



РЕСПУБЛИКАНСКОЕ ДОЧЕРНЕЕ УНИТАРНОЕ
ПРЕДПРИЯТИЕ «ИНСТИТУТ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА»
РЕСПУБЛИКАНСКОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
«НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ
ПО ЖИВОТНОВОДСТВУ»

ВОПРОСЫ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА БЕЛАРУСИ

Сборник научных трудов

*(включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь
для опубликования результатов диссертационных исследований)*

Основан в 1957 году

Выпуск 40

Минск
«ИВЦ Минфина»
2024

В сборнике публикуются научные материалы ихтиологических, рыбохозяйственных и гидробиологических исследований, проводимых в Республике Беларусь и других странах (по направлениям: сельскохозяйственные науки (зоотехния), биологические науки). Особое внимание уделено разработке новых технологий прудового рыбоводства, селекционно-племенной работе с карпом и изучению новых перспективных объектов рыбоводства. Также освещены вопросы кормления рыбы, профилактики заболеваний, оценки качества среды естественных водоемов и рационального природопользования.

Издание рассчитано на специалистов в области рыбного хозяйства, научных сотрудников, преподавателей и студентов учебных заведений биологического и аграрного профиля.

Рецензенты:

академик НАН Беларуси, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, первый заместитель генерального директора РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», сельскохозяйственные науки (Жодино, Беларусь) *И. П. Шейко*;

член-корреспондент НАН Беларуси, доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией гидробиологии ГНПО «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», биологические науки *В. П. Семенченко*



REPUBLICAN DAUGHTER UNITARY ENTERPRISE
“FISH INDUSTRY INSTITUTE”
OF THE REPUBLICAN UNITARY ENTERPRISE
“SCIENTIFIC AND PRACTICAL CENTER
OF THE BELARUS NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
FOR ANIMAL HUSBANDRY”

BELARUS FISH INDUSTRY PROBLEMS

Collected transactions

*(included in the List of scientific publications of the Republic of Belarus
for publishing the results of dissertation research)*

Founded in 1957

40th issue

Minsk
“IVC Minfina”
2024

This collection contains scientific materials on the research work in the field of ichthyology, aquaculture, fishery and hydrobiology, which are carried out in Belarus and other countries (focused on agricultural (animal) and biological sciences). A special attention is paid to the development of new technologies of pond pisciculture, selection and breeding work with carp and studies of the new perspective pisciculture objects. The problems of fish feeding, diseases prophylaxis, estimation of the natural ponds habitat quality and rational nature management are discussed as well.

The edition is purposed for fish industry experts, scientific workers, teachers and students of the biological and agricultural educational institutions.

Reviewers:

Mr. Emeritus Professor, Agriculture, First deputy head of the Center, RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (Zhodino, Belarus) *Ivan Sheiko*;

Mr. Emeritus Professor, Biology, Leader of the Researcher of hydrobiology, Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources, biological sciences *Vitaliy Semenchenko*



Главный редактор

Агеец Владимир Юльянович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»

Редакционная коллегия

Костоусов Владимир Геннадьевич — заместитель главного редактора, кандидат биологических наук, доцент, заместитель директора по научной работе РУП «Институт рыбного хозяйства»

Шейко Иван Павлович — академик НАН Беларуси, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, первый заместитель генерального директора РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», сельскохозяйственные науки (зоотехния)

Васильева Лидия Михайловна — доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры биотехнологии, зоологии и аквакультуры ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет», сельскохозяйственные науки (зоотехния)

Барулин Николай Валерьевич — доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор, сельскохозяйственные науки (зоотехния)

Крылов Александр Витальевич — доктор биологических наук, профессор, директор ФГБУН «Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук», биологические науки

Семенченко Виталий Павлович — член-корреспондент НАН Беларуси, доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией гидробиологии ГНПО «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», биологические науки

Михеева Тамара Михайловна — доктор биологических наук, профессор, биологические науки

Таразевич Елена Васильевна — доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологии и технического обеспечения процессов переработки сельскохозяйственной продукции УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», сельскохозяйственные науки (зоотехния)

Адамович Борис Владиславович — кандидат биологических наук, доцент, заведующий лабораторией гидроэкологии биологического факультета, Белорусский государственный университет, биологические науки

Гребнева Елена Ивановна — кандидат ветеринарных наук, главный специалист Отделения аграрных наук Национальной академии наук Беларуси, биологические науки

Ризевский Виктор Казимирович — кандидат биологических наук, доцент лаборатории ихтиологии ГНПО «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», биологические науки

Емельянова Ольга Николаевна — ответственный секретарь, кандидат сельскохозяйственных наук, ученый секретарь РУП «Институт рыбного хозяйства»



Editor-in-Chief

Uladzimir Aheyets – Professor, Agriculture, Head of the RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry”

Editorial Board

Vladimir Kostousov – Associate Editor-in-Chief – PhD in Biology, deputy director, associate professor, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry”

Ivan Sheiko – Mr. Emeritus Professor, Agriculture, First deputy head of the Center, RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry”, agricultural sciences (zooengineering)

Lyudmila Vasilyeva – Professor, Agriculture, Department of biotechnology, zoology and aquaculture, Astrakhan Stat University”, agricultural sciences (zooengineering)

Nikolai Barulin – PhD in Agriculture, associate professor, agricultural sciences (zooengineering)

Alexandr Krylov – Professor, Biology, Head of the institute, Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences, biological sciences

Vitaliy Semenchenko – Mr. Emeritus Professor, Biology, Leader of the Researcher of hydrobiology, Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources, biological sciences

Tamara Mikheeva – Professor, Biology, biological sciences

Elena Tarazevich – Professor, Agriculture, Department of Technology and Technical Support of Agricultural Processing, Belarusian State Agrarian Technical University, agricultural sciences (zooengineering)

Boris Adamovich – PhD in Biology, associate professor, Leader of the Research of hydrobiology, Belarusian State University”, biological sciences

Elena Hrebneva – PhD in Veterinary Medicine, parasitology, researcher manager, Departments of Agrarian Sciences, The National Academy of Sciences of Belarus, biological sciences

Victor Rizevski – PhD in Biology, associate professor, Leader of the Research of ichthyology, Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources, biological sciences

Volha Yemelyanava – PhD in Agriculture, Scientific Secretary, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry”, agricultural sciences (zooengineering)



УДК 639.3.07.:639.2.052.2

Поступила в редакцию 01.11.2024

Received 01.11.2024

В. Ю. Агеец, В. Г. Костюсов*Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси,
Минск, Республика Беларусь*

ОЦЕНКА И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АКВАКУЛЬТУРЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ В СВЕТЕ ОБЩЕМИРОВЫХ ТЕНДЕНЦИЙ

Аннотация. Представлен обзор современного состояния рыболовства на территории Беларуси в свете общемировых тенденций развития пресноводной аквакультуры. Приведены данные по объемам и соотношению выращиваемых объектов аквакультуры за последние 10 лет. Показано, что прудовое выращивание карповых рыб остается и будет определяющим на ближайшую перспективу, тогда как индустриальное выращивание более ценных видов рыб, расширяет ассортимент, но не определяет основные экономические показатели рыбоводства. Проанализированы основные проблемные вопросы рыбного хозяйства Беларуси, которые носят преимущественно экономический характер и меньше зависят от применяемых технологий рыбоводства. Представлены данные по современному научному обеспечению рыбоводства по основным направлениям пресноводной аквакультуры и рассмотрены перспективы научных исследований в рыбной отрасли в целях достижения ее устойчивого развития.

Ключевые слова: аквакультура, пресноводное рыбоводство, объемы выращивания, динамика производства, проблемные вопросы, научное обеспечение

Uladzimir Yu. Aheyets, Vladimir G. Kostousov*Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus*

ASSESSMENT AND PROSPECTS FOR AQUACULTURE DEVELOPMENT IN THE REPUBLIC OF BELARUS IN LIGHT OF GLOBAL TRENDS

Abstract. The article presents an overview of the current state of fisheries in Belarus in the light of global trends in the development of freshwater aquaculture. The article provides data on the volumes and



ratio of aquaculture objects grown over the past 10 years. It is shown that pond cultivation of carp fish remains and will be decisive in the near future, while industrial cultivation of more valuable fish species expands the range, but does not determine the main economic indicators of fish farming. The article analyzes the main problematic issues of the fisheries industry in Belarus, which are primarily economic in nature and depend less on the applied fish farming technologies. The article presents data on modern scientific support for fish farming in the main areas of freshwater aquaculture and considers the prospects for scientific research in the fish industry in order to achieve its sustainable development.

Keywords: aquaculture, freshwater fish farming, cultivation objects, production dynamics, problematic issues, scientific support

Введение. Аквакультура как разведение и выращивание водных организмов (животных и растений) в контролируемых или частично контролируемых условиях в настоящее время рассматривается как одно из наиболее динамично развивающихся направлений получения пищевого и технического сырья, обеспечения населения доступными белковыми продуктами и решения некоторых проблем бедных регионов мира. Считается, что пищевые продукты из водных биоресурсов весьма полезны и с их потреблением связывают улучшение здоровья населения. Важность аквакультуры все активнее признается на глобальных форумах, что позволяет расширить возможности использования систем производства пищевой продукции из водных биоресурсов как источника решений, помогающих улучшать положение в области продовольственной безопасности, оздоровить рацион, стимулировать экономическое развитие и сохранять окружающую среду. Мировое производство продукции аквакультуры в 2022 г. достигло нового максимума в 130,9 млн т (на сумму 313 млрд долл. США), включая 94,4 млн т водных животных и 36,5 млн т водорослей. Более 89,8 % продукции было произведено в 10 следующих странах: Китай, Индонезия, Индия, Вьетнам, Бангладеш, Филиппины, Республика Корея, Норвегия, Египет и Чили. В 2021 г. видимое потребление пищевой продукции из водных животных в мире составило 162,5 млн т — таким образом, среднегодовой прирост этого показателя по сравнению с 1961 г. составил 3 %, тогда как потребление всех видов мяса наземных животных вместе взятых в тот же период увеличивалось на 2,7 % в год. Годовое потребление на душу населения в 1961 г. составляло 9,1 кг, а в 2021 г. — уже 20,6 кг [1].



Основные тенденции в развитии мировой пресноводной и отечественной аквакультуры

В 2022 г. мировое производство продукции аквакультуры водных животных (рыб, ракообразных, моллюсков) достигло 94,4 млн т и впервые превысило аналогичный объем (91,0 млн т), добываемый мировым рыболовством (рис. 1) [1].

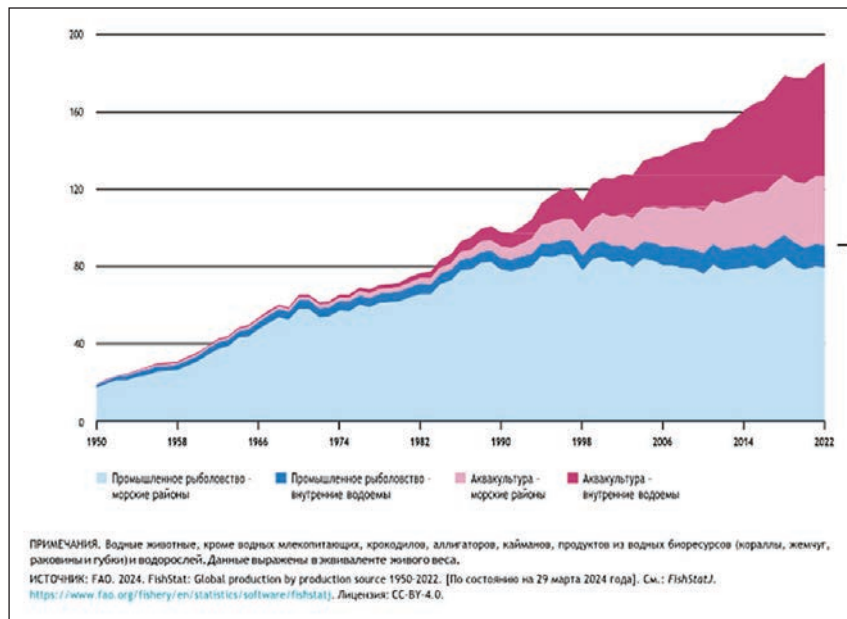


Рис. 1. Производство продукции водных животных в мировом рыболовстве и аквакультуре, млн т

Fig. 1. Production of aquatic animal products in world fisheries and aquaculture, million tons

На долю аквакультуры во внутренних водоемах (пруды, озера, водохранилища, отшнурованные заливы и лиманы) в настоящее время приходится 45 % в общем объеме производства мировой продукции аквакультуры и 62,6 % от общего объема продукции водных животных, из них 89,7 % относится на долю рыб, причем в чисто пресноводной аквакультуре доля рыб еще выше (до 94 %), тогда как в солоноватоводной преобладают ракообразные (креветки).



Развитие внутренней аквакультуры в разных регионах различается по культивируемым видам и способам их выращивания. Среди мировых лидеров по развитию данного направления можно отметить следующих. Пресноводная аквакультура Китая и других стран Азиатско-Тихоокеанского региона базируется на карповых видах рыб (прежде всего толстолобиках, белом амуре и карпе), в меньшей степени тилапии (Таиланд) и шильбовом соме (Вьетнам). Успех Чили и Новой Зеландии связан с широкомасштабным выращиванием лососей. В Западной Европе предпочтение также отдано лососевым (в частности, форели и голецам), в США — производству канального сома. В странах Южной Азии (Индия, Бангладеш) в массовом порядке выращивают местных карповых рыб (усачи), тогда как в Египте — тилапию [2]. В Центральной и Восточной Европе традиционный и наиболее массовый объект выращивания — карп. Это связано с тем, что данный регион является историческим местом одомашнивания и выведения современных пород карпа, а методы его выращивания отработывались на протяжении столетий. Беларусь входит в десятку крупнейших европейских производителей карпа, что обусловлено наличием значительного количества построенных прудовых хозяйств, разработкой технологий его выращивания применительно к имеющимся природно-климатическим условиям, наличием собственного генетического материала адаптированных пород и породных групп.

Карп (сазан) является одним из наиболее массовых видов пресноводной аквакультуры, общее мировое производство которого по ситуации на 2022 г. составило 4,0 млн т [1]. По объему производства из пресноводных рыб больше выращивают только белого амура (6,2 млн т) и белого толстолобика (5,1 млн т), тогда как тилапию (4,9 млн т) и молочную рыбу (4,4 млн т) относят к солоноватоводным объектам (рис. 2).

За время становления и развития рыбоводства в Беларуси были достигнуты определенные результаты, определившие основы современного состояния и перспективы дальнейшего развития аквакультурной отрасли. Отработаны методы заводского воспроизводства карпа и ряда добавочных видов рыб, практически решены вопросы выращивания и зимовки посадочного материала, освоены в аквакультуре новые виды рыб (европейский сом, осетровые). Решены теоретические и практические вопросы повышения естественной рыбопродуктивности.

