое созревание и нерест.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Атлас пресноводных рыб России. В 2-х т., под ред. Ю.С. Решетникова М.: Наука, 2002. – 632 с.

Бабуева Р.В. Размножение леща в Новосибирском водохранилище // Рыбное хозяйство водоемов южной зоны Западной Сибири. – Новосибирск, 1969. – С. 11-15.

Бабуева Р.В. Лещ Новосибирского водохранилища: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск, 1971. – 23 с.

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

Голубцов А.С., Малков Н.П. Очерк ихтиофауны Республики Алтай: систематическое разнообразие, распространение и охрана. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2007. – 164 с.

Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Новосибирской области в 2013 году. – Новосибирск, 2014. – 219 с.

Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды Новосибирской области в 2014 году. – Новосибирск, 2015. – 243 с.

Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды Новосибирской области в 2015 году. – Новосибирск, 2016. – 243 с.

Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды Томской области в 2014 году. – Томск, 2015. – 156 с.

Доклад об экологической ситуации в Тюменской области в 2013 году. – Тюмень, 2014. – 203 с.

Доклад об экологической ситуации в Тюменской области в 2014 году. – Тюмень, 2015. – 212 с.

Доклад об экологической ситуации в Тюменской области в 2015 году. – Тюмень, 2016. – 230 с.

Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе-Югре в 2015 году. – Ханты-Мансийск, 2016. – 230 с.

Доклад об экологической ситуации в Ямало-Ненецком автономном округе в 2015 году. – Салехард, 2016. – 171 с.

Дорогин М.А. Биологические особенности леща *Abramis brama*, хозяйственное значение и его роль в экосистеме бассейна Верхней и Средней Оби: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2011. – 23 с.

Дорогин М.А., Морузи И.В., Ростовцев А.А. Дифференциация морфометрических показателей и темпа роста леща Верхней и Средней Оби // Вестник НГАУ. – 2011. – №1(17). – С. 60-64.

Дрягин П.А. Акклиматизация рыб во внутренних водоемах СССР // Изв. ГосНИОРХ. – 1953. – Т. 32. – С. 10-98.

Жданов В.Д., Собанский Г.Г. О редких и новых видах рыб в Телецком озере // Биологические ресурсы Западной Сибири и их охрана: Матер. конф. – Новосибирск: Наука, 1975. – С. 19-21.

Журавлев В.Б. Рыбы бассейна Верхней Оби. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2003. – 291 с.

Злотник Д.В., Романов В.И. Современное состояние стада и морфологическая характеристика леща *Abramis brama* (L.) из р. Чулыма (бассейн р. Оби) // Вестник НГАУ. – 2015. – №1(34). – С. 132-137.

Интересова Е.А. Чужеродные виды рыб в бассейне Оби // Российский журнал биологических инвазий. – 2016. – Т. 9. – №1. – С. 83-100.

Интересова Е.А. Новые виды водных биологических ресурсов (рыбы) в бассейне р. Обь: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Новосибирск, 2021. – 44 с.

Интересова Е.А., Ростовцев А.А. Современное состояние промыслового стада леща *Abramis brama* (L.) Средней Оби (в пределах Томской области) // Вестник рыбохозяйственной науки. – 2017. – Т.4. – №3(15). – С. 12-19.

Интересова Е.А., Ростовцев А.А., Егоров Е.В., Зайцев В.Ф., Визер А.М. Промысловое значение чужеродных видов рыб в водоемах юга Западной Сибири // Вестник рыбохозяйственной науки. – 2017. – Т.4. – №2(14). – С. 36-44.

Иоганзен Б.Г. Рыбохозяйственные районы Западной Сибири и их биолого-промысловая характеристика // Тр. Томского государственного университета. – 1953. – Т. 125. – С. 7-44.

Иоганзен Б.Г., Петкевич А.Н. Акклиматизация рыб в Западной Сибири // Тр. Барабинского отд-ния ВНИОРХ. – 1951. – Т. 5. – С. 3-204.

Иоганзен Б.Г., Петкевич А.Н. Новые рыбы Западной Сибири. Новосибирск: Изд-во отдел. ВООП, 1961. – 52 с.

Иоганзен Б.Г., Петкевич А.Н. Итоги и перспективы акклиматизации рыб в водоемах Западной Сибири // Сборник научных трудов / Акклиматизация рыб и беспозвоночных в водоемах СССР. – М.: Наука, 1968. – С. 208-216.

Иоганзен Б.Г., Петкевич А.Н., Вотинов Н.П., Нестеренко Н.В., Подлесный А.В., Тионов М.Д. Акклиматизация и разведение ценных рыб в естественных водоемах и водохранилищах Сибири и Урала. Свердловск: Средне-Уральское книжное изд-во, 1972. – 286 с.

Карасев С. Г. Экология и морфологические особенности рыб бассейна нижнего Тобола: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сургут, 2003. – 18 с.

Карманова О.Г., Фатеев Е.В. Морфо-экологические показатели леща (*Abramis brama* L.) бассейна Средней Оби // Материалы конф. «Биологические аспекты рационального использования и охраны водоемов Сибири». – Томск: «Литопринт», 2007. – С. 160-164.

Карпевич, А.Ф. Теория и практика акклиматизаций водных организмов. М.: Пищ. пром-ть, 1975. – 342 с.

Кижеватов Я.А. Динамика рыбных ресурсов р.Соби: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Екатеринбург, 2010. – 18 с.

Коломин Ю.М. Ихтиофауна водоемов Северо-Казахстанской области // Материалы Всероссийской конференции «Водные экосистемы Сибири и перспективы их использования». – Томск, 2011. – С. 78-82.

Котов В.Д., Визер А.М. Состояние ихтиофауны Новосибирского водохранилища Сибири // Водное хозяйство России. – 2000. – Т. 2. – № 5. – С. 439-443.

Куликов Е.В. Возможные последствия для рыбного хозяйства на Иртыше от увеличения забора воды в КНР // Известия Челябинского научного центра. – 2007. – Вып.4. – С. 55-58.

Ли С.С., Гаер Д.Н. Состояние популяции леща верховьев Оби и характеристика промысла // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2008. – №2(40). – С. 46-49.

Лобовикова А.А. Акклиматизация леща в Красноярском крае // Сборник научных трудов / Акклиматизация рыб и беспозвоночных в водоемах СССР. – М.: Наука, 1968. – С. 219-222.

Петрачук Е.С. Экологическая изменчивость биологических параметров и морфотипа леща Обь-Иртышского бассейна в связи с расширением ареала: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Тюмень, 2013. – 16 с.

Петрачук Е.С., Янкова Н.В. Рост леща *Abramis brama* на различных участках Обь-Иртышского бассейна // Аграрный вестник Урала. – 2012. – № 11 (103). – С. 64-66.

Промоторова Е.Ю. Экология леща (*Abramis brama* (Linne)) бассейна Нижнего Иртыша: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Тюмень, 2000. – 18 с.

Ростовцев А.А., Интересова Е.А. Рыбные ресурсы Томской области // Рыбное хозяйство. – 2015. – № 5. – С.48-49.

Ростовцев А.А. Хакимов Р.М., Интересова Е.А., Бабкина И.Б. Рыбохозяйственная мелиорация поймы Средней Оби: проблемы и перспективы

// Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2015. – №1(242). – С. 68-74.

Ростовцев А.А., Интересова Е.А., Абрамов А.Л. Рыбохозяйственная мелиорация: перспективные технологии устойчивого использования водных биологических ресурсов Средней Оби // Рыбное хозяйство. – 2020. – №3. – С. 80-82. DOI: 10.37663/0131-6184-2020-3-80-82.

Рыбы Казахстана: в 5-ти т. – Т.3. – Алма-Ата: Изд-во «Наука», 1988. – 304 с.

Сецко Р.И., Долженко М.П., Коровин В.А., Феоктистов М.И. Биология и промысел леща в Новосибирском водохранилище // Рыбное хозяйство водоемов южной зоны Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1969. – С. 4-10.

Соловов В.П. Биология леща верховьев Оби // Вопр. ихтиологии. – 1970. – Т. 10. – № 5 (64). – С. 790-795.

Терентьева Н.Н., Мухачев И.С. Эколого-рыбохозяйственное значение новых видов бассейна Оби // Тез. докл. IX Съезда Гидробиол. об-ва РАН. – Т. 2. – Тольятти, 2006. – С. 188.

Трифонов О.В. Рыбохозяйственная классификация водности Оби // Рыбное хозяйство. – 1984. – № 2. – С. 33-35.

Убаськин А.В. Ихтиофауна водоемов Павлодарской области // «Биологические аспекты рационального использования и охраны водоемов Сибири». Матер. Всерос. конф. – Томск: изд-во ТГУ, 2007. – С. 274-278.

Шаропина И.Б., Бирюков И.Г. Структура популяции и рост леща приплотинной зоны Новосибирского гидроузла Оби // Тезисы докладов Сибирской зоологической конференции. – Новосибирск, 2004. – С. 345-346.

Экология рыб Обь-Иртышского бассейна. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. – 596 с.

Froese R., Pauly D. (eds.). FishBase. World Wide Web electronic publication (www.fishbase.org. Version 06/2022).

FAO Database on Introduced Aquatic Species. FAO, 2022. <https://www.fao.org/fishery/en/introsp/search>

Welcomme R.L. International introductions of inland aquatic species / R.L. Welcomme. // FAO Fish. Tech. Pap. 294. – 1988. – 318 p.

FRESHWATER BREAM *ABRAMIS BRAMA* - IMPORTANT BIOLOGICAL RESOURCE IN THE OB RIVER BASIN

E.A. Interesova

Novosibirsk Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («ZapSibNIRO»)

E-mail: interesovaea@yandex.ru

Abstract. Freshwater bream *Abramis brama* is a non-native fish species in the Ob river basin. At first, it was introduced in the region in the second half of the 19th

century. At present, freshwater bream is distributed throughout the Ob river basin. It is numerous everywhere, except for the Ural tributaries of the Lower Ob and the foothill and mountainous parts of the Upper Ob basin. It gives from 4 to 87% of the total fish catch production in different parts of the Ob river basin. Maximum age of freshwater bream is 14+ in the region, however, the basis of commercial catches occupy 2+ – 7+ age fish. The maximum marked weight is 3,8 kg. The size and fecundity of freshwater bream are higher, maturity and spawning occur earlier in the southern part of the Ob river basin.

Keywords: freshwater bream, *Abramis brama*, Ob, non-native fish, acclimatization.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИХТИОФАУНЫ ШАТУРСКИХ ОЗЕР

А.И. Никитенко, Д.В. Горячев, В.Ю. Жарикова, Н.Н. Клец,
Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО»
(«ВНИИПРХ»)
E-mail: wbr@vniiprh.ru

Шатурские озера являются привлекательными для рыбалки водными объектами, расположенными около города Шатуры на востоке Московской области. Исследования в 2020 г. проводили на самых крупных озерах, входящих в систему Шатурских озёр – это озеро Святое и озеро Муромское. Схема станций сетепостановок охватывала всю акваторию водоемов. В результатах исследований представлены состав ихтиофауны озёр, размерно-возрастные характеристики рыб, обитающих в водоемах.

Ключевые слова: ихтиофауна, размерно-возрастные характеристики, Шатурские озера.

ВВЕДЕНИЕ

Шатурские озера располагаются в Московской области и имеют карстовое происхождение. В озера Шатурской группы входит 4 водоема, которые связаны между собой каналами: Святое, Муромское, Белое и Черное озера. Вместе система озёр представляет собой водоём-охладитель Шатурской ГРЭС. Площадь всех озёр составляет 15 км².

Озеро Святое расположено в центральной части городского поселения Шатура Шатурского района, севернее города Шатуры. Озеро ледникового происхождения. Входит в тройку крупнейших озёр Подмосковья, имея площадь водного зеркала 11,6-11,8 км². Глубина озера достигает 3,2 метра, но имеются глубокие ямы (около 8 м). Площадь водосборного бассейна – 72,4 км². Для озера характерны отлогие, низкие берега. Северный и отчасти западный берега лесисты и сильно заболочены. В общей сложности в Святое озеро впадает около 30 водотоков.

Озеро Муромское расположено в Шатурском городском поселении Шатурского района Московской области, к востоку от города Шатуры. Второе после Святого по величине Шатурское озеро. Происхождение озера ледникового, но возможны также и карстовые процессы. Площадь – 2,66 км², длина около 2300 м, ширина около 1600 м. Для озера характерны отлогие, низкие берега. Глубина 2-3 м, максимальная глубина достигает 4 м (по некоторым данным до 8 м). Дно котлованное, покрыто илом.

Исследование на Шатурских озерах в 2020 г. сотрудники Филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ») проводили впервые.

Цель – исследование состава рыбного населения Шатурских озер и их биологических характеристик.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Сбор материалов для выполнения работ по мониторингу состояния водных биоресурсов проводили на озере Святое в рамках комплексных исследований в летний (май-июль) и осенний (октябрь) периоды 2020 г. (рисунок 1). На озере Муромское сбор данных осуществляли в зимний (декабрь) период 2020 г. (рисунок 2). При осуществлении рыболовства в научно-исследовательских целях выполнены сетепостановки. Использовали сети с шагом ячеи от 30 до 70 мм общей протяжённости 450 м.



Рисунок 1 – Карта-схема сетепостановок на озере Святое



Рисунок 2 – Карта-схема сетепостановок на озере Муромское

Сбор и обработку материала на биологический анализ рыб проводили согласно методическим рекомендациям [Чугунова, 1959; Правдин, 1966]. Общая длина (TL, см) и масса тела (W, г) были измерены с точностью 0,1 см и 1 г соответственно.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В рамках проведенных исследований на озерах Святое и Муромское в 2020 г. были выполнены сетопостановки по добыче (вылову) водных биоресурсов.

Ихтиофауна озер представлена 6 видами рыб из двух семейств: карповые Cyprinidae и окуневые Percidae. По типу питания рыбное население Шатурских озер представлено бентофагами (лещ *Abramis brama*, густера *Blicca bjoerkna*), эврифагом (плотва *Rutilus rutilus*), ихтиофагами (судак *Sander lucioperca*, отчасти пресноводный окунь *Perca fluviatilis*) и бенто-планктофагом (карась *Carassius carassius*).

В озере Святом преобладает судак (37%), на втором месте по численности находится плотва (29%), далее идут лещ (20%) и окунь пресноводный (11%). В озере Муромском на первом месте по численности находится лещ (42%), далее идут плотва (33%), затем судак (17%) и окунь пресноводный (8%) (рисунок 3).

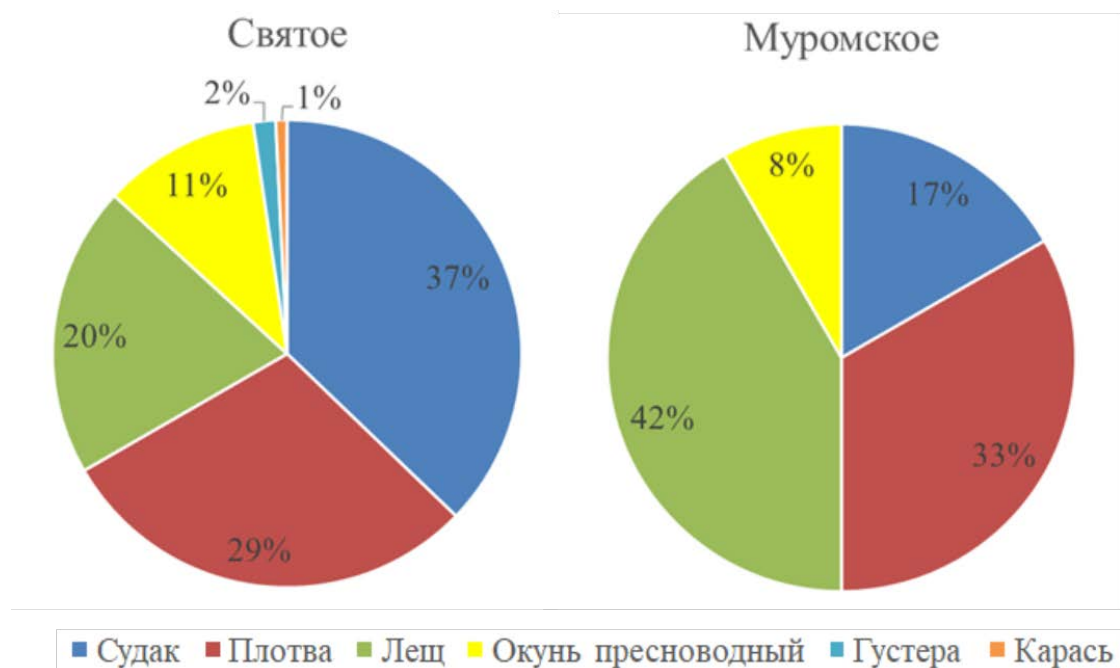


Рисунок 3 – Состав ихтиофауны Шатурских озер в 2020 г.

В уловах 2020 г. на озерах Святое и Муромское отмечаются особи судака до 40 см. Так как возраст наступления половой зрелости по литературным источникам [Атлас..., 2002] составляет 3 года при длине от 36 см, факт наличия крупных особей судака создает предпосылку хорошего воспроизводственного потенциала популяции.

Средняя длина леща в 2020 г. составила 18,8 см, а плотвы 17,6 см. Половозрелыми лещ и плотва становятся при достижении размеров 27 и 14 см, соответственно. Поэтому результаты 2020 г. говорят о хорошем воспроизводственном потенциале плотвы и малом количестве половозрелых особей леща.