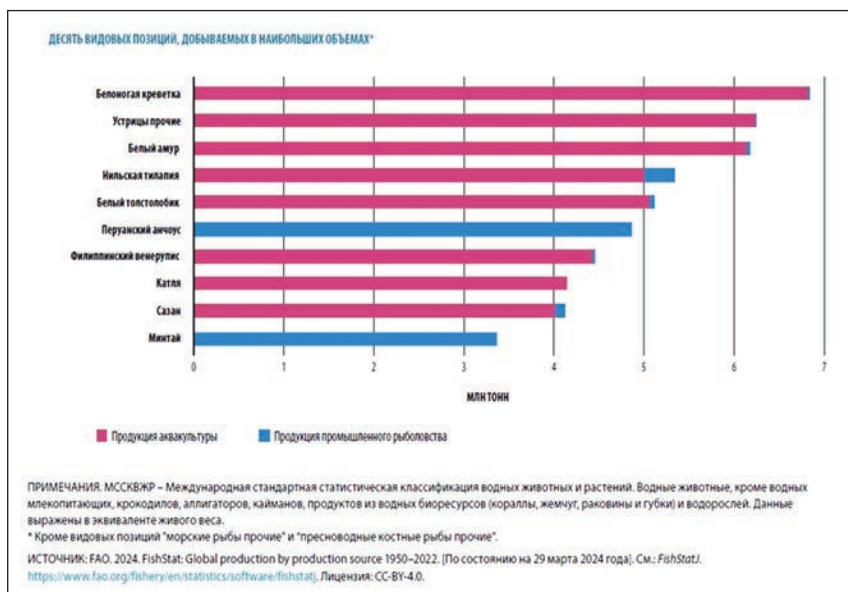


Рис. 2. Объем производства продукции водных животных в мировом рыболовстве и аквакультуре по десяти позициям, добываемым в наибольших объемах, 2022 г.
Fig. 2. The volume of production of aquatic animals in world fisheries and aquaculture in ten positions, extracted in the largest volumes, 2022

В стране выведены собственные породы карпа, а в каждом рыбхозе сформированы 2–3-линейные ремонтно-маточные стада для получения производственных кроссов. Выращивание товарного карпа практически полностью базируется на получении межпородных кроссов с максимально выраженным гетерозисным эффектом. В области технологий выращивания получила распространение и хорошо оправдала себя практика применения маятниковых самокормушек, позволяющих снизить расходы корма на единицу прироста без снижения общей рыбопродукции. В области защиты рыб разработан и применяется комплекс лечебно-профилактических мероприятий, позволивший избежать массовой гибели выращиваемой рыбы в экономически значимом размере. Все это способствовало тому, что к рубежу 90-х гг. XX ст. выход товарной продукции достиг в среднем 14,3 ц/га, что было выше нормативов для II–III зон рыбоводства (10–12 ц/га), в границах которых располагается территория Беларуси



(в 2023 г. рыбопродуктивность нагульных прудов составила в среднем 5,6 ц/га, в том числе за счет кормов — 4,4 ц/га, естественной кормовой базы — 1,2 ц/га) [3]. В то же время, в условиях высокой интенсивности и уплотненных посадок нарастание массы карпа практически на 90 % идет за счет искусственных кормов и только порядка 10 % за счет естественной кормовой базы. По этой причине темпы роста объемов выращивания полностью зависят от количества и качества скормленного корма и сохраняется высокая себестоимость получаемой рыбопродукции. Снижение себестоимости выращивания прудовой рыбы достигается разными методами, в том числе расширением состава поликультуры за счет видов рыб, не требующих затрат концентрированных комбикормов, за счет стимулирования развития естественной кормовой базы и роста естественной рыбопродуктивности, более широкого использования селекционных достижений и снижения уровня естественной смертности по причинам болезней и хищничества, удешевления кормления рыбы на стадиях жиронакопления и подготовки к зимовке. Кроме того, анализируя опыт китайских рыбоводов, можно сделать вывод что существенного снижения себестоимости можно достичь путем изменения подходов в формировании прудовой аквакультуры с доминирующим значением растительноядных рыб (в первую очередь белого амура) и использованием в качестве кормов наземной растительности.

Из анализа развития рыбоводства во внутренних водоемах можно отметить, что в современном европейском и азиатском карповодстве наметились две тенденции [4]. Первая заключается в использовании традиционных технологий прудового рыбоводства по полуинтенсивному или экстенсивному принципам. Оно заключается в использовании имеющегося прудового фонда, представленного, как правило, достаточно большими прудами с низкой возможностью механизации и автоматизации процессов выращивания и дистанционного контроля. Рыбу в таких прудах, с кормлением или без, выращивают три сезона, в последнем случае такое выращивание экспонируется как органическое. Данное направление ресурсоемкое, находится в большой зависимости от внешних факторов (погодные условия, наличие воды, затраты кормов, препаратов и т. п.) и низкорентабельное. Второе направление — строительство новых или реконструкция существующих прудов



под требования выращивания, совместимые с возможностями уплотнения посадок, применения автоматизации производственных процессов и цифровых технологий с элементами искусственного интеллекта, повышения выхода рыбной продукции за счет более четкого контроля и минимизации внешних рисков. Как правило, такие пруды отличаются относительно небольшой площадью, большей глубиной и наличием спектра сопутствующих агрегатов и механизмов, позволяющих поддерживать оптимальный газовый режим и производить кормление рыб в автоматическом режиме с минимальным участием персонала. Относительно небольшие пруды позволяют шире применять комбинированные методы выращивания рыбы (по схеме «пруд—в пруду», «садки—в пруду»), либо зацикливать их с большими по площади прудами (так называемое прудовое УЗВ), тем самым повышая стоимость получаемой товарной продукции и снижая удельные затраты, что способствует росту экономической эффективности прудового рыбоводства и уменьшает негативное воздействие на окружающую среду [5].

Оценка современного состояния аквакультуры в Беларуси

Аквакультура на территории Республики Беларусь сформировалась и длительное время развивалась в форме прудовых рыбоводных хозяйств, преимущественно для выращивания карпа. Прудовая направленность аквакультуры сохраняется по настоящее время, хотя в период 2010—2020 гг. были построены и введены в действие ряд индустриальных рыбоводных комплексов с использованием оборотной воды (RAS). На долю продукции аквакультуры приходится в среднем 93,1 %, на долю продукции рыболовства — 6,1 % от общего объема производимой в стране товарной рыбы. Исходя из этого, можно констатировать, что рыбоводство (аквакультура) было и остается основным источником поступления на рынок Беларуси пищевой пресноводной рыбы собственного производства.

В силу исторической специфики и характера имеющихся производственных мощностей прудовое рыбоводство было и будет оставаться основным направлением получения продукции аквакультуры (2021 г. — 98 %, 2022 г. — 96,2, 2023 г. — 87,1 %). К настоящему времени в стране сохраняется и поддерживается в рабочем состоянии 14,36 тыс. га нагульных и 3,76 тыс. га выростных



прудов в составе 15 специализированных рыбоводных хозяйств. Кроме того, 380 арендаторов эксплуатируют для целей прудовой аквакультуры еще 687 приспособленных прудов, общей площадью 7,51 тыс. га. Индустриальным рыбоводством (в садках, бассейнах и системах с оборотным водоснабжением) занимаются как специализированные рыбоводные хозяйства, так фермерские хозяйства и различные общества. Число индустриальных хозяйств, осуществляющих свою деятельность по состоянию на 01.01.2023 г. составило 11, с общей площадью садков и бассейнов 3,6 тыс. м² [6–9]. Объектами прудовой аквакультуры служат карп (в виде чистых пород, межпородных кроссов и гибридов с амурским сазаном), белый амур, толстолобики (пестрый, в меньшем объеме белый, а также их гибриды), карась серебряный, щука, европейский сом, осетровые (стерлядь, сибирский осетр, белуга, а также гибрид бестер), в небольшом объеме радужная форель, линь, язь, черный амур. В индустриальной аквакультуре выращивают радужную форель, осетровых (сибирский осетр и бестер), сомов (европейского и африканского клариевого). Динамика производства продукции аквакультуры в разрезе направлений за последние 10 лет представлена на рис. 3.

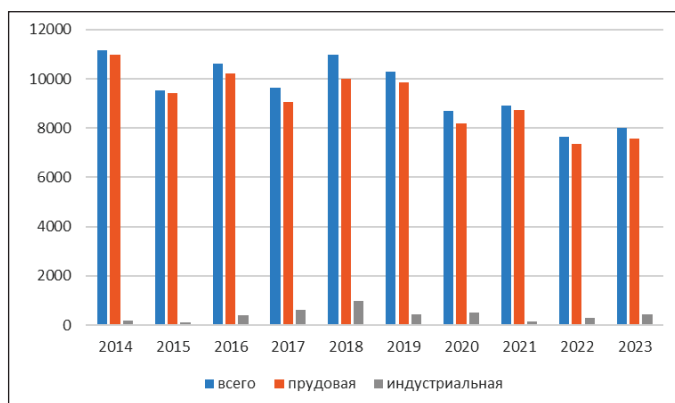


Рис. 3. Производство продукции аквакультуры в Беларуси (общее и по направлениям развития)

Fig. 3. Aquaculture production in Belarus (general and by development directions)

Выращивание карпа. Карп является основным базовым видом прудовой аквакультуры. Разведение карпа в Беларуси имеет дав-



нюю историю и берет начало с конца XVI ст. в прудах магнатов и монастырей. Отсутствие костных останков карпа в археологических памятниках времени раннего средневековья [10], свидетельствует о том, что карп был в более позднее время завезен из других европейских регионов и в последующем расселен по прудам, откуда уже проник в естественные водоемы. Карпа выращивают в прудах по двух- и трехлетнему обороту, в поликультуре с другими прудовыми рыбами. Средняя нормативная масса товарных двухлетков карпа для зон рыбоводства в Беларуси составляет 370–400 г, средняя нормативная масса трехлетков – 800 г. В связи со снижением спроса на двухлетков карпа, в товарном производстве начинает преобладать трехлетний оборот с ориентацией на массу товарного карпа более 1000 г.

В прудах карпа выращивают в поликультуре с добавочными видами: белым амуром, толстолобиками (пестрым и его гибридом с белым), серебряным карасем, щукой и европейским сомом. В небольшом количестве в отдельных прудах вместе с карпом выращивают линя, язя, черного амура. Состав прудовой поликультуры в карповых прудах представлен на рис. 4.

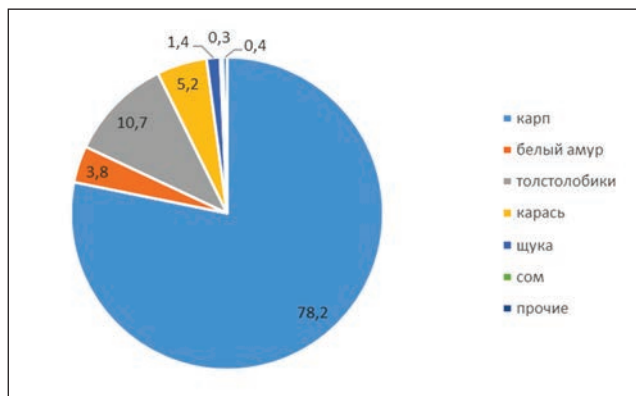


Рис. 4. Видовая структура прудовой поликультуры рыб
(в среднем за 2019–2023 гг.), %

Fig. 4. Species structure of pond fish polyculture (on average for 2019–2023), %

Основные прудовые мощности в Беларуси построены именно под нужды карповодства, поэтому карп был, остается и будет основным видом, выращиваемым в аквакультуре. В связи со



строительством и вводом в строй новых индустриальных комплексов для выращивания более ценных видов (форели, осетровых, африканского сома), доля карпа в общем объеме производства товарной рыбы имеет тенденцию к некоторому снижению, хотя и остается достаточно высокой (рис. 5) [7–9].

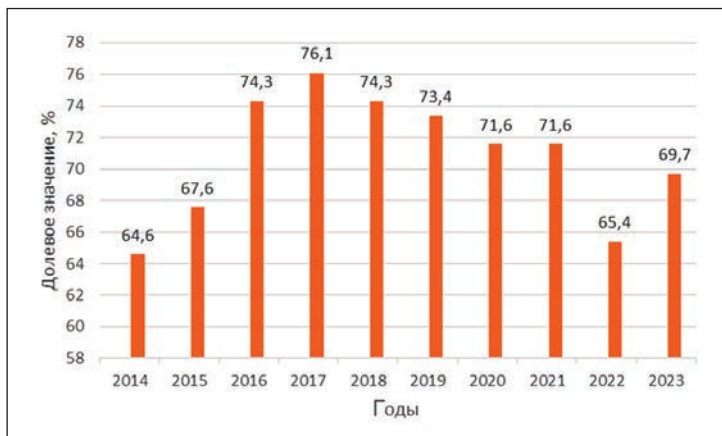


Рис. 5. Долевое значение карпа в общем объеме производства товарной рыбы в аквакультуре Беларуси

Fig. 5. The share of carp in the total production of commercial fish in the aquaculture of Belarus

Карпа выращивают как в виде чистых пород и линий, так и межпородных кроссов, отличающихся высоким гетерозисным эффектом, и гибридов с амурским сазаном. В общем объеме товарного карпа на долю производственных гетерозисных кроссов приходится более 70 %. Для получения необходимого посадочного материала межпородных кроссов в каждом из прудовых хозяйств сформированы 2–3-линейные маточные стада, пополнение и породная чистота которых поддерживается за счет племенных хозяйств. В настоящее время в республике функционируют три племенных хозяйства по карпу, в том числе 2 – как оригинаторы местных пород. Всего в племенном деле используют 8 пород карпа (из них 3 отечественной селекции и 5 зарубежной) и стадо чистокровного амурского сазана.

Выращивание карпа осуществляют в уплотненных посадках, с применением искусственных кормов (комбикорма, зерно зла-



ков, зерноотходы). В связи с ростом цен на комбикорма расширяется использование зерна и зерноотходов (особенно при трехлетнем обороте), а также интенсивное стимулирование развития естественной кормовой базы за счет минеральных и органических удобрений. Реализация карпа осуществляется преимущественно на местных рынках, экспорт составляет не более 8 % от объема производства.

Справочно. Доходы от реализации карпа составили: в 2020 г. — 24,6 млн руб., в 2021 г. — 27,3, в 2022 г. — 27,0 млн руб. [6].

Выращивание форели. Из лососевых рыб в Беларуси выращивают радужную форель (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792). Начало товарному форелеводству положено в 60-х гг. XX ст. на базе небольшого рыбоводного хозяйства в Логойском р-не Минской обл. [11]. Хозяйство располагало набором специальных земляных прудов для содержания маточного стада и выращивания товарной рыбы. Максимальная производительность данного хозяйства достигала 14 т в год, но в последующем снизилась в среднем до 5,4 т (с колебанием по годам от 1,6 до 10 т за период 2014–2020 гг.). Предпринятые на рубеже 2000–2010 гг. попытки наладить садковое и бассейновое выращивание на базе действующих рыбоводных хозяйств значительного успеха не имели, поэтому в настоящее время в садках выращивают относительно небольшой объем форели (от 0,45 до 2,45 т, в среднем 1,03 т за период 2018–2023 гг., причем исключительно в зимний период на теплых сбросных водах ГРЭС) [12].