В 2020 г. на озерах Святое и Муромское в контрольных уловах отмечаются единичные особи карася со средней длиной 16,2 см. Половозрелым карась становится при достижении размеров 15 см. Поэтому результаты 2020 г. говорят о хорошем воспроизводственном потенциале карася.

Также в уловах на озере Святое встречается окунь пресноводный и густера со средней длиной 18,9 см и 17,8 см соответственно. Так как, возраст наступления половой зрелости по литературным источникам [Атлас..., 2002] составляет для окуня и густеры 3-4 года при длине 16,8 см и 13 см соответственно, факт наличия крупных особей создает предпосылку хорошего воспроизводственного потенциала популяции. Основные биологические характеристики рыб, обследованных в 2020 г. представлены в таблице.

Таблица – Основные биологические характеристики рыб Шатурских озер в 2020 г.

Вид	Длина	Вес	Соотношение ♀: ♂	Коэффициент упитанности	N
<i>Озеро Муромское</i>					
Карась	17,5	186,0	-	3,47	1
Лещ	$\frac{15,0 - 22,0}{18,9 \pm 1,17}$	$\frac{64 - 216}{134,8 \pm 25,02}$	1:0,33	1,9	5
Плотва	$\frac{13,4 - 17,5}{16,4 \pm 0,99}$	$\frac{100 - 134}{113,5 \pm 7,63}$	все самки	2,93	4
Судак	$\frac{25 - 29}{27 \pm 2}$	$\frac{184 - 282}{233 \pm 49}$	все самки	1,17	2
<i>Озеро Святое</i>					
Густера	$\frac{17,5 - 18}{17,75 \pm 0,25}$	$\frac{110 - 116}{113 \pm 3}$	1:1	2,02	2
Карась	14,8	125	-	3,86	1
Лещ	$\frac{13,8 - 27,3}{18,75 \pm 0,63}$	$\frac{57 - 261}{122,5 \pm 8,84}$	1:0,5	1,89	26
Окунь пресноводный	$\frac{17 - 23}{18,9 \pm 0,42}$	$\frac{100 - 263}{134,4 \pm 10,8}$	1:0,5	1,95	14
Плотва	$\frac{12 - 23,6}{18,8 \pm 0,33}$	$\frac{34 - 250}{127,8 \pm 6,13}$	1:0,05	1,92	38
Судак	$\frac{23 - 40}{27,2 \pm 0,47}$	$\frac{187,4 - 533}{260,3 \pm 12,26}$	1:0,5	1,28	48

Примечание. Над чертой – пределы варьирования показателя, под чертой – среднее значение и стандартное отклонение, N – количество экземпляров.

Для нагула рыб сложились удовлетворительные условия практически на всей акватории озер благодаря достаточному количеству кормовых организмов. Вследствие этого коэффициент упитанности по Фультону (КУ) для мирных видов рыб составил 2,01, а для хищных – 1,42. В облавливаемой части популяции рыб в 2020 г. наблюдалось преобладание самок над самцами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты 2020 г. говорят о хорошем воспроизводственном потенциале всей части облавливаемой популяции рыб, за исключением леща. Коэффициент упитанности высокий у всех видов рыб. Во всех обследованных группах рыб наблюдается значительное преобладание самок над самцами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Атлас пресноводных рыб России. В 2-х т., под ред. Ю.С. Решетникова М.: Наука, 2002. – 632 с.

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

Чугунова, Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб / Н.И. Чугунова. – М.: Изд. АН СССР, 1959. – 163 с.

THE CURRENT STATE OF THE ICHTHYOFAUNA OF THE SHATURA LAKES

A.I. Nikitenko, D.V. Goryachev, V.Y. Zharikova, N.N. Klets,
Branch for the Freshwater Fisheries of VNIRO («VNIIPRKh»)
E-mail: Wbr@vniiprh.ru

Abstract. Shatura Lakes are attractive water bodies for fishing, located near the town of Shatura in the east of the Moscow region. In 2020, the research was carried out on the largest lakes included in the Shatura Lakes system – this is Lake Svyatoye and Lake Murom. The scheme of network stations covered the entire water area of reservoirs. The results of the research present the composition of the ichthyofauna of lakes, the size and age characteristics of fish living in reservoirs.

Keywords: ichthyofauna, size and age characteristics, Shatura lakes.

ВКЛАД ВНИИПРХ В СОХРАНЕНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ ОСЕТРОВЫХ И КАРПОВЫХ ВИДОВ РЫБ БАССЕЙНА Р. ВОЛГИ

В.Ю. Жарикова, А.Л. Ивлев, М.Ю. Кудинов, Д.А. Гвоздарев, С.С. Ускова,
А.П. Буторина, М.Г. Петрова, З.Н. Родимова, Н.Н. Клец
Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО»
(«ВНИИПРХ»)

E-mail: zharikova_VY@vniiprh.ru, vv_otdel@vniiprh.ru, wbr@vniiprh.ru

В статье представлена краткая информация об экологическом состоянии Иваньковского и Угличского водохранилищ, выпусках молоди стерляди и сазана.

Ключевые слова: водохранилища, искусственное воспроизводство, рыбопродуктивность, зарыбление, стерлядь, сазан.

ВВЕДЕНИЕ

Сокращение природных популяций осетровых видов рыб в Волжско-Каспийском бассейне отмечается с прошлого века. Для восстановления и сохранения генофонда, а также для повышения рыбопродуктивности водоемов особая роль отводится аквакультуре.

Аквакультура способствует сохранению и биоразнообразию водных биоресурсов, ценных и особо ценных видов рыб, восстановлению промысловых запасов и обеспечению населения страны рыбной продукцией.

Организационная структура Филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ») включает в себя производственные участки (отдел «Конаковский» и опытное селекционно-племенное хозяйство «Якоть» (далее – ОСПХ «Якоть»)). Одним из направлений деятельности данных подразделений является содержание производителей осетровых и карповых видов рыб, получение жизнестойкой молоди и выращивание товарной продукции.

Цель работы заключалась в проведение оценки состояния Иваньковского и Угличского водохранилищ для осуществления выпуска молоди осетровых и карповых видов рыб.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сотрудники Филиала провели экологический мониторинг Иваньковского и Угличского водохранилищ в 2019 г. Для определения приемной емкости исследуемых водохранилищ осуществляли отбор проб для проведения гидрохимических исследований, гидробиологических исследований поверхностных вод и донных отложений, а также добычу (вылов) рыб для осуществления ихтиологических исследований.

Гидробиологический анализ, будучи важнейшим элементом системы контроля загрязнения поверхностных вод и донных отложений, позволяет: оценивать качество поверхностных вод и донных отложений как среды обитания организмов, населяющих водоемы и водотоки; определять совокупный эффект комбинированного воздействия загрязняющих веществ; определять трофические свойства воды; устанавливать возникновение вторичного загрязнения, а в некоторых случаях специфический химизм и его происхождение; устанавливать направления и изменения водных биоценозов в условиях загрязнения природной среды; определять экологическое состояние водных объектов и экологические последствия их загрязнения. Для отбора гидробиологических проб использовали общепринятые в гидробиологии методы. Сбор материала осуществили на 9 разрезах (6 разрезов на Иваньковском водохранилище и 3 разреза на Угличском водохранилище), охватывающих русловую и мелководную зоны во всех плёсах водохранилищ [Методика изучения биоценозов ..., 1975; Методические рекомендации по сбору и обработке материалов..., 1983].

Гидрохимический анализ поверхностных вод позволяет установить нетипичные примеси, в числе которых могут оказаться нефтепродукты, ионы тяжёлых металлов, пестициды и тому подобные поллютанты, способные нанести вред человеку и окружающей среде. Отбор проб для выполнения гидрохимического анализа проводили согласно требованиям ГОСТ 31861-2012.

Ихтиологические исследования включали определение видового, размерного и весового состава уловов рыб. Для сбора ихтиологического материала проведено 38 сетепостановок. Собран ихтиологический материал из уловов ставными сетями на 19 станциях (16 на Иваньковском и 3 на Угличском водохранилищах), длина ставных сетей от 50 до 70м, размер ячеи от 30 до 100 мм. Сбор и обработка материала осуществлялись согласно методическим указаниям [Правдин, 1966; Методические рекомендации..., 2018]. Для всех рыб был проведён полный биологический анализ.

С 2018 г. в зону ответственности Филиала вошли водные объекты Тверской и Ярославской областей, на территории которых расположены Иваньковское и Угличское водохранилища, ежегодные мониторинговые исследования водных биоресурсов показали, что основу ихтиофауны водоемов составляют карповые виды рыб, среди которых наиболее массовым видом является лещ. Одновременно с этим наибольший интерес для рыбаков-любителей представляют хищные виды рыб, это судак и щука. Необходимо отметить, что до 2022 г. лещ, судак и щука входили в перечень «одуемых» видов рыб в водных объектах Тверской области, а с 2022 г. для этих видов разрабатывается рекомендованный вылов. В Угличском водохранилище в границах Ярославской области лещ, судак и щука являются «одуемыми» видами.

Объекты выращивания. Стерлядь выращивали сотрудники отдела «Конаковский», потомство получали от собственных производителей, инкубацию икры проводили в благоприятных условиях для нормального

развития зародыша в рыбоводном аппарате «Осётр». Для выдерживания эмбрионов и подращивания молоди рыб использовали пластиковые лотки «Ейского» типа площадью 1 м² (рисунок 1) [Петрова, Кушнирова, Козовкова, 1991].



Рисунок 1 – Лотки «Ейского» типа в отделе «Конаковский»

Волжского сазана выращивали на ОСПХ «Якоть», потомство получали от собственных производителей. Инкубация икры проводилась в рыбоводных аппаратах «Вейса». Для выдерживания эмбрионов молоди волжского сазана использовали пластиковые лотки «Ейского» типа площадью 3 м² (рисунок 2). Для выращивания использовали прудовые мощности ОСПХ «Якоть» [Сборник нормативно-технологической документации..., 1986].



Рисунок 2 – Производственный цех в научно-исследовательском центре инкубации и выращивания рыбы ОСПХ «Якоть»

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Иваньковское водохранилище является рыбохозяйственным водным объектом высшей категории. Водохранилище создано в 1937 г. в верховье р. Волга при сооружении Иваньковской ГЭС. Оно имеет комплексное назначение и осуществляет сезонное регулирование стока р. Волга для бесперебойного снабжения водой канала им. Москвы, обеспечивает условия для судоходства по р. Волга, водоснабжение городов и промышленных предприятий. Водохранилище отличается вытянутой формой и относится к водохранилищам руслового (речного) типа происхождения. Расположено оно на территории Тверской области, имеет 4 плеса: Верхневолжский, Средневолжский, Нижневолжский, Шошинский. По составу ихтиофауны Иваньковское водохранилище относится к водоемам лещового типа.

Площадь зеркала Иваньковского водохранилища 327 км^2 , объем $1,12 \text{ км}^3$. Водохранилище имеет изрезанную береговую линию длиной 520 км, коэффициент извилистости 9,1. Длина водохранилища от Иваньковской плотины до г. Тверь – 113 км, наибольшая ширина 8 км. Водоем мелководный, средняя глубина 3,4 м, наибольшая 19 м, глубины до 2 м занимают 48% всей площади водоема (рисунок 3).



Рисунок 3 – Ивановское водохранилище

Уровенный режим в Ивановском водохранилище является определяющим в формировании газового режима в зимний период и условий для размножения рыб. Для водохранилища характерна предполоводная сработка воды зимой, наполнение за счет весеннего половодья до НПУ и относительно стабильный уровень, близкий к НПУ в летне-осеннее время. Согласно приведенных в документации сведений, отмечается, что в связи с погодными условиями, сложившимися в 2019 г., была понижена водность в бассейне водохранилища.

По результатам гидрохимических исследований, выполненных в летний период в 2019 г. на Ивановском водохранилище имело место вертикальное температурное расслоение водной толщи. Абсолютное содержание кислорода ($9,6 \text{ мг/дм}^3$) оставалось в пределах нормативного значения. Кроме того, отмечались различия в содержании растворенного кислорода по акватории. Если в поверхностных горизонтах Средневожского и особенно Верхневожского плесов отмечался избыток кислорода (119-132% насыщения), то в Шошинском и Нижневожском плесах степень насыщения достигала лишь 81-90%. У дна средняя его концентрация намного меньше – $2,0 \text{ мг/дм}^3$ или 21% насыщения. Вертикальное распределение кислорода в водохранилище показало, что в конце июля разница между поверхностной и придонной концентрацией растворенного кислорода достигла $5,3\text{-}9,6 \text{ мг/дм}^3$.

Гидрохимические характеристики состояния Ивановского водохранилища, в исследуемый период 2019 г. не удовлетворяли нормативу качества воды. Превышали ПДК_{рх} следующие показатели: БПК₅, железо общее и нитрит-ионы. Повышенные значения БПК₅ были приурочены к весенне-летнему периоду. В целом для водоема средняя величина БПК₅ ($2,4 \text{ мг/дм}^3$) была выше нормы в 1,1 раза. Железо общее в воде содержалось в повышенных

количествах ($0,22-3,04 \text{ мг/дм}^3$ при ПДК – $0,1 \text{ мг/дм}^3$) в течение всего вегетационного сезона, его средняя концентрация ($0,67 \text{ мг/дм}^3$) выше ПДК_{рх} в 6,7 раза. Среднее содержание нитрит-ионов во всем водохранилище составило $0,019 \text{ мг/дм}^3$, что не превышало ПДК_{рх}. Остальные показатели, имеющие норматив, находились в пределах ПДК_{рх} или норматива качества воды.

Отбор гидробиологических проб на Иваньковском водохранилище в 2019 г. проводился весной (май), летом (июль) и осенью (октябрь) на 6 разрезах. Всего за весь период исследований в 2019 г. на Иваньковском водохранилище было собрано и обработано по 51 пробе зоопланктона и зообентоса. Видовой состав зоопланктона Иваньковского водохранилища представлен коловратками, ветвистоусыми и веслоногими ракообразными, а также личинками двусторчатого моллюска дрейссены. Основу численности и биомассы в 2019 г. составляли коловратки и ветвистоусые ракообразные. Средняя численность и биомасса зоопланктона Иваньковского водохранилища в 2019 г. составили 132 тыс. экз./м³ и $2,09 \text{ г/м}^3$ соответственно. По уровню развития зоопланктона в 2019 г. Иваньковское водохранилище характеризуется как средnekормный водоём, причём средnekормными были все плёсы, кроме Средневожского, который имел кормность выше средней.

Основу численности кормового зообентоса Иваньковского водохранилища в 2019 г. формировали личинки хирономид, хаборид, мокрецов, куколки комаров и олигохеты, численность кормовых моллюсков составила – 0,2 тыс. экз./м², биомасса – $45,4 \text{ г/м}^2$, численность ценных кормовых организмов – 3,6 тыс. экз./м², биомасса – $6,5 \text{ г/м}^2$. Всего численность кормового макрозообентоса составила 3,8 тыс. экз./м², биомасса – $51,9 \text{ г/м}^2$. Иваньковское водохранилище в 2019 г. характеризовалось как высококормный водоём для рыб-бентофагов.

Ихтиофауна Иваньковского водохранилища представлена 22 видами рыб, 14 видов принадлежат семейству карповых, 4 вида – семейству окунёвых, остальные семейства имеют по одному представителю.

По результатам ихтиологических исследований популяция леща в Иваньковском водохранилище представлена особями до 13 лет, длиной до 34 см, весом до 764 г, в уловах доминировали 6-8-летки длиной 24,8-27,4 см и весом 326-452 г. Численность промыслового запаса леща в Иваньковском водохранилище в 2019 г. определена на уровне 5470 тыс. экз. при биомассе 2284 т.

Популяция щуки в водохранилище представлена особями до 4 лет, длиной до 41,3 см, весом до 800 г. Численность промыслового запаса щуки в Иваньковском водохранилище определена на уровне 14,9 тыс. экз. при биомассе 11,1 т.

Популяция судака Иваньковского водохранилища представлена особями до 4 лет, длиной до 35 см, весом до 511 г., численность промыслового запаса судака в Иваньковском водохранилище определена на уровне 22,1 тыс. экз. при биомассе 23,2 т.

Угличское водохранилище создано в 1943 г. на р. Волге и расположено в пределах Московской, Тверской и Ярославской областей. Водохранилище представляет собой третью ступень каскада, в верхней части сопрягается с Иваньковским, а в нижней части с Рыбинским водохранилищем. Угличское водохранилище относится к русловому типу происхождения, поскольку оно ограничено склонами долины р. Волга, которая в районе Угличской гряды имеет небольшую ширину. Площадь Угличского водохранилища при НПУ (113 м) равна 249 км², объем – 1,245 км³. Протяженность водохранилища от Иваньковской плотины до Угличской – 143 км, наибольшая ширина 5 км, средняя глубина 5,0 м, максимальная у плотины Угличской ГЭС – 23,2 м (рисунок 4).



Рисунок 4 – Угличское водохранилище

Берега водохранилища высокие, извилистые. В водохранилище впадают реки Медведица, Дубна, Нерль, Кашинка, Жабна, Пудица.

По морфометрическим особенностям и различиям в гидродинамическом режиме в водохранилище выделяются три участка (плеса): верхний, средний и нижний.

По материалам, полученным в Тверском центре по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, средний годовой уровень в 2019 г. составил 112,33 м, что на 0,01 м выше, чем в 2018 г., и на 0,14 м ниже многолетнего значения 2014-2018 гг. (112,47 м). В целом в 2019 г. уровенный режим водохранилища, как и в 2018 г., был относительно благоприятным.