Новый этап развития форелеводства наступил после 2011 г., когда в стране приступили к проектированию и строительству новых индустриальных комплексов по выращиванию форели [13]. За этот период были реализованы проекты по строительству индустриального комплекса на базе Белорусской сельскохозяйственной академии (г. Горки, Могилевская обл.) по выращиванию посадочного материала мощностью до 3 млн мальков в год, а также одного бассейнового комплекса в Витебской обл., двух в Минской и трех в Могилевской областях. Проектные показатели новых построенных комплексов при выходе на полную мощность позволяли достигнуть объема производства 700 т и более, однако фактические объемы на последующий период оставались существенно ниже (рис. 6) [7–9].

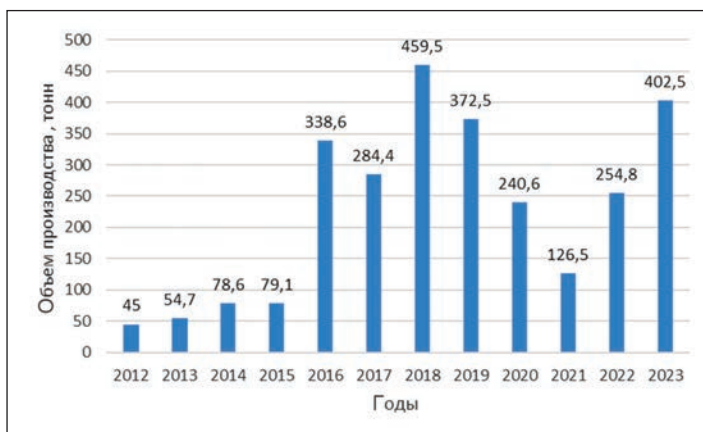


Рис. 6. Производство радужной форели в Беларуси

Fig. 6. Rainbow trout production in Belarus

В настоящее время выращиванием товарной форели занимаются 3 рыбхоза (в том числе один специализирован по форели и имеет в своем составе три индустриальных комплекса по выращиванию товарной рыбы и один комплекс по выращиванию малька, один рыбхоз имеет в своем составе только один индустриальный модуль) и 4 фермерских хозяйства и общества. Поскольку только прудовое хозяйство в Логойском р-не располагало своим маточным стадом и обеспечивало себя рыбоводной икрой, функционирование новых комплексов стало возможным только с организацией завоза оплодотворенной икры и ее дальнейшей инкубации на выростном комплексе в г. Горки. Источники поступления оплодотворенной икры – рыбоводные хозяйства Франции, США, Норвегии, в последние годы – Польши, обеспечивающие получение икры от односамочных популяций форели.

Выращивание товарной форели из малька средней массой 50 г ведут 20–22 мес. до достижения навески 800–1100 г с использованием только искусственных кормов (комбикормов различных производителей). Реализация товарной рыбы частично идет на местных рынках, частично экспортируется.

Справочно. Доходы от реализации форели составили: в 2020 г. – 2,2 млн руб., в 2021 г. – 1,5, в 2022 г. – 4,6 млн руб. [6].



Выращивание осетровых рыб. Первые попытки прудового выращивания осетровых рыб в Беларуси были предприняты в 70-х гг. XX ст. Опытное выращивание показало возможность производства продукции осетровых на базе действующих на тот момент прудовых рыбоводных хозяйств, но не получило должного развития из-за недостатка жизнестойкого посадочного материала, отсутствия качественных искусственных кормов и малой пригодности карповых прудов для выращивания осетровых рыб. Во второй половине 90-х — начале 2000 гг. в стране стали создавать индустриальные комплексы по выращиванию осетровых, однако высокие затраты на производственный процесс на фоне низкой покупательной способности населения привели к тому, что большая часть частных ферм по выращиванию осетровых прекратила свою деятельность [12, 13]. Тем не менее в период 2000–2010 гг. были отработаны основные приемы выращивания стерляди и сибирского осетра, в некоторых рыбоводных хозяйствах сформированы собственные маточные стада и налажено воспроизводство посадочного материала. К настоящему времени производством в этом направлении занимается два прудовых рыбоводных хозяйства, с использованием прудового и бассейнового содержания рыбы, а также четыре фермерских хозяйства и общества. Из числа последних два не выращивают собственную рыбу, а занимаются производством пищевой икры («черной» икры) убойным методом от самок, закупаемых в других рыбоводных хозяйствах. Кроме стерляди и сибирского осетра в Беларуси выращено и частично достигло половой зрелости стадо белуги, используемое для получения посадочного материала гибрида белуга × стерлядь (бестера), в небольшом количестве имеются половозрелые особи американского веслоноса. Суммарное производство продукции осетровых по годам за последний период (с учетом закупаемой для производства икры) представлено на рис. 7.

Кроме производства живой и переработанной рыбы осетровых видов в республике налажено производство пищевой икры от них. Данным направлением занимаются два субъекта хозяйствования — СП «Санта Бремор ООО» и ЗАО «ДГ-Центр» (торговая марка «Адмирал Husso»). Эти предприятия получают икру убойным методом от половозрелых самок, выдерживаемых в индустриальных комплексах до полного созревания. Икру получают как от самок, выращенных в рыбоводных хозяйства страны, так и от



завозимых по импорту (из Польши, Германии, Литвы). Основным поставщиком самок осетровых в республике является ОАО «Опытный рыбхоз «Селец». Мясо осетровых, получаемое в результате убоя рыбы идет в переработку и реализуется на внутреннем и внешнем рынках.

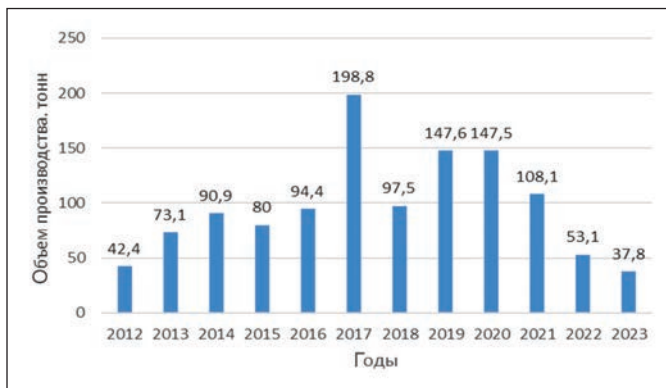


Рис. 7. Производство осетровых рыб в Беларуси

Fig. 7. Production of sturgeon fish in Belarus

Так в 2018 г. произведено икры осетровых рыб – 1380 кг, в том числе СП «Санта Бремор ООО» – 980 кг, ЗАО «ДГ-Центр» – 400 кг. В 2019 г. производство составило уже 2928 кг, а в 2020 г. – 1577,1 кг, в том числе СП «Санта Бремор ООО» 1311 кг, ЗАО «ДГ-Центр» – 266,1 кг. В 2021 г. этими предприятиями произведено 1105 кг, в 2022 г. – 1340 кг, в 2023 г. – 1513 кг икры осетровых. Каналы реализации «черной» икры по годам точно не установлены, но по предварительным данным СП «Санта Бремор ООО» за 2019–2020 гг. от 41 % до 81 % отправлено на экспорт в РФ [6].

Культура других пресноводных видов. Другие виды пресноводных рыб выращивают либо в качестве добавочных объектов прудовой аквакультуры (поликультура), либо в качестве отдельных объектов индустриальной аквакультуры. В прудовом рыбоводстве экономическое значение имеют такие объекты прудовой поликультуры, как растительноядные виды (белый амур и толстолобики), карась серебряный, щука и сом европейский. В весьма незначительном количестве выращивают также линя,



язя, черного амура. Долевое значение добавочных видов в составе прудовой поликультуры за последний период представлено на рис. 8.

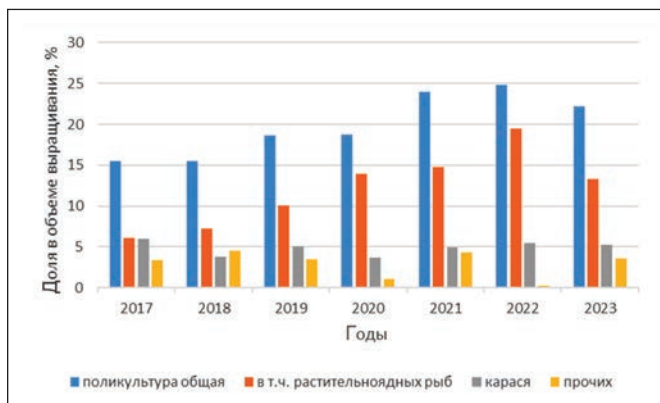


Рис. 8. Долевое значение прудовой поликультуры в Беларуси по группам добавочных рыб

Fig. 8. The share value of pond polyculture in Belarus by groups of additional

Растительноядные виды являются наиболее массовым и часто используемым компонентом, выращиваемым совместно с карпом, дающими наибольший после карпа экономический эффект. Выращиванием посадочного материала растительноядных рыб занимаются все прудовые рыбоводные хозяйства с использованием личинок, получаемых из хозяйства-репродуктора. Таковым является прудовое хозяйство в Брестской обл. (ОАО «Опытный рыбхоз «Селец»), имеющее возможность использования для рыбоводства теплых сбросных вод местной ГРЭС. Суммарное значение растительноядных рыб зависит от климатических условий года и обеспеченности прудовых хозяйств необходимым количеством личинок. За последний период долевое значение растительноядных имеет тенденцию к росту, преимущественно за счет увеличения объема выращивания толстолобиков.

Справочно. Доходы от реализации толстолобиков составили: в 2020 г. – 2,0 млн руб., в 2021 г. – 2,4, в 2022 г. – 3,8 млн руб. [6].

Карась серебряный в настоящее время является практически повсеместно присутствующим объектом прудовой поликультуры.



Внедренный в прудовое рыбоводство Беларуси в 50–60-х гг. XX ст. к настоящему времени карась превратился в сопутствующий элемент, поскольку избавить пруды от этого вида при облове достаточно проблематично. Специальное зарыбление карасем проводят только в те пруды, которые в силу высокой зарастаемости или заболоченности мало пригодны для целей карповодства. Также карася широко используют в качестве кормовой рыбы при выращивании в прудах щуки и сома. Не смотря на предпринимаемые усилия по сокращению доли карася, его удельное значение остается в границах 4–5 % от общего объема выращивания прудовой рыбы.

Из хищных рыб в прудах практикуют выращивание щуки и европейского сома. Зарыбление щукой проводят личинками или мальками, выращивают один сезон до достижения массы 150–300 г в зависимости от зоны рыбоводства. Общий объем производства щуки уже длительный период составляет около 100 т в год, а ее долевое значение колеблется в пределах 1,1–1,7 %.

Выращивание сома в прудах базируется на разработанных в Беларуси технологиях искусственного воспроизводства, подращивания личинок и прудового выращивания товарного сома. Товарной массы сом достигает на втором (500 г) и третьем (900–1200 г) годах выращивания, соответственно технология его выращивания хорошо согласуется с карповой при 2- и 3-летних оборотах. Объемы годового производства сома в прудах колеблются в пределах 0,1–0,8 % от общего объема.

Из прочих объектов индустриальной аквакультуры следует отметить европейского угря и африканского клариевого сома.

Угорь является традиционным объектом коммерческого рыболовства в стране и зарыбление рыболовных угодий жизнестойким подращенным материалом являлось одним из условий поставок «стекловидной» молоди этого вида. Под эти цели на базе фермерского хозяйства в Витебской обл. был построен цех подращивания с использованием технологии RAS. Однако из-за отсутствия регулярных поставок «стекловидного» угря из стран ЕС (регламент Совета ЕС №1100/2007 от 18.09.2007 г.) данное направление к настоящему времени стало владельцу экономически не выгодным, поэтому прекращено.

Африканский клариевый сом (*Clarias gariepinus*) представлялся весьма перспективным объектом на рынке рыбной продукции



Беларуси. Под цели выращивания данного вида в Брестской обл. в 2012 г. был построен с участием иностранного капитала индустриальный комплекс с использованием технологии RAS и MegaFlow®, потенциальной мощностью 700 т в год. Однако из-за проектных ошибок, отсутствия собственных источников поставки посадочного материала и кормов, недостаточной изученности рынков сбыта, комплекс так и не вышел на проектную мощность и к 2016 г. прекратил свою деятельность. В настоящее время выращиванием клариевого сома в стране занимается одно фермерское хозяйство с годовым производством товарной продукции в объеме 1,5–2,5 т.

Проблемные вопросы рыбного хозяйства и научное обеспечение отрасли

Прудовая специфика рыбоводства в Беларуси означает, что наращивание объемов производства прудовой рыбы потребует вовлечения в процесс производства максимального количества наличных площадей и гарантированной работы гидротехнических сооружений с достижением загрузки мощностей не менее 90 %. Это осложняется тем фактором, что прудовые хозяйства страны в основной массе были построены в период 20–80-х гг. XX ст., спроектированы под существовавшие на тот период требования и технологии и эксплуатируются минимум 50 лет при нормативном сроке для дамб прудов – 30 лет, для гидротехнических сооружений – 28 лет. В реконструкции нуждаются около 1,5 тыс. га прудов, 26,5 км контурных и разделительных дамб, более 55 гидротехнических сооружений. Проводимые ежегодно ремонтно-эксплуатационные работы не в состоянии бесконечно долго поддерживать производственные мощности, поэтому реконструкция части прудовых хозяйств под современные технические и технологические требования будет оставаться одной из стратегических задач отрасли.

В индустриальном рыбоводстве таковым остается выход построенных индустриальных комплексов на проектные мощности, а также строительство новых с учетом ошибок и недостатков, допущенных на первом этапе создания и эксплуатации мощностей на принципах использования оборотных систем.

Анализ ситуации по результатам рыбохозяйственной деятельности за 2024 г. и выполнению доведенных показателей Подпро-



граммы 5 Государственной программы «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы показал, что проблемные стороны носят преимущественно экономический характер и меньше зависят от применяемых технологий рыбоводства. В общих чертах главные проблемы рыбной отрасли можно охарактеризовать следующим образом.

1. Низкая рентабельность производства, обусловленная опережающим ростом цен на сырье и материалы для рыбоводства, недостатком кредитных ресурсов и оборотных средств, высокими процентными ставками по ранее выданным кредитам.

2. Техническое состояние прудового фонда и гидросооружений, обусловленное физическим износом и требующее постоянного техобслуживания, текущего и капитального ремонта.

3. Большая доля ручного труда, недостаток специальной техники и оборудования для рыбоводства, обуславливающие высокую потребность предприятий в трудовых ресурсах.

4. Высокие риски природно-климатического (низкая водообеспеченность прудовых хозяйств из-за ряда маловодных лет) и техногенного характера (угроза потери воспроизводственного комплекса растительоядных рыб в ОАО «Опытный рыбхоз «Селец» из-за прекращения работы Березовской ГРЭС).