По результатам гидрохимических исследований, выполненных осенью в 2019 г. на Угличском водохранилище имело место вертикальное температурное расслоение водной толщи. Содержание растворенного кислорода у поверхности воды в среднем составляло 11,6 мг/дм³ с колебаниями от 9,4 до 12,9 мг/дм³. В

соответствии с температурной стратификацией с глубиной содержание растворенного кислорода значительно уменьшалось, и у дна концентрация его составила в среднем 1,6 мг/дм³ (17,7% насыщения), что в 3,8 раза ниже норматива качества воды.

Величина рН находилась в пределах от 8,1 до 8,4. Значения рН в придонных слоях были немного ниже поверхностных.

Проведенные исследования показали, что на отдельных станциях и горизонтах была превышена ПДК_{рх} по нитрит-ионам и БПК₅, а по аммоний-ионам и железу общему превышение было отмечено на всех исследуемых участках. Наблюдались отклонения от нормы: по нитрит-ионам в 1,2-6,6 раза, по БПК₅ в 1,2-2,9 раза, по аммоний-ионам в 1,2-4 раза, по железу общему в 4,5-8,9 раза. Содержание других нормируемых показателей находилось в установленных пределах.

Гидробиологические пробы на Угличском водохранилище в 2019 г. отбирались осенью на 3 разрезах во всех плесах. Всего было собрано и обработано по 10 проб зоопланктона и зообентоса. Видовой состав зоопланктона Угличского водохранилища представлен коловратками, ветвистоусыми и веслоногими ракообразными, иногда отмечаются велигеры двустворчатых моллюсков дрейссены. Основную численность и биомассу в 2019 г. составляли ветвистоусые и веслоногие ракообразные. Средняя численность и биомасса зоопланктона Угличского водохранилища в 2019 г. составили 15,9 тыс. экз./м³ и 0,26 г/м³ соответственно. По уровню развития зоопланктона в 2019 г. Угличское водохранилище характеризуется как средnekормный водоём.

Основу численности кормового зообентоса Угличского водохранилища в 2019 г. формировали личинки хирономид, олигохеты и двустворчатые моллюски. Средняя биомасса кормового зообентоса составила 19,2 г/м², средняя численность – 3,4 тыс. экз./м². Угличское водохранилище в 2019 г. характеризовалось как весьма высококормный водоём для рыб-бентофагов.

Ихтиофауна Угличского водохранилища представлена 20 видами рыб, 13 видов принадлежат семейству карповых, 3 вида – семейству окунёвых, остальные семейства имеют по одному представителю.

В Угличском водохранилище лещ отмечался чуть меньшими параметрами, так максимальный возраст составили 12 летки, со средней длиной – 30 см, средним весом – 585 г, в уловах доминировали 7-9-летки длиной 24-27,4 см и весом 303-464 г. Численность промыслового запаса леща в Угличском водохранилище – 7520 тыс. экз. при биомассе 3157 т.

В уловах на Угличском водохранилище отмечали судака крупного размера длиной до 54,8 см, при максимальном весе 1905 г и возрастом 8 лет. Численность промыслового запаса судака в Угличском водохранилище – 7,7 тыс. экз. при биомассе 10 т.

Популяция щуки в Угличском водохранилище представлена особями до 8 лет, длиной до 82,6 см, весом до 5430 г. Численность промыслового запаса щуки в Угличском водохранилище – 17,0 тыс. экз. при биомассе 12 т.

Приемная емкость водохранилищ является расчетным показателем [Методика исчисления размера вреда..., 2020]. Для расчета приемной емкости необходима оценка кормовой обеспеченности водоемов. Анализ гидробиологических проб исследуемых водохранилищ по уровню развития зоопланктона показал, что водоемы характеризуются как средnekормные, а по кормовому зообентосу, как высококормные.

Сравнительно невысокая пищевая ценность основной массы обитающих в водохранилищах видов рыб и достаточно обильные кормовые ресурсы водоема, а также благоприятные гидрохимические и гидрологические условия, позволяют использовать исследуемые водоемы для вселения более ценных в хозяйственном отношении видов рыб – стерляди и сазана.

Специалисты Филиала ежегодно готовят рекомендации по предельно-допустимым объемам выпуска водных биоресурсов в целях формирования ежегодных планов искусственного воспроизводства водных биоресурсов Волжско-Каспийского рыбохозяйственного значения.

Сотрудниками отдела «Верхне-Волжский» был собран материал по зарыблению Иваньковского и Угличского водохранилищ молодью стерляди и сазана за 10-ти летний период (таблицы 1, 2).

Таблица 1 – Выпуск посадочного материала стерляди и сазана в Иваньковское водохранилище, 2012-2021 гг.

Годы	Стерлядь		Сазан	
	количество, тыс. шт.	навеска, г	количество, тыс. шт.	навеска, г
2012	6,222	39,3	6,189	425
	320,0	3,0	200,0	3,3
2013	0	-	522,9	250
			199,0	1,8
			300,0	личинки
2014	1,204	3,0	216,0	1,8
	1,210	30,0	300	личинки
	1,810	25,0	0,32	300,0
			1,552	250,0
			0,855	400,0
2015	14,725	3,0	200	личинки
	0,228	350,0	150	1,8
	218,854	7,0	1,4	25,0
	81,164	5,0	18,6	250,0
2016	3,532	2,5	200,0	личинки
	11,246	3,0	150,0	1,8
	192,261	5,0	9,231	250,0
2017	196,1	3,0	91,9	20,0
			10,6	25,0
			0,2	250,0
2018	280,0	3,0	124,8	1,5
			62,3	25,0

2019	10,8	2,5	130,2	1,5
	2,9	3,0	0,8	10,0
			246,3	20,0
2020	16,7	3,0	205,9	1,5
			703,0	20,0
2021	23,0	2,5	45,0	1,5
	19,0	3,0	535,0	20,0

Таблица 2 – Выпуск посадочного материала стерляди и сазана в Угличское водохранилище, 2012-2021 гг.

Годы	Стерлядь		Сазан	
	количество, тыс. шт.	навеска, г	количество, тыс. шт.	навеска, г
2012	180,0	3,0	10,0	450,0
2013	0	-	300,0	личинка
			16,0	1,8
			318,0	250,0
2014	0	-	1,266	25,0
			0,55	250,0
			0,199	400,0
			300,0	личинка
			16,0	1,8
2015	27,745	10,0	2,682	250,0
			0,442	25,0
			325,0	личинка
			15,0	1,8 г
2016	0	-	200,0	личинка
			15,0	1,8
			43,176	20-25
			0,716	250,0
2017	0	-	0,411	20,0
			18,0	25,0
			0,208	250,0
2018	2182,5	2,5	0	-
	363,6	3,0		
2019	935,617	2,5	285,6	1,0-1,5
2020	960,4	2,5	2,674	1,5
	6,442	3,0	92,918	20-25
2021	1144,7	2,5	120,0	20,0
	5,334	3,0		

Информация по всем выпускам молоди стерляди и сазана в Иваньковское и Угличское водохранилища за период с 2012 по 2021 гг. представлена Московско-Окским территориальным управлением Росрыболовства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании представленной информации можно констатировать, что за 10-ти летний период в общей сложности в Иваньковское и Угличское водохранилища было выпущено более 13,9 млн шт. молоди рыб, из них стерляди – 5,8 млн шт., сазана – 6,7 млн шт.

ВНИИПРХ в рамках выполнения Государственного задания ежегодно с 2006 г. осуществляет выпуск молоди стерляди (навеской 2,5 г) и сазана (навеской 20 г) в водные объекты рыбохозяйственного значения, в том числе в Иваньковское и Угличское водохранилища.

Таким образом, специалисты Филиала принимают активную работу по осуществлению сохранения и биоразнообразия водных биоресурсов, по восстановлению и увеличению рыбопродуктивности водоемов страны.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

ГОСТ 31861-2012 «Межгосударственный стандарт. Вода. Общие требования к отбору проб». – М.: Стандартинформ, 2019. – 32 с.

Методика изучения биоценозов внутренних водоёмов / под ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. – М.: Наука, 1975. – 240 с.

Методические рекомендации по оценке запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов. – М.: ВНИРО, 2018. – 312 с.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция/под. ред. Винберга Г.Г., Лаврентьевой Г.М. – Л.: ГосНИОРХ, 1983. – 33 с.

Методика исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам: дата утверждения: 31.03.2020 / Приказ Минсельхоз России №167. – Изд. официальное. – Москва, 2020. – 47 с.

Петрова Т.Г., Кушнирова С.А., Козовкова Н.А. Инструкция по биотехнике выращивания молоди и товарных рыб сибирского осетра в условиях тепловодных хозяйств. – М. – 1991. – 12 с.

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

Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству. – М.: Агропромиздат, 1986. Т. 1. – 254 с.

CONTRIBUTION OF VNIIPRKH TO THE CONSERVATION OF POPULATIONS OF STURGEON AND CYPRINID FISH SPECIES OF THE VOLGA RIVER BASIN

V.Y. Zharikova, A.I. Ivlev, M.Y. Kudinov, D.A. Gvozdev, S.S. Uskova,
A.P. Butorina, M.G. Petrova, Z.N. Rodimova, N.N. Klets
Branch for the Freshwater Fisheries of VNIRO («VNIIPRKh»)
E-mail: zharikova_VY@vniiprh.ru, vv_otdel@vniiprh.ru, wbr@vniiprh.ru

Abstract. The article provides brief information about the ecological state of the Ivankovsky and Uglichsky reservoirs, about release of sterlet and carp fry into water bodies.

Keywords: reservoirsartificial reproduction, fish productivity, stocking, sterlet, carp.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА СТЕРЛЯДИ (*ACIPENSER RUTHENUS*) КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Ф.М. Шакирова, А.Э. Калайда, М.А. Горшков, О.К. Анохина,
О.С. Любина

Татарский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТатарстанНИРО»)

E-mail: shakirovafm@gmail.com

Куйбышевское водохранилище, являющееся водоёмом многоцелевого назначения, испытывает на себе антропогенное воздействие, отражающееся на его биоресурсах. В первую очередь это касается состояния ценного в промысловом отношении вида аборигенной ихтиофауны водохранилища стерляди. Для ликвидации вреда, причиненного водопользователями водным биоресурсам и среде их обитания необходимо проводить восстановительные мероприятия, заключающиеся в направленном формировании ее популяции за счет искусственного воспроизводства, широкомасштабного зарыбления в оптимальных объемах и в наиболее удобных местах для выживания и нагула молоди.

На основе многолетних исследований Татарский филиал ФГБНУ «ВНИРО» определил резервы кормовой базы Куйбышевского водохранилища и разработал рыбоводно-биологические обоснования для выпуска оптимальных объемов жизнестойкого рыбопосадочного материала стерляди.

Ключевые слова: Куйбышевское водохранилище, стерлядь (*Acipenser ruthenus*), кормовая база, приёмная ёмкость, искусственное воспроизводство, зарыбление.

ВВЕДЕНИЕ

Куйбышевское водохранилище образовано в 1957 г. зарегулированием р. Волга плотиной Жигулевской ГЭС, имеет площадь 6450 км² и являясь водоёмом многоцелевого назначения, испытывает на себе существенное антропогенное воздействие [Петров, 2004]. В первую очередь это касается состояния ценных в промысловом отношении видов аборигенной ихтиофауны водохранилища (стерлядь, щука, сазан). Для ликвидации вреда, причиненного водопользователями водным биоресурсам и среде их обитания, необходимо проводить восстановительные мероприятия, заключающиеся в направленном формировании их популяций за счет искусственного воспроизводства, широкомасштабного зарыбления в оптимальных объемах и в наиболее удобных местах для выживания и нагула молоди.

Разнообразие гидрологических условий, а также благоприятные морфологические особенности Куйбышевского водохранилища, крупнейшего рыбохозяйственного водоема, являются факторами, обеспечивающими

эффективное естественное воспроизводство водных биологических ресурсов и формирование сырьевой базы необходимой для устойчивого их использования [Авакян, 1998]. Благодаря этому Куйбышевское водохранилище традиционно занимает первое место среди водоемов рыбохозяйственного значения Верхнего и Среднего Поволжья по объемам добычи водных биологических ресурсов. Ежегодно рыбопромысловыми предприятиями здесь добывается более 4200 т качественной озерно-речной рыбы.

Вместе с тем промышленный лов озерно-речной рыбы далеко не единственный вид хозяйственной деятельности, осуществляемой на Куйбышевском водохранилище. Этот водоем является основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения, покрывая около 70% потребности в водных ресурсах промышленного производства, жилищно-коммунального хозяйства и агропромышленного сектора пяти субъектов Российской Федерации: республик Чувашия, Марий Эл, Татарстан, Ульяновской и Самарской областей. Одновременно оно является приемником промышленных, коммунальных, сельскохозяйственных и ливневых сточных вод, образующихся на указанных территориях.

Особо следует подчеркнуть, что наибольшее негативное воздействие на состояние водных биологических ресурсов, а также среду их обитания оказывает гидромеханизированная добыча строительного песка, песчано-гравийной смеси, песчано-гравийной породы, являющиеся общераспространенными полезными ископаемыми, которыми так богато ложе Куйбышевского водохранилища.

Указанные нерудные строительные материалы высоко востребованы в связи с масштабным жилищным строительством, а также активным развитием дорожно-строительного комплекса Поволжского региона. В настоящее время только на территории Республики Татарстан имеется 96 месторождений песчано-гравийных материалов с утвержденными балансовыми запасами (по категории А+В+С и С₂) 468,2 млн м³, 35 месторождений песков строительных с суммарными балансовыми запасами 33,1 млн м³, а также 19 месторождений песков для бетона и силикатных изделий с суммарными балансовыми запасами 54,9 млн м³. Более 90% указанных месторождений расположены в акватории Куйбышевского водохранилища и активно осваиваются организациями, которым в соответствии с федеральным законом «О недрах» предоставлено право пользования недрами [Петров, 2004]. Ежегодные объемы гидромеханизированной добычи указанных нерудных строительных материалов составляют более 13,5 млн м³ [Государственный доклад, 2020].

Приведенные данные свидетельствуют о высоком уровне техногенной нагрузки на среду обитания водных биологических ресурсов и необходимости проведения эффективных мероприятий по их искусственному воспроизводству, направленных на обязательное и полное возмещение вреда наносимого гидромеханизированной добычей нерудных строительных материалов.

Современная Методика исчисления вреда, причиненного водным биологическим ресурсам, утвержденная приказом Министерства сельского

хозяйства Российской Федерации от 31.03.2020. № 167 достаточно эффективно решает вопросы стоимостной оценки компенсационных мероприятий, а также выбора приоритетных объектов искусственного воспроизводства. Для Куйбышевского водохранилища таким видом является стерлядь (*Acipenser ruthenus* L.). Сегодня это единственный представитель семейства осетровых, обитающий в водоемах Верхнего и Среднего Поволжья, является ценным видом водных биологических ресурсов. В Куйбышевском водохранилище максимальные размеры стерляди достигают 1,25 м, масса 16 кг, однако, обычно они не превышают более 1 м и массы 6,0-6,5 кг. При этом средняя промысловая масса составляет около 600 г. Предельная продолжительность жизни – 26-27 лет, средняя плодовитость составляет 50 тыс. икринок. Достигает половой зрелости в возрасте 9-10 лет (самки) и 5-6 лет (самцы) [Лукин, 1981].

За годы существования водохранилища численность, запасы и промысловое значение стерляди претерпевали значительные изменения. По оценке специалистов, наиболее продуктивным стадо стерляди было в период с 1970 по 1990 гг., когда ее запасы позволяли определять довольно высокие объемы общих допустимых уловов (ОДУ) – 60-80 т в год. А максимальный объем вылова стерляди на Куйбышевском водохранилище был зафиксирован в 1989 г. и составил 40,5 т [Гончаренко и др., 2013; Бартош, 2006]. А к 2020 г., согласно статистическим данным, он сократился до 0,3 т.

Особенно большую тревогу и озабоченность состояние популяции стерляди Куйбышевского водохранилища вызывает в последние годы.

Результаты научных исследований свидетельствуют о заметном снижении эффективности ее естественного воспроизводства в связи с сокращением количества и площади нерестилищ, испытывающих все нарастающее негативное воздействие от добычи нерудных строительных материалов. Как следствие, в последние годы до критического уровня сократилась численность этого ценного вида.

Описания многочисленных нерестилищ стерляди в низовьях Камы и на Средней Волге даны в работах А.И. Шмидтова (1939) и А.В. Лукина (1981). После создания Куйбышевского водохранилища и изменения гидрологического режима Волги и Камы значительное количество нерестилищ стерляди утратили свое значение, в том числе большое Тетюшское нерестилище «Черемша», ряд крупных нерестилищ в Волжско-Камском плесе, а также в нижней части Камского плеса.

Исследования, проведенные в последние годы сотрудниками Татарского филиала ФГБНУ «ВНИРО», показали, что в настоящее время основные нерестилища стерляди Куйбышевского водохранилища сохранились на Камском плесе: «Запретная зона Нижнего бьефа Нижнекамской ГЭС», «Сокольское», «Камские Поляны», «Вандовка-Покровское», «Берсут», «Муратовское», «Чистопольское», «Троицко-Уральское». С целью улучшения условий воспроизводства стерляди в 1981 г. на Камском плесе в районе Тарасово-Черепашье была отсыпана искусственная гравийная гряда, однако

данные, полученные в ходе указанных исследований, не позволяют сделать вывод об эффективности данного мероприятия.

В настоящее время на Волжско-Камском плесе сохранились два нерестовых участка: «Устье р. Меша» и «Атабаевское колено», а на Волжском плесе также имеются два нерестилища: «Запретная зона нижнего бьефа Чебоксарской ГЭС» и «Белые камни» (ниже устья р. Цивиль). Общая площадь сохранившихся нерестилищ на акватории Куйбышевского водохранилища сегодня оценивается в 1930 га.