5. Высокие затраты на передержку и всесезонную реализацию живой рыбы.

Каждый из обозначенных вопросов требует своих подходов, решение которых находится вне компетенции НАН Беларуси.

Научное обеспечение рыбной отрасли на современном этапе

В соответствии с п.16 Приложения 8 к Комплексу мер по развитию рыбоводства в Республике Беларусь на 2020–2025 годы научное сопровождение ведения рыбоводства осуществляет НАН Беларуси. Научное сопровождение осуществляется путем разработки и (или) получения с последующей передачей пользователям (рыбоводным хозяйствам в системе Минсельхозпрода, рыбоводным хозяйствам коммунальной формы собственности, иным юридическим лицам, осуществляющим производственную деятельность в области рыбоводства и рыболовства) научно-технической продукции (селекционные достижения в виде племенной рыбы, нормативно-технологическая документация, технические условия и наставления и т.п.), разработанной в рамках проектов и от-



дельных заданий по ряду государственных научных программ и отдельных договоров. Основные усилия направлены на:

- селекционно-племенную работу с рыбами, выведение новых пород и формирование одомашненных стад;
- отработку вопросов кормления рыбы, снижение затрат и повышение эффективности кормления с учетом максимального использования отечественного сырья;
- защиту рыб от болезней, разработку способов и методов профилактики и лечения болезней рыб в прудовых и промышленных условиях выращивания;
- разработку новых, совершенствование и адаптацию технологий и приемов повышения эффективности выращивания рыбы в прудовом и промышленном рыбоводстве;
- рациональное использование ресурсов рыб природных водоемов, сохранение биоразнообразия и рыбопродуктивности рыболовных угодий.

По основным направлениям научной деятельности в сопровождении развития рыбной отрасли работы проводит РУП «Институт рыбного хозяйства», осуществляющий наиболее полные и комплексные исследования. В частности, можно отметить следующее.

В области селекции рыб. В Беларуси основным объектом рыбоводства традиционно является карп, на долю которого приходится около 75–80 % от общего объема выращивания товарной рыбы. В основу стратегии выращивания товарного карпа положено формирование в каждом рыбоводном хозяйстве ремонтно-маточных стад из чистых пород и линий, потомство которых в конкретных условиях наилучшим образом адаптировано и обладает максимально выраженным гетерозисным эффектом. В настоящее время для тиражирования чистых породных линий карпа в республике имеется 3 племенных хозяйства, в том числе сформирован селекционно-генетический комплекс (в статусе племенного завода) на базе производственных участков РУП «Институт рыбного хозяйства», в котором содержится коллекционное стадо карпа, представленное 8 породами (3 отечественными и 5 импортированными), и стадо амурского сазана.

Основное назначение селекционно-генетического комплекса:

- сохранение в чистоте маточных стад отечественных и импортированных пород карпа и их тиражирование под текущие потребности рыбоводных организаций;



- дальнейшее проведение селекционно-племенной работы с отечественными породными линиями карпа, выведение новых хозяйственно-ценных пород.

С п р а в о ч н о. За период 2019–2024 годов производственным рыбхозам (без учета фермерских хозяйств и иных субъектов) было поставлено 50,75 млн племенных личинок и 4,75 т разновозрастного племенного ремонта карпа. Объемы ежегодных поставок определяются «Схемой ведения племенной работы по обновлению ремонтно-маточных стад карпа чистыми линиями», разработанной совместно с Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь.

В области кормов и кормления рыбы. Поскольку выращивание рыбы проводят в уплотненных посадках, кормление искусственными кормами остается основным технологическим приемом повышения рыбопродуктивности. Следует отметить, что в настоящее время все комбикорма для кормления карпа в прудах промышленно выпускаются только по рецептам и техническим условиям, разработанным в РУП «Институт рыбного хозяйства». Дополнительно разработана линейка продукционных и лечебно-профилактических кормов для карпа со специальными кормовыми добавками, учтенные копии технических условий на которые переданы для организации производства 10 отечественным комбикормовым заводам и в ГО «Белводхоз». Разработанные в институте комбикорма для ценных видов рыб (форель, осетр, сом) производятся отечественными комбикормовыми заводами в ограниченном количестве под заявки конкретных потребителей, включая поставки на экспорт. Специалисты института осуществляют периодический мониторинг по контролю качества и соблюдению рецептур комбикормов, разработанных в РУП «Институт рыбного хозяйства» и поставляемых в отдельные производственные рыбхозы.

В области технологий выращивания рыбы. Основные усилия разработчиков направлены на ресурсосбережение, повышение эффективности рыбоводства и снижение затрат на выращивание прудовой рыбы, включая технологические приемы формирования естественной кормовой базы рыб, максимальное использование поликультуры и рыбоводное освоение новых объектов выращивания. В связи с острой нехваткой финансовых средств на приобретение минеральных удобрений, в промышленном рыбоводстве остро обозначился вопрос поддержания и стимулирования естест-



венной рыбопродуктивности за счет применения органических удобрений в виде отходов сельскохозяйственного производства и пищевой промышленности. Разработанные институтом технические условия, инструкции и наставления по их использованию нашли широкое применение у ряда крупнейших производителей прудовой рыбы. В свою очередь, разработка технологических решений по выращиванию крупного посадочного материала, сокращению оборота выращивания товарной рыбы с трех до двух лет, расширению поликультуры прудовой рыбы за счет освоения новых видов, позволяет снизить себестоимость товарной рыбы на 15–20 % без дополнительного роста затрат на комбикорма.

В области защиты рыб от болезней. Интенсификация и специализация производства подразумевают локализацию производственных процессов и увеличение межхозяйственных перевозок племенного, рыбопосадочного материала и товарной продукции, расширяя риски и возможности проникновения в рыбоводные хозяйства опасных штаммов микроорганизмов, экто- и эндопаразитов. Все это формирует потребность в поиске новых эффективных методов защиты рыб, особенно в условиях монокультуры индустриальных комплексов. Институт видит свою задачу в разработке новых препаратов, способов их применения и методов борьбы с болезнями рыб на основе инновационных подходов, включая и методы биоинженерии. Широкое внедрение методов профилактики болезней, включая применение бактериальных и пробиотических препаратов, позволило практически снять угрозу острых вспышек заболеваний, сопровождаемых значительным экономическим ущербом и перевести защиту рыб в разряд сезонных плановых мероприятий.

Таким образом, научное сопровождение охватывает все основные направления аквакультуры, а конкретные предложения по приоритетным вопросам на текущий момент определяются основным заказчиком проведения исследований — Министерством сельского хозяйства и продовольствия.

Перспективы научных исследований в рыбной отрасли в целях достижения ее устойчивого развития

С учетом сложившейся структуры рыбоводства и отмеченных выше его проблемных моментах перспективы дальнейшего сопровождения отрасли представляются следующим образом.



Прудовое рыбоводство. Исследования будут направлены на разработку инновационной схемы ведения рыбного хозяйства в условиях типовых предприятий прудовой аквакультуры, обеспечивающей увеличение объемов производства рыбной продукции, снижение ее себестоимости, увеличение ассортимента за счет:

- разработки приемов и методов направленного формирования в прудах более эффективных биосистем (состава и количественного соотношения рыб-объектов прудовой поликультуры), позволяющих уменьшить зависимость достигаемых рыбоводных показателей от слабо регулируемых компонентов среды, прежде всего бентосной составляющей естественной кормовой базы;
- отработки системы контроля показателей, влияющих на эффективность трансформации поступающего (с кормами и удобрениями, а также привносимого с водосбора) органического вещества и биогенов, оперативного реагирования для поддержания компонентов химического состава вод на оптимальном уровне;
- применения для производственных прудов современных технических решений, в том числе при помощи фотоэлектрических преобразователей, что сделает возможным применение электромеханических кормушек, позволяющих осуществлять строго дозированное, многократное кормление рыбы без увеличения затрат ручного труда. Это же позволит использовать дистанционные датчики, контролирующие содержание кислорода и кислотность в местах кормления, эффекторами которых будут являться современные экономичные средства аэрации (распылители воды, импеллеры, аэраторы), устройства для раскисления воды без непосредственного внесения известковых мелиорантов;
- разработки и применения в прудовом рыбоводстве комбинированных инновационных технологий (пруд – в пруду, садки в пруду, прудовое УЗВ и т. п.) выращивания рыбы, направленных на повышение экономической эффективности традиционного рыбоводства, освоения новых и более ценных видов рыб, повышения экологической безопасности рыбоводства;
- контроль и управление рисками негативного воздействия прудовой аквакультуры на окружающую среду путем минимизации сброса загрязнителей, образующихся в процессе рыбоводства, в водные объекты-водоприемники.

Разработки в данном направлении позволят повысить эффективность использования прудовых площадей, фактически реали-



зуя концепцию «умной рыбоводной фермы» в условиях существующих предприятий прудовой аквакультуры без необходимости кардинальной их перестройки. За счет реализации разработок предполагается увеличение рыбопродуктивности прудов до 50 %, рост стоимости товарной продукции при снижении себестоимости производства прогнозно на 10–15 %.

Селекционно-племенная работа с рыбами. Базовым видом прудовой аквакультуры является карп, хорошо поддающийся селекционной работе и устойчиво передающий хозяйственно-ценные признаки по наследству. По этой причине будет продолжена работа по селекции новой конкурентноспособной породы зеркального карпа, максимально адаптированной к условиям выращивания и отличающейся повышенной резистентностью к заболеваниям. Работа направлена на расширение породного ряда белорусского карпа и импортозамещение коммерческих пород зарубежной селекции, доступ к исходному племенному материалу которых в настоящее время затруднен. В исследованиях будут применены методы ускорения селекционного процесса путем выявления и использования генетических маркеров, сопряженных с наследуемыми признаками.

В селекционной работе с ценными видами основное внимание предлагается уделить формированию в стране собственных высокопродуктивных линий производителей форели в целях импортозамещения в завозе оплодотворенной икры и дальнейшего развития индустриального рыбоводства.

В племенном деле исследования будут направлены на поддержание генетической чистоты и тиражирование племенных стад карпа в целях получения и расширения применения производственных кроссов с максимальным проявлением гетерозисного эффекта.

Корма и кормообеспечение в рыбоводстве. Сейчас выращивание карпа в прудах полностью обеспечивается отечественной комбикормовой промышленностью. В то же время, рецептурный и размерный ряд выпускаемых комбикормов достаточно узкий. Предлагается расширить палитру полнорационных карповых комбикормов для разных размерных и возрастных групп рыб с учетом их сезонных потребностей и наличия отечественной сырьевой базы в целях снижения удельных затрат при сохранении достигаемых рыбоводных результатов.



В области производства специализированных комбикормов для ценных видов рыб следует уделить внимание моделированию и разработке стартовых, продукционных и профилактических комбикормов (в том числе для племенных производителей), пригодных к применению в условиях УЗВ с учетом использования продуктов биотехнологического синтеза (производства БНБК и т. п.).

Для отработки рецептур новых комбикормов, технических приемов скармливания и возможности применения в условиях оборотных систем с биологической очисткой, на базе бывшей аквариальной института потребуются создание экспериментальной мини-УЗВ, позволяющей проводить натурные опыты в малых объемах.

Профилактика заболеваний и борьба с болезнями рыб. Болезни рыб остаются важным фактором, влияющим на эффективность рыбоводства. Это обусловлено особенностями водной среды, уязвимостью рыб от внешних факторов, преимущественно моновиновым составом при высоких плотностях посадки, несбалансированностью кормления на разных этапах выращивания. Ужесточение требований к безопасности рыбной продукции сокращает возможности применения антибиотиков в рыбоводстве, а отсутствие эффективных вакцин и антибактериальных препаратов нового поколения не позволяет отказаться от эффективных, но небезопасных методов профилактики и лечения.

Для разработки эффективных мер профилактики и лечения бактериальных болезней рыб важным является комплексная диагностика патогенов, сочетающая морфологические, культуральные, биохимическое и серологическое исследования и позволяющая не только устанавливать видовую принадлежность возбудителя заболевания, но и исследовать его биологические свойства (устойчивость к антимикробным препаратам, ферментативную активность, вирулентность и др.). Быстрая и точная диагностика патогенных бактерий, включая их выявление в рыбопосадочном материале, водной среде, рыбе с наличием или отсутствием клинических симптомов заболевания, позволит разработать комплекс профилактических мероприятий на снижение заболеваемости рыб бактериальными болезнями, направленный на повышение качества получаемой рыбной продукции, снижение экономического ущерба и повышение эффективности функционирования рыбной отрасли.



Актуальным остается защита рыб прудового комплекса от паразитарных и инфекционных заболеваний, вызываемых внешними факторами. Исследования будут направлены на разработку методов защиты карповых рыб от бактериальных инфекций с применением антибиотика нового поколения и снижение зараженности прудовых рыб паразитарными инфекциями и инвазиями чужеродных видов рыб.

Список использованных источников

1. ФАО. 2022. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры – 2022. На пути к «голубой» трансформации. Рим, ФАО. <https://doi.org/10.4060/cc0461ru>. ISSN 2663-8657 [ЭЛЕКТРОННАЯ ВЕРСИЯ], ФАО, 2022. – 266 с.
2. Васильева, Н. В. Технические средства аквакультуры: учебное пособие / Н. В. Васильева, А. А. Боровиков. – Горки, БГСХА, 2024. – С. 5–8.
3. Кончиц, В. В. Система ведения рыбного хозяйства Беларуси / В. В. Кончиц [и др.]. – Минск: Тонпик, 2005. – С. 13.
4. «Sustain Aqua» – Интегрированный подход к устойчивой и здоровой пресноводной аквакультуре. Справочник «Sustain Aqua» – Справочник для устойчивой аквакультуры / под ред. Л. Варади, Т. Бардоу. – Будапешт, 2009. – С. 27–51.
5. Varadi, L. Sustainable intensification in freshwater fish farming in Hungary / L. Varadi, G. Borbely, F. Levai, G. Hoitsy // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. – Минск, 2015. – В. 31. – С. 25–37.
6. Агеец, В. Ю. Рыбохозяйственная деятельность в Республике Беларусь / В. Ю. Агеец, В. Г. Костоусов, О. Н. Марцуль, Д. С. Макеев // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. – Минск, 2023. – В. 39. – С. 7–24.
7. Рыбохозяйственная деятельность в Республике Беларусь за 2021 год: статистический бюллетень Национального статистического комитета Республики Беларусь, Минск, 2022. – С. 15.
8. Рыбохозяйственная деятельность в Республике Беларусь за 2022 год: статистический бюллетень Национального статистического комитета Республики Беларусь, Минск, 2023. – С. 15.
9. Рыбохозяйственная деятельность в Республике Беларусь за 2023 год: статистический бюллетень Национального статистического комитета Республики Беларусь, Минск, 2024. – С. 15.
10. Ризевский, В. К. Изменение состава фауны рыб естественных водоемов/водотоков Беларуси / В. К. Ризевский, А. В. Зубей // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. – Минск, 2007. – В. 23. – С. 176–182.