Расчеты показывают, что площади естественных нерестилищ стерляди на акватории Куйбышевского водохранилища по сравнению с начальным периодом его существования сократились более чем в два раза, а качество оставшихся ухудшилось по причине заиления и повреждения в ходе гидромеханизированной добычи НСМ.

В результате, сегодня стерлядь немногочисленна и в промышленных, и в исследовательских уловах. В связи с этим рядом субъектов Российской Федерации расположенных в бассейнах Верхней и Средней Волги, а также Камы предпринимаются возможные меры по сохранению стерляди, как биологического вида, а также обеспечению государственной охраны оставшихся немногочисленных локальных нерестовых стад, в рамках ее внесения в региональные Красные книги (Республика Татарстан, Чувашская Республика, Республика Марий-Эл, Республика Башкортостан, Ульяновская область). А отдельные локальные популяции стерляди рек Волга и Кама внесены в Красную Книгу Российской Федерации. Однако для восстановления численности стада стерляди Куйбышевского водохранилища, а также ее промыслового значения данные меры крайне недостаточны. Сегодня необходимо использовать все имеющиеся возможности для улучшения состояния среды обитания стерляди и ее воспроизводственного потенциала и в первую очередь – ее искусственное воспроизводство.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В предшествующие годы работы по искусственному воспроизводству стерляди в Куйбышевское водохранилище проводились Новочебоксарским рыбоводным комплексом в период с 1993 по 2003 гг., ООО «Ютас» г. Чебоксары (с 2005 по 2015 гг.) и ИП «КФХ «Батыршин» г. Лаишево Республика Татарстан (с 2015 по 2018 гг.). Результаты работ указанных рыбоводных хозяйств, представлены в таблице.

Как видно из представленных данных, Новочебоксарским рыбоводным комплексом в период с 1993 по 2003 гг. было выпущено в Волжский плес Куйбышевского водохранилища 3,559 млн экз. молоди стерляди. Однако эффективность зарыбления Куйбышевского водохранилища предличинкой и личинкой стерляди в период с 1993 по 1999 гг., несмотря на достаточно большое количество выпускаемого в водоем рыбопосадочного материала, была крайне низкой. В связи с этим в последующий период 2002-2003 гг. Новочебоксарским рыбоводным комплексом предпринимаются шаги по

увеличению средней навески вселяемой в водохранилище молоди стерляди до 1,8-1,98 г. Однако, как показала практика, и этого оказывается недостаточно. Средняя навеска вселяемой в водохранилище в этот период стерляди, составляющая 2,5-3,0 г, не соответствует минимально допустимой к использованию в качестве рыбопосадочного материала.

Таблица – Данные о фактическом выпуске молоди стерляди в Куйбышевское водохранилище в период с 1993 по 2018 гг.

Год выпуска	Рыбоводная организация	Водный объект	Количество (млн экз.)	Средняя навеска (г)
1993 - 2003	Новочебоксарский рыбоводный комплекс	Волжский плес Куйбышевского водохранилища	3,559	0,01 – 1,98
2005 - 2015	ООО «Ютас»	Волжский плес Куйбышевского водохранилища	1,099	10-90
2015 - 2018	ИП «КФХ «Батыршин»	Камский и Волжско-Камский плесы Куйбышевского водохранилища	0,623	3-10
ИТОГО с 1993 по 2018	Новочебоксарский рыбоводный комплекс, ООО «Ютас», ИП «КФХ «Батыршин»	Куйбышевское водохранилище	5,281	0,01 - 90

Начиная с 2005 г. ситуация претерпевает положительные изменения. Подключившееся к работе по искусственному воспроизводству стерляди ООО «Ютас», с самого начала своей деятельности обеспечивает устойчивое производство крупноразмерного посадочного материала стерляди средней навеской от 10 до 30 г. В период с 2005 по 2015 гг. ООО «Ютас» обеспечено вселение в Куйбышевское водохранилище 1 млн 99 тыс. экз. качественной жизнестойкой молоди стерляди (рисунок).



Рисунок – Молодь стерляди, выращенная ООО «Ютас» на стадии отгрузки перед выпуском в Куйбышевское водохранилище

В настоящее время искусственное воспроизводство стерляди Куйбышевского водохранилища в рамках ежегодной программы Средневолжского территориального управления Росрыболовства осуществляют следующие рыбоводные предприятия:

- ООО «Биосфера Фиш» производственной мощностью до 1 млн сеголетков (строится вторая очередь мощностью 4 млн сеголетков);
- «Тепловский рыбопитомник» производственной мощностью до 1 млн сеголетков;
- ООО «Летеа» производственной мощностью до 2 млн сеголетков;
- Религиозная организация «Свято-Богородитский Казанский мужской монастырь» производственной мощностью до 1 млн сеголетков;
- КФХ «Попов А.С.» производственной мощностью до 0,5 млн сеголетков.

Указанными предприятиями, в соответствии с данными, предоставленными Средневолжским территориальным управлением Росрыболовства, в Куйбышевское водохранилище осуществлен выпуск: в 2019 г. – 678,9 тыс. экз.; 2020 г. – 724,3 тыс. экз.; 2021 г. – 1 млн 615,2 тыс. экз. сеголетков стерляди.

Татарский филиал ФГБНУ «ВНИРО» на основе многолетних исследований определил резервы кормовой базы Куйбышевского водохранилища, наиболее удобные места выпуска молоди водных биоресурсов и разработал рыбоводно-биологические обоснования для выпуска оптимальных объемов жизнестойкого рыбопосадочного материала стерляди, щуки, сазана и растительноядных видов рыб.

В 2010, 2014 и 2021 гг. специалистами ТатарстанНИРО проведены работы по оценке приемной емкости Куйбышевского водохранилища для вселения стерляди с учетом возможного одновременного выпуска молоди различных видов водных биоресурсов, в том числе имеющих сходный спектр питания [Щукин, 2013; Таиров и др., 2014; 2015; Шакирова, Таиров, 2015].

Позже была проведена корректировка приемной емкости Куйбышевского водохранилища с учетом динамики значений кормовой базы. В глубоководной части Волжского, Волжско-Камского, Камского, Тетюшского, Ундорского и Ульяновского плесов водохранилища, а также прилегающих участках прирусловой поймы, являющихся основными местами обитания стерляди, суммарные показатели биомассы бентоса составляют 97,3 г/м². При этом средняя биомасса кормового бентоса составляет 32,1 г/м². Лидирующими группами по биомассе являются хирономиды. Структурообразующие виды из личинок хирономид – *Polypedium* sp. *nubeculosum* Meigen, 1818. На глубоководных русловых участках основу биомассы формируют олигохеты сем. Tubificidae, которым несколько уступают моллюски, среди которых наиболее распространены переднежаберные фитофильные затворки *Valvata depressa* C. Pfeiffer, 1828, *V. pulchella* Studer, 1820 и *V. ambigua* Westerlund, 1873. Наибольшего развития зообентос русловых участков достигает на илистых грунтах.

На основе ежегодно получаемых данных о состоянии кормовой базы производится расчет приемной емкости Куйбышевского водохранилища для вселения в него молоди стерляди.

Расчет резервов кормовой базы производился следующим образом

Для расчета резервов кормовой базы стерляди (R_c) используются:

1. Площадь глубоководной части ($S_{гп}$) Волжского, Волжско-Камского, Камского, Тетюшского, Ундорского и Ульяновского плесов водохранилища (русло + прирусловая пойма) составляет 2122 га;
2. Остаточная средняя биомасса мягкого бентоса ($B_{мб}$) – 0,203 т/га;
3. Продукционный коэффициент мягкого бентоса ($P/B_{мб}$) – 4.

В таком случае: $R_c = S_{гп} * B_{мб} * P/B_{мб}$ или $R_c = 2122 \text{ га} * 0,203 \text{ т/га} * 4 = 1723 \text{ т}$.

Расчет оптимальных объемов зарыбления водохранилища сеголетками стерляди производится на основе допустимого освоения 50% имеющегося резерва мягкого бентоса, сформированным ежегодным вселением молоди промысловым стадом.

Расчеты показывают, что резерв кормовой базы при кормовом коэффициенте стерляди ($K_1 = 5$) и использовании 50% мягкого бентоса (K_2) может обеспечить весовой прирост сформированного стада стерляди (R_c) в размере:

$$R_c = R_c : K_1 \times K_2 \text{ или}$$

$$R_c = 1723 \text{ т} : 5 \times 0,5$$

$$R_c = 172 \text{ т}$$

Расчеты показывают, что при 5,5% промысловом возврате вселяемой стерляди (в соответствии с приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 31.03.2020 г. № 167), ее средней промысловой массе 590 г и возможности ежегодного освоения сформированным промысловым стадом данного вида 957 т мягкого бентоса, максимальный ежегодный выпуск в глубоководную часть Куйбышевского водохранилища может составить 6 млн шт. молоди стерляди средней навеской в 3 г. При этом имеющийся резерв кормовой базы полностью обеспечит весовой прирост сформированного промыслового стада стерляди.