11. Боровик, Е. А. Радужная форель / Е. А. Боровик // Наука и техника. — Минск, 1969. — 154 с.
12. Кончиц, В. В. Состояние и перспективы развития индустриального и колхозного рыбоводства Беларуси / В. В. Кончиц // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. — Минск, 2002. — В. 18. — С. 5–15.
13. Костоусов, В. Г. Развитие индустриального рыбоводства в Беларуси / В. Г. Костоусов, Н. В. Барулин // Семинар FQUAREDPOТ по рециркуляционной аквакультуре: тезисы докладов, Вильнюс, Литва, 13–14 мая 2013 г. — Сарваш: НАКИ, 2013. — С. 49–50.

Reference

1. FAO. 2022. Costoyanie mirovogo rybolovstva i akvakul'tury — 2022. Na puti k “goluboj” transformacii. Rim, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461ru>. ISSN 2663-8657 [ELEKTRONNAYA VERSIYA], FAO, 2022. — 266 s. (in Russian).
2. Vasil'eva, N. V. Tekhnicheskie sredstva akvakul'tury: uchebnoe posobie / N. V. Vasil'eva, A. A. Borovikov. — Gorki: BGSKHA, 2024. — S. 5–8 (in Russian).
3. Konchic, V. V. Sistema vedeniya rybnogo hozyajstva Belarusi / V. V. Konchic [i dr.]. — Minsk: Tonpik, 2005. — S. 13 (in Russian).
4. “Sustain Aqua” — Integrirovannyj podhod k ustojchivoj i zdorovoj presnovodnoj akvakul'ture. Spravochnik “Sustain Aqua” — Spravochnik dlya ustojchivoj akvakul'tury / Pod red. L. Varadi i T. Bardou. — Budapesht, 2009. — S. 27–51 (in Russian).
5. Varadi, L. Sustainable intensification in freshwater fish farming in Hungary / L. Varadi, G. Borbely, F. Levai, G. Hoitsy // Voprosy rybnogo hozyajstva Belarusi: sb. nauch. tr. — Minsk, 2015. — V. 31. — S. 25–37 (in Russian).
6. Ageec, V. YU. Rybohozyajstvennaya deyatel'nost' v Respublike Belarus' / V. YU. Ageec, V. G. Kostousov, O. N. Marcul', D. S. Makeev // Voprosy rybnogo hozyajstva Belarusi: sb. nauch. tr. — Minsk, 2023. — V. 39. — S. 7–24 (in Russian).
7. Rybohozyajstvennaya deyatel'nost' v Respublike Belarus' za 2021 god.: statisticheskij byulleten' Nacional'nogo statisticheskogo komiteta Respubliki Belarus', Minsk, 2022. — S. 15 (in Russian).
8. Rybohozyajstvennaya deyatel'nost' v Respublike Belarus' za 2022 god.: statisticheskij byulleten' Nacional'nogo statisticheskogo komiteta Respubliki Belarus', Minsk, 2023. — S. 15 (in Russian).
9. Rybohozyajstvennaya deyatel'nost' v Respublike Belarus' za 2023 god.: statisticheskij byulleten' Nacional'nogo statisticheskogo komiteta Respubliki Belarus', Minsk, 2024. — S. 15 (in Russian).
10. Rizevskij, V. K. Izmenenie sostava fauny ryb estestvennyh vodoemov/ vodotokov Belarusi / V. K. Rizevskij, A. V. Zubej // Voprosy rybnogo



- hozyajstva Belarusi: sb.nauch.tr. — Minsk, 2007. — V. 23. — S. 176–182 (in Russian).
11. Borovik, E. A. Raduzhnaya forel' / E. A. Borovik, Minsk, Nauka i tekhnika, 1969. — 154 s. (in Russian).
 12. Konchic, V. V. Sostoyanie i perspektivy razvitiya industrial'nogo i kolhoznoho rybovodstva Belarusi / V. V. Konchic // Voprosy rybnogo hozyajstva Belarusi: sb.nauch.tr. — Minsk, 2002. — V. 18. — S. 5–15 (in Russian).
 13. Kostousov, V. G. Razvitie industrial'nogo rybovodstva v Belarusi / V. G. Kostousov, N. V. Barulin // Seminar FQUARED POT po recirkulyacionnoj akvakul'ture: tezisy dokladov, Vil'nyus, Litva, 13–14 maya 2013g. — Izd. HAKI, Sarvash, 2013. — S. 49–50 (in Russian).

Сведения об авторах

Агеец Владимир Юльянович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@mail.ru

Костюсов Владимир Геннадьевич — кандидат биологических наук, доцент, заместитель директора по научной работе, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: vkostousov@tut.by. ORCID: 0000–0002–3926–9432

Information about authors

Uladzimir Yu. Aheyets — D.Sc. (Agriculture), Professor, director, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Vladimir G. Kostousov — Ph.D. (Biology), Associate Professor, Deputy Director of Science, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: vkostousov@tut.by. <http://orcid.org/0000-0002-3926-9432>



В. Г. Костоусов

*Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси,
Минск, Республика Беларусь*

РЫБОЛОВСТВО В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ: ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ, СТАНОВЛЕНИЕ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

Аннотация. Представлен обзор развития рыболовства на территории Беларуси от начала XX ст. до настоящего времени. Приведены данные по организационной структуре, динамике промыслового вылова рыбы, интенсивности рыболовства и структуре получаемых уловов на разных этапах развития рыболовства. Показано, что развитие рыболовства шло от индивидуального занятия для удовлетворения первоочередных потребностей и получения дополнительного дохода к товарному производству на основе организации государственных рыбозаготовительных структур и регулирования промысла. На современном этапе функции рыболовства несколько изменились сообразно изменению общих подходов к рыболовству, хозяйственной целесообразности и представлениям об эксплуатации природных ресурсов. Дополнительно представлены имеющиеся данные по динамике и структуре любительского вылова на современном этапе, а также зарыблению угодий различными видами рыб.

Ключевые слова: рыболовство, организация, орудия лова, динамика вылова, видовая структура

Vladimir G. Kostousov

*Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus*

FISHING IN THE REPUBLIC OF BELARUS: HISTORY OF DEVELOPMENT, FORMATION, CURRENT STATE

Abstract. An overview of the development of fishing on the territory of Belarus from the beginning of the 20th century is presented. until now. Data are provided on the organizational structure, dynamics of commercial fish catch, fishing intensity and the structure of the resulting catches at different stages of fisheries development. It is shown that the



development of fishing went from individual occupation to satisfy priority needs and generate additional income to commercial production based on the organization of state fish procurement structures and regulation of fishing. At the present stage, the functions of fisheries have changed somewhat in accordance with changes in general approaches to fishing, economic feasibility and ideas about the exploitation of natural resources. Additionally, available data on the dynamics and structure of amateur fishing at the present stage, as well as stocking of lands with various species of fish, are presented.

Keywords: fishery, organization, fishing gear, catch dynamics, species structure

Введение. Рыболовство на внутренних водоемах — одно из направлений рыбохозяйственной деятельности, основанное на добыче рыбного сырья за счет природных ресурсов. На территории Республики Беларусь рыболовство можно отнести к традиционным видам деятельности, которое организационно развивалось в зависимости от состояния общественно экономических отношений и прошло несколько этапов в своем становлении. Развитие промыслового рыболовства идет за счет рационализации процесса лова и изменений в подходах к определению режимов эксплуатации, с учетом знания текущего состояния ресурсной базы и степени ее использования, а также технической базы, методов и способов ведения рыболовства и взглядов на возобновление рыбных запасов. В своем развитии рыболовство в Беларуси прошло от примитивных методов простого «собираательства» доступными способами в наиболее удобные периоды до научно организованных режимов использования рыбных ресурсов на базе их гарантированного восполнения.

1. Краткая история развития в XIX — первой половине XX ст.

Рыболовство являлось одним из самых древних и широко распространенных занятий населения на территории нынешней Беларуси. Его возникновению способствовало наличие большого количества натуральных водоемов с широким спектром наличной ихтиофауны. Особенно широко оно было распространено на Полесье и в Северо-Западном Поозерье, что обусловлено большой численностью рыбопромысловых водоемов в этих регионах и низким плодородием почв для занятий земледелием. Для жителей указанных регионов рыболовство служило существенным подспорьем в хозяйственной деятельности. Рыболовством занимались преимущественно сельские жители, а также жители местечек и



городов, расположенных на берегах рек и озер. Сельские жители использовали выловленную рыбу не только для собственного потребления, но и в качестве источника денежного заработка. Как правило, промысловый лов рыбы происходил в свободные от сельскохозяйственных работ сезоны, преимущественно зимой, весной и поздней осенью [1]. Большинство рек и озер в то время находились в собственности казны, помещиков, монастырей и отдельных городов, за исключением небольшого числа участков наиболее крупных рек (Днепр, Припять) и озер (Нарочь), которые были в общем пользовании. Количество и удельная доля крестьянских водоемов была невелика [2]. Практически все казенные, монастырские и большая часть помещичьих водоемов сдавали в аренду на продолжительный срок. Сельская община, которая имела в собственности водоемы, самостоятельно организовывала лов рыбы или сдавала водоем в аренду предпринимателям, а вырученные деньги шли на общественные нужды. Для рыболовства традиционно использовали невода, сети, бредни, подволоки, вентеря, крыги, бучи, ости и многие другие приспособления. Лов рыбы вели как рыбаки-одиночки собственными орудиями лова, так и артели, во главе которых стояли атаманы или заводники из числа наиболее квалифицированных рыбаков. При создании артели каждый из рыбаков вносил свою долю сетного полотна или деньги на его приобретение, участвовал в изготовлении снастей и лодок, их ремонте. Деньги получали за проданную рыбу, распределяя их соразмерно внесенному паю. Рыболовство было преимущественно мужским занятием, однако и женщины принимали участие: они пряли нити для сетей, вязали и ремонтировали их, чистили рыбу, порой участвовали в промысле и сбыте выловленной рыбы. Реализовывалась рыба главным образом на местных рынках [1, 2].

Товарный характер рыболовство в белорусских губерниях приобрело в конце XIX — начале XX ст. с отменой крепостного права, развитием товарно-денежных отношений и со строительством железных дорог, что позволило вывозить выловленную рыбу и раков в большие города и даже за границу. Из Минской губернии рыбу вывозили в Вильно, Варшаву, Ригу, на Волынь и в Киев. Из Витебской — в Белосток, Варшаву, Ковно, Петербург, Смоленск. Из Могилевской — в Смоленск, Москву, из белорусских поватов Виленской губернии — в Вильно, Варшаву, Ковно и города Пруссии. Не смотря на широту данного занятия, промыслом рыбы все-таки занималась относительно небольшая часть населения.



Так, только в одной Минской губернии в 1907 г. в рыбном промысле было занято 3292 человека, в 1908 г. — 3097, в 1910 г. — 2663, 1913г. — 2651 человек. Вместе с тем выручка от продажи рыбы за этот период возросла с 24,2 тыс. руб. в 1854 г. до 167,1 тыс. руб. в 1913 г., что свидетельствует о профессиональном характере данного занятия [1]. По данным В. Р. Рыбалко, к концу первого десятилетия XX ст. объемы вылова рыбы из водоемов белорусских губерний устойчиво вышли на показатель 10–15 тыс. ц (1909 г. — 10,1, 1910 г. — 15, 1911 г. — 16, 1912 г. — 15,1 тыс. ц) [3].

Довольно обстоятельный обзор состояния рыболовства, способов и методов лова в этот период на белорусских территориях оставил Н. Ю. Зограф в записках по рыболовству и рыбоводству в Северо-Западном крае [4]. В частности указывалось, что из всех деревень вокруг оз. Нарочь 12 занималось рыбной ловлей на отнесенительно постоянной основе. Почти каждая из них имела свои рыболовные снасти, в среднем на каждые два двора приходилось по одному летнему неводу, а всего насчитывали 78 летних неводов и больше 230 прочих сетных орудий, включая подволоки, ершовики, лещницы, плотвичные перетоны, уклейницы и другие снасти. В то же время отмечено, что для ряда уездов интенсивность и нерациональность способов и методов лова (применение мелкоячейных снастей, лов во время нереста и на зимовальных ямах, применение для добычи рыбы кукельвана) объективно способствовали снижению запасов рыбы в водоемах [4].

С п р а в о ч н о. Кукельван — порошок растительного происхождения, получаемый из кустарника, произрастающего в Юго-Восточной Азии. Широко применялся в то время для уничтожения насекомых-вредителей. Использовался некоторыми рыбаками для лова рыбы. Отравленная порошком рыба всплывала на поверхность, где становилась легкой добычей. Особой популярностью этот промысел пользовался среди рыбаков Пинского, Мозырского и Борисовского уездов [5].

В 20–30-е гг. XX ст., после объективного спада, обусловленного последствиями первой мировой и гражданской войн и изменением уклада хозяйственной деятельности, отмечен закономерный рост вылова из водоемов Беларуси (по-видимому, в границах до 1939 г.), с максимумом в 1940 г. Последнее находит объяснение в том, что в 1939 г. количество осваиваемых рыбным промыслом рыболовных угодий практически удвоилось за счет рыболовных угодий на территориях присоединенной Западной Беларуси [4] (рис. 1).

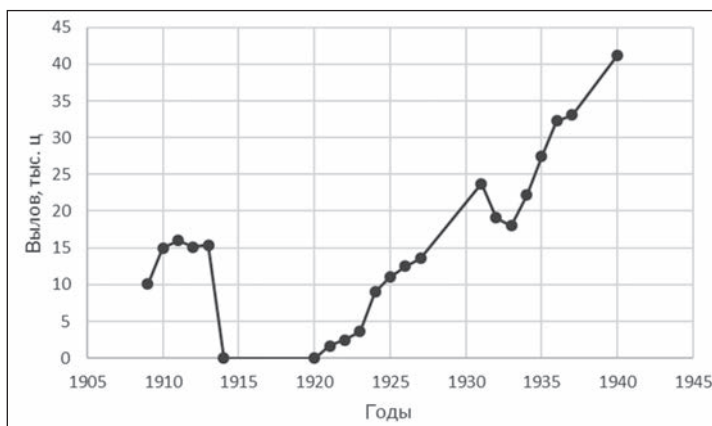


Рис. 1. Вылов рыбы промыслом из водоемов Беларуси до 1941 г.

Fig. 1. Fishing by fishing from reservoirs of Belarus before 1941

Точных сведений по видовой структуре уловов рыбы, получаемых в предвоенный период, не имеется, но можно предположить, что она в незначительной степени могла отличаться от той, которая была установлена за первые послевоенные годы (рис. 2). Это может объясняться как сохраняющейся организационной структурой рыболовства (преобладание бригад «скупа» и артелей), так и использованием имевшейся материальной базы (орудий лова и плавсредств).