Таким образом, для повышения численности вида и вылова стерляди на Куйбышевском водохранилище до максимально возможных прогнозируемых объемов с учетом имеющихся резервов кормовой базы и её естественного воспроизводства Татарский филиал ФГБНУ «ВНИРО» рекомендует ежегодно выпускать в акваторию водохранилища 6 млн экз. молоди стерляди средней навеской 3 г, в т.ч. в Республике Татарстан – 3 млн экз., Чувашской Республике – 1,9 млн экз., Ульяновской области – 1,1 млн экз.

Рекомендации по вселению основного количества молоди стерляди на участках Куйбышевского водохранилища в Республике Татарстан – 3,0 млн экз. и в Чувашской Республике – 1,9 млн экз., обоснованы тем, что эти участки характеризуются наибольшими резервами кормового бентоса видовому составу которых стерлядь отдает предпочтение в питании, тогда как местными видами

ихтиофауны он не используется. Кроме этого, на этих участках в наибольшей степени сохранился речной режим необходимый для реофилов – быстрое течение, хорошо промытые песчаные, галечные и плотные глинистые грунты, а также основные оставшиеся нерестилища стерляди [Гончаренко и др., 2013].

Анализ эффективности ежегодно проводимых работ по искусственному воспроизводству стерляди Куйбышевского водохранилища, а также данных государственного мониторинга водных биоресурсов и среды их обитания позволили определить оптимальные места выпуска молоди стерляди, в том числе:

- русло реки Кама в районе н.п. Соколки (Мамадышский район Республики Татарстан);
- русло реки Кама в районе н.п. Берсут – н.п. Черепашье (Мамадышский и Рыбно-Слободский районы Республики Татарстан);
- русло старой Камы в районе о. Буровая Стрелка (охранная зона Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника, Лаишевский район Республики Татарстан);
- русло старой Камы в районе Рыбная Слобода (Рыбно-Слободский районы Республики Татарстан);
- левый берег Волжского плеса в нижнем бьефе Чебоксарской ГЭС (Чебоксарский район Чувашской Республики);
- русло р. Волга в районе г. Марийский Посад (Мариинско-Посадский район Чувашской Республики);
- русло р. Волга в районе г. Козловка (Козловский район Чувашской Республики).

Выпуск молоди стерляди в Куйбышевское водохранилище рекомендуется осуществлять в два цикла: I цикл – май-июнь, II цикл – сентябрь-октябрь [Щукин, 2013]. При этом в местах выпуска молоди необходимо обеспечить ее охрану от вылова силами сотрудников органов рыбоохраны и полиции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании многолетних исследований Татарского филиала ФГБНУ «ВНИРО» для сохранения популяции стерляди в Куйбышевском водохранилище и повышения ее численности и вылова до максимально возможных прогнозируемых объемов с учетом имеющихся резервов кормовой базы и её естественного воспроизводства, необходимо ежегодно выпускать в акваторию водохранилища 6 млн экз. молоди стерляди средней навеской 3 г, в т.ч. в Республике Татарстан – 3 млн экз., Чувашской Республике – 1,9 млн экз., Ульяновской области – 1,1 млн экз.

Рекомендации по вселению основного количества молоди стерляди на участках Куйбышевского водохранилища в Республике Татарстан – 3,0 млн экз. и в Чувашской Республике – 1,9 млн экз., обоснованы тем, что эти участки характеризуются наибольшими резервами кормовой базы – бентосных организмов, неиспользуемых местными видами ихтиофауны, при этом видовому составу которых стерлядь отдает предпочтение в питании. Кроме

этого, на этих участках в наибольшей степени сохранился речной режим необходимый для реофилов, включающий быстрое течение, хорошо промытые песчаные, галечные и плотные глинистые грунты, а также основные оставшиеся нерестилища стерляди.

Таким образом, для ликвидации вреда, причиненного водопользователями водным биоресурсам и среде их обитания необходимо проводить восстановительные мероприятия, заключающиеся в направленном формировании ее популяции за счет искусственного воспроизводства, широкомасштабного зарыбления в оптимальных объемах и в наиболее удобных местах для выживания и нагула молоди. Однако для восстановления численности стада стерляди Куйбышевского водохранилища, а также ее промыслового значения данные меры недостаточны. Сегодня необходимо использовать все имеющиеся возможности для улучшения состояния среды обитания стерляди и ее воспроизводственного потенциала.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Авакян А.Б. Волга в прошлом, настоящем и будущем. – М.: Экоэкспресс-ЗМ, 1998. – С. 9-10.

Бартош Н.А. Состояние рыбных ресурсов в Нижнекамском и Куйбышевском водохранилищах в начале XXI столетия. Казань: Отечество, 2006. – С. 69-94.

Гончаренко К.С., Анохина О.К., Говоркова Л.К. Сохранение популяции стерляди и ее воспроизводство на Куйбышевском водохранилище //Материалы докл. 2-й междунар. научн. конф. /Воспроизводство естественных популяций ценных видов рыб. – СПб.: ГосНИОРХ, 2013. – С. 112-114

Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды в Республике Татарстан в 2020 году». Казань, 2021. – 34 с.

Лукин А.В. Стерлядь Куйбышевского водохранилища /Особенности размножения и распределения стерляди в условиях зарегулированного речного стока (Куйбышевское водохранилище). Казань: Изд.-во Казан. ун-та, 1981. – С. 19-61.

Петров Б.Г. Куйбышевское водохранилище /Географические аспекты водоохраных мероприятий. М.: Экоэкспресс, 2004. – С. 91-92.

Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 31.03.2020 г. № 167, «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам». М., – 2020.

Таиров Р.Г., Шакирова Ф.М., Северов Ю.А. Современное состояние искусственного воспроизводства ценных видов рыб и мелиорация рыбохозяйственных водоемов Среднего Поволжья (на примере Куйбышевского водохранилища) // Рыбное хозяйство. – 2013. – №4. – С. 53-57// Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2015. – №7. – С. 7-15.

Таиров Р.Г., Шакирова Ф.М., Щукин Г.П. Перспективы пастбищного выращивания рыб в мелководных зонах Куйбышевского водохранилища //

Рыбное хозяйство. – 2014. – Спец. вып. журнала, посвящ. 100-летию ГосНИОРХ. – С. 44-48.

Шакирова Ф.М., Таиров Р.Г. Современное состояние ценных промысловых видов рыб Куйбышевского водохранилища, необходимость и возможность их искусственного воспроизводства // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2015. – №7. – С. 7-15.

Шмидтов А.И. Стерлядь (*Acipenser ruthenus* L.) // Уч. Зап. Казанского ун-та. – Казань, 1939. – Т. 99. – Кн. 4/5. – С. 3-279.

Щукин Г.П. Рекомендации по вселению ценных видов рыб в Куйбышевское водохранилище // Сб. науч. Тр. Татарского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ», 2013. Вып. 13. С. 177-196.

STATE AND PROSPECTS OF ARTIFICIAL REPRODUCTION OF STERLET (*ACIPENSER RUTHENUS*) OF THE KUIBYSHEV RESERVOIR

F.M. Shakirova, A.E. Kalaida, M.A. Gorshkov, O.K. Anokhina, O.S. Lubina
Tatar branch of «VNIRO» («TatarstanNIRO»)
E-mail: shakirovafm@gmail.com

Abstract. The Kuibyshev reservoir, which is a multi-purpose reservoir, is experiencing an anthropogenic impact, which affects its biological resources. First of all, this concerns the state of the sterlet reservoir, a species of aboriginal ichthyofauna that is valuable in commercial terms. In order to eliminate the harm caused by water users to aquatic biological resources and their habitat, it is necessary to carry out restoration measures, which consist in the targeted formation of its population through artificial reproduction, large-scale stocking in optimal volumes and in the most convenient places for the survival and feeding of juveniles.

On the basis of many years of research, the Tatar branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «VNIRO» determined the reserves of the food base of the Kuibyshev reservoir and developed fish-breeding and biological justifications for the production of optimal volumes of viable sterlet seed stock.

Keywords: Kuibyshev reservoir, sterlet (*Acipenser ruthenus*), food base, receiving tank, artificial reproduction, stocking with fish.

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРЕСНОВОДНОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ**

Выпуск 93

Авторский перевод и ООО «АЛС»
Компьютерная верстка Жариковой В.Ю., Клец Н.Н.

Издатель: Сорокин Роман Васильевич
414040, Астрахань, пл. К. Маркса, 33, 1-й этаж

Подписано в печать 20.12.2022 г. Формат 60×90/16
Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. л. 17,13
Тираж 100 экз.

Отпечатано в Астраханской цифровой типографии
(ИП Сорокин Роман Васильевич)
414040, Астрахань, пл. К. Маркса, 33, 1-й этаж
Тел.: (8512) 54-00-11, E-mail: RomanSorokin@list.ru