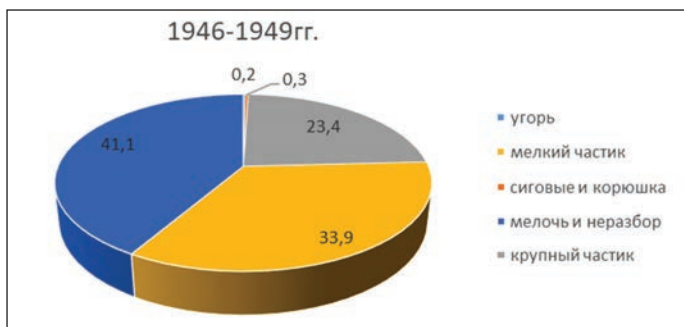


Рис. 2. Структура промыслового вылова рыбы в водоемах Беларуси за 1946–1949 гг. в разрезе товарных сортов, %

Fig. 2. The structure of commercial fish catch in the reservoirs of Belarus for 1946–1949 in the context of commercial varieties, %



Следовательно, основу рыбного промысла составляли различные мелкочастиковые виды рыб (с существенным преобладанием плотвы, окуня и ерша), а также сборные сорта, не распределенные по видам — «мелочь», «неразбор», «синец» и т. п. [3, 6].

2. Рыболовство в послевоенный период и до конца XX ст.

После завершения Второй мировой войны и начала восстановления рыбохозяйственного комплекса рыболовство также претерпело определенную трансформацию на более высоком организационном уровне. Постепенно укрупнялись и технически оснащались рыбозаготовительные организации: от артелей и рыболовецких колхозов функция добычи рыбы перешла к государственным озрыбхозам и рыбхозам, за которыми закреплялись рыболовные угодья и которые могли интенсифицировать промысел и переработку рыбы. По ситуации на конец 1940-х — начало 1950-х гг. промысловым рыболовством занимались 10 озрыбхозов и 5 рыбхозов, в составе которых имелось 68 бригад гослова, 37 бригад рыбколхозов и 74 бригады прочих колхозов. В общем объеме вылова на этот период на долю бригад гослова приходилось 45,8 %, бригад рыбколхозов — 25,8 %, бригад колхозов — 28,4 % [3]. Уже в 1951 г. рыбхозами и озрыбхозами было выпущено рыбопродукции: охлажденной — 13,25 тыс. ц; мороженой — 5,66 тыс. ц; соленой — 10,31 тыс. ц; копченой, сушеной и вяленой — 0,96 тыс. ц; консервов — 29,7 туб.; реализовано раков — 219 ц. Оставшиеся артели (бригады скупа) в колхозах сдавали выловленную рыбу в озрыбхозы, в последующие годы — на рыбзаводы, получая за нее выручку по установленным государством закупочным ценам. В последующий период бригады гослова продолжали определять объемы производства, вылавливая от 58,2 до 66,2 % от общего вылова товарной озерно-речной рыбы [7]. Такая ситуация оставалась до начала — середины 70-х гг. XX ст., когда интенсификация и специализация сельского хозяйства сделали промысел рыбы для сельхозпредприятий низкодходным занятием, а функции основных рыбозаготовителей полностью перешли к государственным рыбзаводам. Динамика промыслового вылова рыбы во второй половине XX ст. отражена на рис. 3.

Анализ состояния рыболовства в этот период показывает, что устойчивый рост объемов вылова шел только до 1951 г., после чего уловы на некоторое время стабилизировались на уровне 27—



31 тыс. ц, а после 1959 г. (улов — 34,1 тыс. ц) наметился определенный их спад и стабилизация практически на тридцатилетний период уже на уровне годового вылова в объеме 20–25 тыс. ц.



Рис. 3. Вылов рыбы промыслом из водоемов Беларуси во второй половине XX ст.

Fig. 3. Fishing from reservoirs of Belarus in the second half of the twentieth century

Интенсивность рыболовства в этот период определялась не только возрастанием общего вылова, но и улова на одного рыбака, а также постепенным ростом числа применяемых орудий лова. По данным В. Р. Рыбалко — в период с 1944 по 1947 гг. улов вырос с 4,5 до 20,3 тыс. ц, улов на одного рыбака — с 3,8 до 14,7 ц, количество применяемых неводов — с 85 до 93, прочих сетных орудий — с 1478 до 2845 шт. [3]. В объеме общего вылова доминировал вылов из озер (58,4–86,4 %), на долю речного лова приходилось 15,7–30,6 %. В период с 1956 по 1970 гг. отмечен самый значительный рост производственной базы и механизации труда рыбаков. На вооружении рыбаков появились мехлебедки и мотольдобуры, катера (метчики и мотоневодники), при этом количество применяемых неводов и сетей оставалось примерно на одном уровне, а количество применяемых ловушек и число людей, задействованных на лову сократилось (последнее — на 21,6 % в период 1956–1971 гг.). Не смотря на сокращение штата рыбаков, вылов на одного рыбака гослова вырос с 35,5 ц до 41,2 ц, что позволило поддерживать общий вылов в пределах 20–25 тыс. ц на протяжении достаточно длительного времени [7]. Тенденция снижения объемов вылова по сравнению с началом 1950-х гг. объясняется как экономическими факторами, так и сложившимися подходами в регули-



ровании рыболовства. В составе уловов в этот период доминировали малоценные мелкочастиковые виды рыб (плотва, окунь, густера, карась и др.), а также сборные сорта — «мелочь» различных групп, представленные молодью мелкочастиковых рыб, а также ершом и уклейей. Долевое значение крупночастиковых рыб (щука, судак, лещ и др., включая зарыбляемые — карпа и растительноядных) на протяжении длительного времени колебалось в относительно небольших пределах (28,8–33,9 %). Значение отдельных мелкочастиковых видов рыб определялось тем, какую долю из них относили на сборные сорта «мелочь» и «неразбор». По мере совершенствования учета вылова долевое значение последних постепенно снижалось (рис. 4).

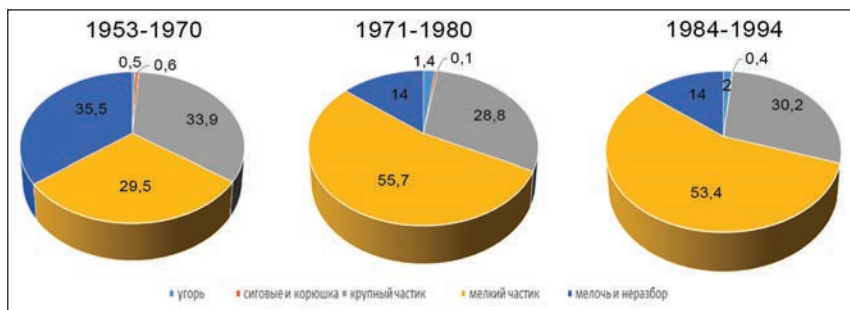


Рис. 4. Структура промыслового вылова по товарным сортам вылавливаемой рыбы на разных периодах эксплуатации, %

Fig. 4. Structure of commercial catch by commercial varieties of fish caught at different periods of operation, %

3. Рыболовство на современном этапе

Переход с середины 90-х гг. от принципов закрепления водоемов за достаточно крупными государственными рыбозаготовителями (рыбзаводами) к принципу аренды рыболовных угодий привел к появлению большого числа арендаторов (в том числе негосударственной формы собственности), которые не обладали навыками, технической базой и ресурсными возможностями, чтобы поддерживать объемы вылова на прежнем уровне. К тому же объемы допустимого вылова и качественный состав потенциальных уловов делами промысловый лов низкорентабельным, в результате количество арендаторов рыболовных угодий имело тенденцию к ежегодному сокращению (табл. 1).



Таблица 1. Аренда/пользование рыболовных угодий Республики Беларусь для ведения рыболовного хозяйства
Table 1. Lease/use of fishing grounds of the Republic of Belarus for conducting fishing industry

Год	Количество арендаторов/пользователей	Площадь (протяженность) используемых угодий		
		водоемы		водотоки
		озера, га	водохранилища и пруды, га	реки и каналы, км
2001	240	93419,8	20210,0	2090,5
2002	248	102575	24702,0	2342,0
2003	281	91238	26471,0	2147,0
2004	277	92126,4	29445,2	1954,0
2005	257	88422,3	18106,8	1796,1
2008	135	90752,6	1120,0	—
2009	152	84694	101,5	1803,7
2010	147	92705,8	1120,0	1080,0
2011	133	83585,6	1045,0	2230,5
2012	134	82754,3	1079	2424,4
2013	82	61924	1095,2	—
2014	100	65733	1251,2	—
2015	142	72348	10852	1100,0
2016	116	63903,2	9068,7	—
2017	109	53453,8	12850,1	677,8
2018	108	61166,0		576,7
2022	81	68348,4		534,5
2023	78	62020,5		455,9

Это также определяет объемы получаемого вылова, которые закономерно сокращались и в последние пять лет находятся на уровне всего лишь 500–600 т в год [8, 9]. Увеличение числа арендаторов в период 1996–2005 гг. привело к росту общего количества занятых на лову орудий лова и рыбаков, но не повлекло за собой роста уловов. Связано это как со слабой технической оснащенностью большинства арендаторов (в основном применяются ставные сети и гребные лодки), так и с относительно небольшими площадями рыболовных угодий, передаваемых конкретному субъекту хозяйствования для добычи рыбы. Так, в 1980 г. площадь рыболовных угодий, находящихся в пользовании одного рыбзавода (рыбхоза), составляла в среднем 6450 га (с колебаниями от 44 до 23 727 га), в то время как в 2004 г. эта величина не превышала 400 га. Наблюдаемое при этом увеличение количества за-



кидных неводов, декларируемых к применению на лову, не сопровождалось улучшением их качества. Если ранее уменьшение количества неводов сопровождалось ростом их длины, то в настоящее время только 20 % представлено орудиями длиной более 350 м. Все остальные невода — это бредни и подволоки длиной от 30 до 150 м (табл. 2) [8].

Таблица 2. Состав применяемых на водоемах Беларуси орудий лова и вылов рыбы

Table 2. Composition of fishing gear and catch used in the reservoirs of Belarus

Годы	Орудия лова, шт.					Вылов, тыс. ц
	невода	сети	ловушки	тралы	ЭЛУ	
1970–1979	105	3971	6584	—	3	21,9
1980–1989	87	2412	3117	1	5	21,8
1996–1997*	38	150	750	2	1	5,7
2004	185	6029**	1687	—	—	5,8

* Приведены данные только по ГО «Госрыбхоз».

** Общее количество сетей определено из расчета средней длины сети 50 м.

Изменение в соотношении облавливаемых площадей и численности рыбозаготовителей в большей степени отразилось на величине, чем на составе уловов. С начала 90-х гг. наметилось снижение общих объемов вылова по всем категориям рыболовных угодий (рис. 5).

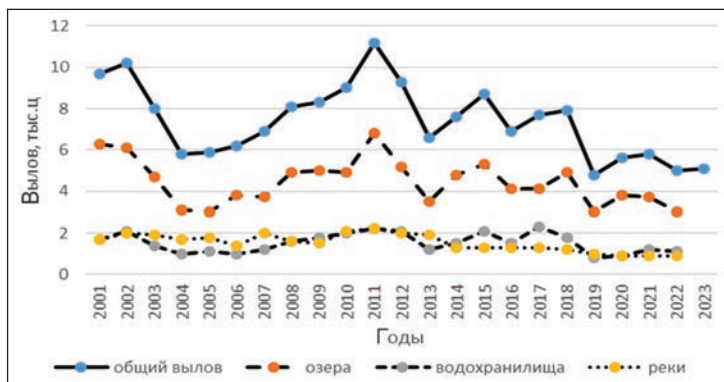


Рис. 5. Динамика промыслового вылова рыбы (общего и по категориям рыболовных угодий) на современном этапе

Fig. 5. Dynamics of commercial fish catch (general and by categories of fishing grounds) at the present stage



Уловы, которые на протяжении 30 лет находились в пределах 20–25 тыс. ц в год, к 2005 г. снизились до 6 тыс. ц, т. е. примерно в 3,3–4,1 раза. В то же время в структуре вылова сохранилась достаточно стабильная картина: основной объем вылова по-прежнему приходился на озера, а доля ценных видов рыб (угря, сиговых и крупного частика) в первое десятилетие XXI ст. составляла от 30 до 42 %. Наблюдаемые ранее различия в качественном составе уловов по отдельным категориям рыболовных угодий к настоящему времени сnivelированы, что связано с отмеченными изменениями в структуре применяемых орудий и, в некоторой степени, уменьшением загрязненности речных акваторий.

Снижение промыслового вылова в абсолютных величинах объясняется не столько изменением состояния ресурсов рыболовства (величины запасов рыб), сколько изменением числа облавливаемых водоемов, направленности лова в пользу селективных орудий рыболовства и достаточно узкого спектра вылавливаемых видов. Иными словами, промысловым рыболовством по экономическим причинам снизились площадь и протяженность облавливаемых угодий, использование неводов и практически перестали эксплуатироваться ресурсы мелких малоценных видов рыб (плотва, уклейка, ерш и т. п.), которые потеряли спрос у потребителя, что привело к снижению общего объема вылова [9]. Изменение значения различных орудий рыболовства в структуре промыслового вылова рыбы представлено на рис. 6.



Рис. 6. Изменение в структуре промыслового вылова по орудиям рыболовства
Fig. 6. Changes in the structure of commercial catch by fishing gear

В настоящее время в промысловых уловах фигурирует 25 видов рыб из 27, учитываемых промысловой статистикой. По долевого значению преобладают мирные карповые, включая некоторых



вселенцев: карп — в среднем 4 %, толстолобик и белый амур — 8 %, карась серебряный — 23,6 % (рис. 7).



Рис. 7. Структура промыслового вылова по товарным сортам вылавливаемой рыбы на современном этапе, %

Fig. 7. Structure of commercial catch by commercial varieties of fish caught at the present stage, %

Значение угря постепенно снижается (в среднем до 0,9 %) по мере сокращения запасов на фоне отсутствия нового зарыбления. Доля крупночастиковых видов (8 видов, из них наиболее многочисленный — лещ) несколько возросла и в среднем составила 37 %, из них на долю крупных хищников (щука, судак, сом, жерех) суммарно приходится 12,8 %. Доля мелкочастиковых видов рыб в целом остается высокой (около 50 %) и в значительной степени определяется уловами карася серебряного, на долю которого в структуре общего вылова по годам приходилось от 14 до 25,5 %. На долю такого массового вида, как плотва в настоящее время приходится всего 3,8 %, тогда как в период интенсивного промысла доходила до 31,6–39,6 % [10]. В целом за период с конца 1990-х гг. наблюдается устойчивая тенденция сокращения доли в уловах мелкочастиковых видов в пользу крупночастиковых. Доля последних в коммерческом вылове за два последних года стала еще выше и, по данным промысловой статистики, возросла до 74,5 % в 2022 г. и 51,4 % в 2023 г.

Часть рыболовных угодий передана в аренду/пользование для ведения рыболовного хозяйства путем промыслового рыболовства и организации платного любительского рыболовства либо только для организации платного любительского рыболовства.



Последнее осуществляется на основе реализации арендаторами/пользователями путевок на право лова. Количество реализуемых путевок и объемы вылова по ним отражаются в статистических отчетах (табл. 3) [11–20].

Таблица 3. Реализация путевок на платное любительское рыболовство и вылов рыбы по ним

Table 3. Implementation of vouchers for paid amateur fishing and fishing on them

Год	Количество реализованных путевок, шт.	Вылов рыбы по путевкам, т
2011	Нет данных	774,8
2012	165955	433,8
2013	107515	354,8
2014	150188	Нет данных
2015	164656	Нет данных
2016	142925	Нет данных
2018	159137	Нет данных
2019	163297	Нет данных
2020	130686	Нет данных
2021	134704	473,8
2022	143896	477,1
2023	126778	488,5

В уловах этой категории любителей фигурирует 21 вид рыб из 27, учитываемых промысловой статистикой. По долевого значению также преобладают мирные карповые, включая некоторых вселенцев (лещ – 23,8 %, плотва – 15,4 %, карась серебряный – 12,7 %, карп – 1,9 %), но доля крупных хищников суммарно выше, чем в промысловом вылове, и составила 14,7 %. Последнее объясняется целевой направленностью любительского лова на хищных и крупных особей, для обеспечения чего пользователи рыболовных угодий осуществляют направленное зарыбление. Видовая структура любительских уловов за последние годы представлена на рис. 8.

Вылов рыбы любителями на общих основаниях не имеет точных данных по структуре и объему изъятия и оценивается экспертно на основании анкетных опросов. Так, проведенный органами рыбоохраны опрос репрезентативной выборки любителей по шести областям страны показал, что годовой вылов этой категорией пользователей составил 2465 т [21]. По данным авторов, в структуре уловов любителей было отмечено 19 видов рыб, из них доминирующее значение имели 5 – плотва, лещ, щука, окунь и карась (рис. 9).



Рис. 8. Видовая структура уловов рыбы при организации платного любительского рыболовства, %

Fig. 8. Species structure of fish catches in the organization of paid amateur fishing, %

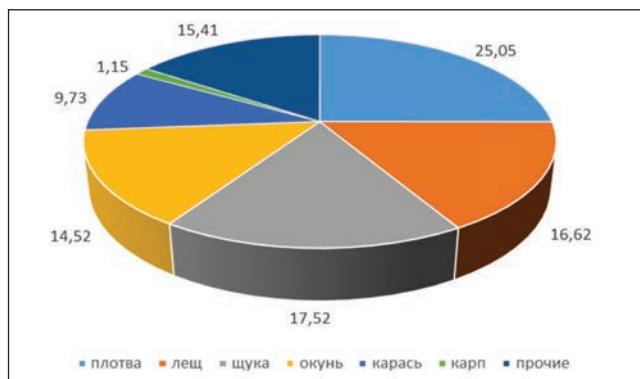


Рис. 9. Видовая структура уловов рыбы любительским рыболовством на общих основаниях, %

Fig. 9. The species structure of fish catches by amateur fishing on a general basis, %

Органами государственной статистики на основании собственных методик приводятся данные любительского вылова [11–19]. В частности, по данным государственной статистики граждане Беларуси на протяжении 2011–2021 гг. вылавливали для собственного потребления от 5146 до 7987 т. рыбы в год, что в 7–10 раз превышало промысловый (коммерческий) вылов за аналогичный период (рис. 10).

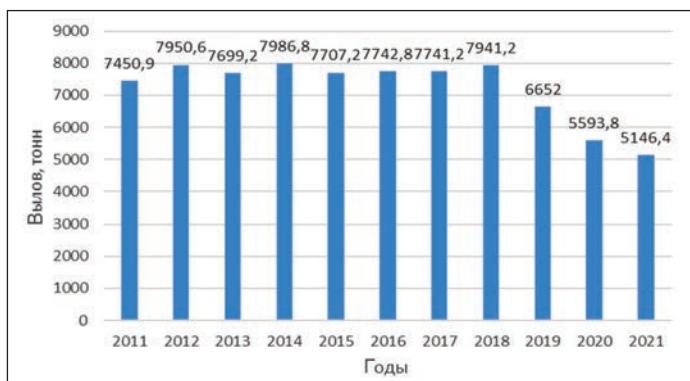


Рис. 10. Вылов рыбы рыболовами-любителями (по данным статистических органов)

Fig. 10. Fishing by amateur fishermen (according to statistical authorities)

Для повышения эффективности промыслового лова, поддержания численности хозяйственно значимых видов рыб и повышения привлекательности для рыболовов-любителей (на возмездной основе) арендаторы/пользователи рыболовных угодий ежегодно осуществляют их зарыбление молодью аборигенных и нагуливающих видов рыб. В зарыблении хищными видами используют преимущественно подрощенных личинок, мирных карповых – сеголетков и двухлетков. В общей сложности за период 2021–2023 гг. в рыболовные угодья было посажено 25,7 млн экз. разновозрастных рыб 9 видов, общей массой более 190 т (табл. 4).

Таблица 4. Зарыбление рыболовных угодий за 2021–2023 гг.

Table 4. Stocking of fishing grounds for 2021–2023

Вид рыб	Посажено по годам, тыс. экз.			Среднее за 2021–2023 гг., %
	2021	2022	2023	
Карп	205,43	9148,47	57,62	36,6
Амур белый	27,35	5,02	21,30	0,2
Толстолобик	81,97	81,45	21,23	0,7
Карась серебряный	321,47	82,67	8,31	1,6
Язь	0	2,50	1,14	0,01
Щука	5753,15	6226,07	2513,09	56,4
Судак	43,88	0	0	0,2
Сом	812,15	211,63	50,34	4,2
Угорь	0,17	0	0	<0,01
Всего	7245,59	15757,82	2673,02	100



Из аборигенных видов в объеме вселения по численности доминировала щука (56,4 %), из нагуливающих — карп (36,6 % от общей численности и 43,9 % от общей массы вселенцев).

Заключение. Рыболовство в Беларуси на разных этапах развития выполняло различные функции: от самообеспечения населения доступной белковой пищей и решения вопросов получения дополнительной коммерческой прибыли некоторой частью населения до включения в государственную политику обеспечения населения продовольствием за счет использования местных ресурсов. В настоящее время функции рыболовства несколько изменились: продовольственное обеспечение утратило свое первостепенное значение, актуальность приобрели вопросы занятости на местах, поддержания порядка в прибрежной полосе и оказания сопутствующих услуг, рационального использования рыбных ресурсов и сохранения биоразнообразия. Основной пресс на рыбные ресурсы в настоящее время оказывает любительское рыболовство, объемы изъятия которым многократно превышают промысловый вылов. Как в промысловом, так и в любительском рыболовстве проявляется тенденция на изъятие относительно небольшой группы видов, тогда как ресурсы других, ранее интенсивно облавливаемых, в настоящее время недостаточно используются.

Список использованных источников

1. Каспяровіч, Г. І. Традыцыі жывелагадоулі Беларусі / Г. І. Каспяровіч [і інш.]; навук. рэд. Г. І. Каспяровіч. — Мінск: Беларус. навука, 2019. — С. 107–111.
2. Браім, І. М. Рыбалоўства ў Беларусі / І. М. Браім. — Мінск, 1976. — С. 11–16.
3. Рыбалко, В. Р. Развитие озерного рыбного хозяйства в БССР в послевоенные годы / В. Р. Рыбалко // Тр. Белорус. отд. ВНИОРХ. — Минск, БГУ, 1957. — Т.1. — С. 22–33.
4. Рыболовство и рыбоводство в Северо-Западном крае / под ред. Н. Ю. Зограф, Ю. Н. Зограф // Тр. ОИОА, М.: Т. V, 1907. — С. 196–282.
5. Лиходеев, В. В. В поисках утраченного. История рыбного промысла на белорусских землях [Электронный ресурс] / В. Лиходеев. — 2022. — Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/rybatskoe-schaste-rukami-ne-izmerit.html/> — Дата доступа 22.10.2022.
6. Савина, Н. О. Рыбные ресурсы озер Белорусской ССР и перспективы их улучшения / Н. О. Савина // Тр. Белорус. отд. ВНИОРХ. Минск, изд. БГУ. — 1957. — Т.1. — С. 71–103.



7. Штейнфельд, А. Л. Состояние рыболовства в водоемах Белоруссии / А. Л. Штейнфельд // Вопросы рыбного хозяйства Белоруссии: тр. БелНИИРХ. — 1973. — Т. IX. — С. 135–156.
8. Костоусов, В. Г. О состоянии рыбных ресурсов и рыболовства в естественных водоемах Республики Беларусь / В. Г. Костоусов, И. И. Оношко, А. В. Лещенко // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. — Минск, 2006. — В. 22. — С. 76–89.
9. Костоусов, В. Г. Оценка состояния рыбного промысла и ресурсов рыб по результатам мониторинга рыболовства / В. Г. Костоусов // Современное состояние водных биоресурсов: материалы междунар. конф., Новосибирск, 11–13 ноября 2021 г. / под общ. ред. Е. В. Пищенко, И. В. Морузи. — Новосибирск: НГАУ, 2021. — С. 142–151.
10. Жуков, П. И. Динамика уловов рыбы из водоемов Белоруссии за 1945–1995 годы / П. И. Жуков // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. — Минск, 1997. — В. 15. — С. 105–118.
11. О развитии рыбохозяйственной деятельности в Республике Беларусь: статистический бюллетень Национального статистического комитета Республики Беларусь, Минск, 2013. — С. 12.
12. О рыбохозяйственной деятельности в Республике Беларусь за январь–декабрь 2012 г.: статистический бюллетень Национального статистического комитета Республики Беларусь, Минск, 2013. — С. 19.
13. О развитии рыбохозяйственной деятельности в Республике Беларусь 2013–2014 г.: статистический бюллетень Национального статистического комитета Республики Беларусь, Минск, 2015. — С. 12.
14. О рыбохозяйственной деятельности в Республике Беларусь за 2014 г.: статистический бюллетень Национального статистического комитета Республики Беларусь, Минск, 2015. — С. 22.
15. О рыбохозяйственной деятельности в Республике Беларусь за 2015 г.: статистический бюллетень Национального статистического комитета Республики Беларусь, Минск, 2016. — С. 15.
16. Рыбохозяйственная деятельность в Республике Беларусь за 2016 год: статистический бюллетень Национального статистического комитета Республики Беларусь, Минск, 2017. — С. 15.
17. Рыбохозяйственная деятельность в Республике Беларусь за 2019 год: статистический бюллетень Национального статистического комитета Республики Беларусь, Минск, 2020. — С. 15.
18. Рыбохозяйственная деятельность в Республике Беларусь за 2021 год: статистический бюллетень Национального статистического комитета Республики Беларусь, Минск, 2022. — С. 15.
19. Рыбохозяйственная деятельность в Республике Беларусь за 2022 год: статистический бюллетень Национального статистического комитета Республики Беларусь, Минск, 2023. — С. 15.
20. Рыбохозяйственная деятельность в Республике Беларусь за 2023 год: статистический бюллетень Национального статистического комитета Республики Беларусь, Минск, 2024. — С. 15.



21. Борсук, Т. А. Любительское рыболовство в Республике Беларусь / Т. А. Борсук, В. М. Муратов, В. Ч. Романовский // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. — Минск, 2003. — В. 19. — С. 246–249.

Reference

1. Kaspyarovich, G. I. Tradyczii zhyvelagadouli Belarusi / G. I. Kaspyarovich [i insh.]; navuk. red. G. I. Kaspyarovich. — Minsk: Belaruskaya navuka, 2019. — S. 107–111.
2. Braim, I. M. Rybaloustva u Belarusi / I. M. Braim. — Minsk, 1976. — S. 11–16.
3. Rybalko, V. R. Razvitie ozernogo rybnogo khozyajstva v BSSR v poslevoennyye gody / V. R. Rybalko // Tr. Belorus. otd. VNIORKh. — Minsk, BGU, 1957. — T. 1. — S. 22–33.
4. Rybolovstvo i rybovodstvo v Severo-Zapadnom krae / pod red. N. Yu. Zograf, Yu. N. Zograf // Tr. OIOA. — M.: T.V., 1907. — S. 196–282.
5. Likhodeev, V. V poiskakh utrachennoy. Istoriya rybnogo promysla na belorusskikh zemlyakh [Elektronnyy resurs] / V. Likhodeev. — 2022. — Rezhim dostupa: <https://www.sb.by/articles/rybatskoe-schaste-rukami-ne-izmerit.html> / — Data dostupa 22.10.2022.
6. Savina, N.O. Rybnye resursy ozer Belorusskoy SSR i perspektivy ikh uluchsheniya / N.O. Savina // Tr. Belorus. otd. VNIORKh. Minsk, izd. BGU. — 1957. — T. 1. — S. 71–103.
7. Shteinfeld, A. L. Sostoyanie rybolovstva v vodoemakh Belorussii / A. L. Shteinfeld // Voprosy rybnogo khozyajstva Belorussii: tr. BelNIIRKh. — 1973. — T. IX. — S. 135–156.
8. Kostousov, V. G. O sostoyanii rybnokh resursov i rybolovstva v estestvennykh vodoemakh Respubliki Belarus / V. G. Kostousov, I. I. Onoshko, A. V. Leshhenko // Voprosy rybnogo khozyajstva Belarusi: sb. nauch. tr. — Minsk, 2006. — V. 22. — S. 76–89.
9. Kostousov, V. G. Otsenka sostoyaniya rybnogo promysla i resursov ryb po rezul'tatam monitoringa rybolovstva / V. G. Kostousov // Sovremennoe sostoyanie vodnykh bioresursov: mater. mezhdynar. konf., Novosibirsk, 11–13 noyabrya 2021 g. / pod obshh. red. E. V. Pishhenko, I. V. Moruzi. — Novosibirsk: NGAU, 2021. — S. 142–151.
10. Zhukov, P. I. Dinamika ulovov ryby iz vodoemov Belorussii za 1945–1995 gody / P. I. Zhukov // Voprosy rybnogo khozyajstva Belarusi: sb. nauch. tr. — Minsk, 1997. — V. 15. — S. 105–118.
11. O razvitii rybokhozyajstvennoy deyatel'nosti v Respublike Belarus: statisticheskij byulleten Natsionalnogo statisticheskogo komiteta Respubliki Belarus, Minsk, 2013. — S. 12.
12. O rybokhozyajstvennoy deyatel'nosti v Respublike Belarus za yanvar-dekabr 2012 g.: statisticheskij byulleten Natsionalnogo statisticheskogo komiteta Respubliki Belarus, Minsk, 2013. — S. 19.



13. O razvitii rybokhozyajstvennoj deyatel'nosti v Respublike Belarus 2013–2014 g.: statisticheskij byulleten Naczionalnogo statisticheskogo komiteta Respubliki Belarus, Minsk, 2015. – S. 12.
14. O rybokhozyajstvennoj deyatel'nosti v Respublike Belarus za 2014 g.: statisticheskij byulleten Naczionalnogo statisticheskogo komiteta Respubliki Belarus, Minsk, 2015. – S. 22.
15. O rybokhozyajstvennoj deyatel'nosti v Respublike Belarus za 2015 g.: statisticheskij byulleten Naczionalnogo statisticheskogo komiteta Respubliki Belarus, Minsk, 2017. – S. 15.
16. Rybokhozyajstvennaya deyatel'nost v Respublike Belarus za 2019 god: statisticheskij byulleten Naczionalnogo statisticheskogo komiteta Respubliki Belarus, Minsk, 2020. – S. 15.
17. Rybokhozyajstvennaya deyatel'nost v Respublike Belarus za 2021 god: statisticheskij byulleten Naczionalnogo statisticheskogo komiteta Respubliki Belarus, Minsk, 2022. – S. 15.
18. Rybokhozyajstvennaya deyatel'nost v Respublike Belarus za 2022 god: statisticheskij byulleten Naczionalnogo statisticheskogo komiteta Respubliki Belarus, Minsk, 2023. – S. 15.
19. Rybokhozyajstvennaya deyatel'nost v Respublike Belarus za 2023 god: statisticheskij byulleten Naczionalnogo statisticheskogo komiteta Respubliki Belarus, Minsk, 2024. – S. 15.
20. Borsuk, T. A. Lyubitelskoe rybolovstvo v Respublike Belarus / T. A. Borsuk, V. M. Muratov, V. Ch. Romanovskij // Voprosy rybnogo khozyajstva Belarusi: sb. nauch. tr. – Minsk, 2003. – V. 19. – S. 246–249.

Сведения об авторах

Костюсов Владимир Геннадьевич — кандидат биологических наук, доцент, заместитель директора по научной работе, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: vkostousov@tut.by. ORCID: 0000–0002–3926–9432

Information about authors

Vladimir G. Kostousov — Ph.D. (Biology), Associate Professor, Deputy Director of Science, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: vkostousov@tut.by. <http://orcid.org/0000-0002-3926-9432>

ВОПРОСЫ СЕЛЕКЦИИ И ГЕНЕТИКИ



В. Ю. Агеец¹, О. Н. Вишневская¹, Т. А. Сергеева³, М. В. Книга¹,
А. Ю. Крук¹, И. А. Орлов¹, Д. А. Жмойдяк¹, А. И. Царь²,
М. С. Парфенчик², В. Н. Кипень², В. А. Лемеш²

¹Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси,
Минск, Республика Беларусь

²Институт генетики и цитологии, Национальная академия наук Беларуси,
Минск, Республика Беларусь

³Государственное объединение по мелиорации земель, водному и рыбному
хозяйству «Белводхоз», Минск, Республика Беларусь

ЭКСТЕРЬЕРНЫЕ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БЕЛОРУССКОЙ ПОПУЛЯЦИИ САРБОЯНСКОЙ ПОРОДЫ КАРПА

Аннотация. В данном исследовании объектом изучения выступал зеркальный карп сарбоаянской породы, который входит в состав коллекционного ремонтно-маточного стада СПУ «Изобелино». Во время инвентаризации и бонитировки ремонтно-маточного стада карпа сарбоаянской породы были отобраны образцы биологического материала от старшего ремонта и производителей сарбоаянского карпа для последующих молекулярно-генетических исследований. С учетом генетического разнообразия особей была сформирована селекционная группа производителей, а их оценка осуществлялась по комплексу фенотипических характеристик.

Отмечено, что пятое и шестое поколения сарбоаянского карпа из коллекционного стада сохраняют характерные черты стандарта породы. Производители характеризуются высокими коэффициентами упитанности (2,96 и 3,34 соответственно), а также имеют высокоспинную форму тела с укороченным хвостовым стеблем.

При изучении старшего ремонта и производителей сарбоаянского карпа по локусу трансферрина была установлена высокая степень гетерогенности. Выделены 5 аллелей: А, А', В, С и Y, которые формируют 10 генотипов. В процессе формирования маточного стада сарбоаянского карпа было решено маркировать его аллелями А, А', В и С.

Для анализа генетической структуры выборки ремонтно-маточного стада сарбоаянского карпа из 60 особей использовалась программа GenAIEx v.6.5 с получением таких характеристик, как среднее количество аллелей на локус (Na), эффективное число аллелей (Ne), уровни ожидаемой (He) и наблюдаемой (Ho) гетерозиготности, значение информационного индекса Шеннона (I) и индекс фиксации (FIS).



Изучалось разнообразие аллелей по 14 микросателлитным локусам (MFW1, MFW2, MFW6, MFW9, MFW10, MFW11, MFW13, MFW16, MFW20, MFW24, MFW26, MFW28, MFW29 и Cid0909) в исследуемой выборке. Каждый из локусов был представлен либо двумя аллелями (гетерозиготное состояние), либо одним аллелем (гомозиготное состояние). Установлено, что в исследованной выборке в 14 STR-локусах было идентифицировано 187 аллелей. Число аллелей в этих локусах варьировалось от 7 до 20 при среднем значении $13,429 \pm 0,912$.

Согласно графику главных компонент (PCA), выборка сарбоянского карпа показывает значительное генетическое разнообразие. На основании результатов ДНК-типирования образцов установлено, что наиболее генетически разнообразными являются 10 особей ($K \geq 8$), которые имеют высокий уровень разнообразия. В то же время 8 особей показывают средний уровень разнообразия. Генетически обедненных особей ($K \leq 4$), с низким уровнем генетического разнообразия, в выборке не было обнаружено.

Выполненный анализ молекулярной дисперсии (AMOVA) выявил особей с различными частотами аллельных вариантов по изучаемым локусам, которые могут стать потенциальными парами для скрещивания.

Таким образом, расчет генетических показателей для каждой особи позволяет выявить перспективных производителей для участия в селекционных программах, исходя из их высоких показателей гетерозиготности, а также оптимизировать процессы поддержания ремонтно-маточного стада и селекции (провести подбор пар для скрещивания).

Ключевые слова: сарбоянский карп, фенотипические признаки, генетическое разнообразие, трансферрин, генетическая структура, микросателлитные локусы, ДНК-маркеры

Uladzimir Yu. Aheyets¹, Olga N. Vishneuskaya¹, Tatiana A. Sergeeva³,
Maria V. Kniga¹, Anastasiya Yu. Kruk¹, Ivan A. Orlov¹, Daria A. Zhmoydyak¹,
Nastassia I. Tsar², Maria S. Parfenchyk², Viachaslau N. Kipen², Valentina A. Lemesh²

¹*Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus*

²*Institute of Genetics and Cytology, National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus*

³*State Association for Land Reclamation, Water and Fisheries "Belvodkhoz",
Minsk, Republic of Belarus*

EXTERIOR AND GENETIC FEATURES OF THE BELARUSIAN POPULATION OF SARBOYAN CARP BREED

Abstract. This study focused on mirror carp of the Sarboyan breed, which are part of the collection breeding stock of SPU "Izobelino."



During the research, biological material samples were collected from the senior breeding stock and producers of Sarboyan carp for subsequent molecular-genetic studies. The formation of a selection group of producers was conducted with consideration of the genetic diversity of the individuals, and their assessment was made based on a set of phenotypic characteristics.

It was noted that the fifth and sixth generations of Sarboyan carp from the collection stock retain the characteristic features of the breed standard. The producers are characterized by high condition coefficients (2.96 and 3.34, respectively) and possess a high-backed body shape with a shortened tail stem.

A high degree of heterogeneity was established while studying the senior breeding stock and producers of Sarboyan carp at the transferrin locus. Five alleles were identified: A, A', B, C, and Y, which form 10 genotypes. In the process of forming the breeding stock of Sarboyan carp, it was decided to mark it with alleles A, A', B, and C.

To analyze the genetic structure of a sample of the breeding stock of 60 Sarboyan carp, GenAIEx v.6.5 software was used, yielding characteristics such as the mean number of alleles per locus (N_a), effective number of alleles (N_e), levels of expected (H_e) and observed (H_o) heterozygosity, the Shannon information index (I), and fixation index (FIS).

The diversity of alleles was studied across 14 microsatellite loci (MFW1, MFW2, MFW6, MFW9, MFW10, MFW11, MFW13, MFW16, MFW20, MFW24, MFW26, MFW28, MFW29, and Cid0909) in the studied sample. Each locus was represented by either two alleles (heterozygous state) or one allele (homozygous state). It was found that the researched sample of Sarboyan carp identified 187 alleles across the 14 STR loci. The number of alleles in these loci varied from 7 to 20, with a mean of 13.429 ± 0.912 .

According to the principal component analysis (PCA) graph, the sample of Sarboyan carp shows significant genetic diversity. Based on the DNA profiling results of the Sarboyan carp samples, it was established that the most genetically diverse were 10 individuals ($K \geq 8$), which demonstrated a high level of diversity. At the same time, 8 individuals showed average levels of diversity. No genetically impoverished individuals ($K \leq 4$), with low genetic diversity, were found in the sample.

The analysis of molecular variance (AMOVA) revealed individuals with different frequencies of allelic variants across the studied loci, which could become potential pairs for breeding:

Thus, the calculation of genetic indicators for each individual allows for the identification of promising producers for participation in breeding programs based on their high heterozygosity levels, as well as optimizing



the maintenance processes of the breeding stock and selection (pairing for breeding).

Keywords: Sarboyan carp, phenotypic traits, genetic diversity, transferrin, genetic structure, microsatellite loci, DNA markers

Введение. В настоящее время в рыбоводных хозяйствах Беларуси местные малопродуктивные, заинбредированные стада карпа заменены на высокоценное племенное поголовье, представленное различными породами карпа и их высокопродуктивными помесями. Вместе с традиционными породами белорусской селекции в состав коллекционного стада СПУ «Изобелино» включены несколько пород карпа зарубежной селекции [1]. С целью расширить генетическое разнообразие пород, используемых в промышленной гибридизации для достижения гетерозисного эффекта, в 1990–1992 гг. в республику были завезены югославский, немецкий, сарбомянский карпы и карп фресинет [2].

В настоящее время сарбомянский карп, завезенный в СПУ «Изобелино», сохранен в чистом виде и представлен пятым и шестым поколениями. Наличие высокой общей комбинационной способности этой породы подтверждено экспериментально [2, 3]. Племенная работа с коллекционным генофондом сарбомянского карпа направлена на сохранение его генетической чистоты, контроля инбридинга, а также на изучение комбинационной способности исходного материала и подбор лучших компонентов для скрещивания. В связи с этим осуществляется мониторинг комплекса генетических, рыбохозяйственных, физиолого-биохимических и биохимических признаков сарбомянского карпа, входящего в состав коллекционного ремонтно-маточного стада.

В мировом рыбоводстве, в том числе и в Беларуси, молекулярно-генетический анализ ремонтно-маточных стад достаточно широко внедряется в практику карповодства, что повышает эффективность племенной работы в аквакультуре. Одним из распространенных типов генетических маркеров являются микросателлиты (SSR-маркеры, англ. Simple sequence repeats (SSRs)). Популярность использования микросателлитов для изучения генетического разнообразия внутри и между популяциями/породами обусловлена их высокой полиморфностью, кодоминантным наследованием, равномерностью распределения по всему геному, а также экономической эффективностью [22]. SSR-анализ позво-



ляет охарактеризовать генетический полиморфизм представителей разных видов и подвидов, может использоваться для внутри- и межвидовой идентификации генотипов [23].

Целью исследований являлось создание заводского зеркального типа в породе карпа сарбоаянский.

Для этого были решены следующие задачи:

- провести инвентаризацию и бонитировку имеющегося ремонтно-маточного стада сарбоаянского карпа;
- исследовать имеющееся стадо по маркирующим генетическим признакам;
- сформировать селекционную группу производителей, подобранных с учетом генетического разнообразия особей;
- оценить их по комплексу фенотипических признаков.

Материалы и методы исследований. На основе инвентаризации и бонитировки по общепринятым методикам осенью проводили рыбохозяйственную и фенотипическую оценку сарбоаянской породы карпа. Данные по рыбохозяйственным, морфометрическим и генетическим показателям стандарта (первого поколения) и современного состояния (пятого-шестого поколения) получены с использованием общепринятых методик [4, 5, 6].

Комплекс рыбохозяйственных признаков включал среднештучную массу производителей (и далее всех возрастных групп), их выживаемость [7].

Сеголетков сарбоаянской породы карпа выращивали отдельно в сходных прудах с одинаковым режимом кормления, санитарно-профилактических мероприятий, в одинаковых гидрохимических условиях [7, 8]. Осенью и весной перед размещением на зимовку и выращивание рыбу метили серийными механическими метками, которые подновляли в период весеннего и осеннего облова и сохраняли до конца жизни рыбы [9, 10]. У старшего ремонта (четырёхлетки, четырёхгодовики и старше) проводится индивидуальное мечение холодо-водорастворимыми красителями [11], а также мечение индивидуальными электронными чипами. Все производители и старший ремонт коллекционного ремонтно-маточного стада в настоящее время помечены индивидуально в соответствии с принятой схемой.

Биохимико-генетические исследования проводили методом электрофореза в полиакриламидном геле (ПААГ) в камере вертикальной модификации Г.Н. Нефедова и К.А. Трувелера [15].



ПААГ готовили по методу Б. Девиса [16], окрашивание гелевых блоков — по модификации А. Таммерта [17]. Белки трансферрина выявляли методом окрашивания в спиртово-уксусном растворе сложного красителя Кумасси и просветляли в таком же растворе без красителя. Закрепление окраски и временное хранение фореграмм проводили в спиртово-уксусном растворе [18].

Статистическую обработку собранного материала проводили общепринятыми методами [19, 20, 21]. Все результаты, полученные в ходе многочисленных опытов и экспериментов, обработаны биометрически в пакете EXCEL.

Для проведения исследований генома производителей сарбоянского карпа была проведена оптимизация условий ПЦР, состава реакционной смеси и режима амплификации. ПЦР проводилась в 25 мкл реакционной смеси, содержащей буфер для Taq-полимеразы (650 мМТрис- HCl , 166 мМ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 0,2 % Твин 20, pH 8,8), 0,2 мМдНТФ, 2,5 пМ каждого праймера, 2,5 мМ MgCl_2 , 0,5 ед. High-Fidelity ДНК-полимеразы («ОДО Праймтех»), 10–20 нг исследуемой ДНК. Программа амплификации включала следующие температурные режимы: 1 цикл (95 °C — 5 мин), 35 циклов (95 °C — 1 мин, 57 °C — 1 мин, 72 °C — 1 мин 20 с), 1 цикл (72 °C — 10 мин). Продукты реакции визуализировались в 1,5 % агарозном геле при окраске раствором бромид этидия.

Определение размеров ампликонов осуществлялось путем капиллярного гель-электрофореза на приборе с высокой разрешающей способностью ABI 3500 Genetic Analyzer, который, считывая флуоресцентный сигнал, определял размер фрагмента в сравнении с размерным стандартом Orange 500 DNA Size Standard («Nimagen»). Обработка полученного массива данных проводилась с использованием ПО Gene Mapper Software v5.

С использованием GenAIEx v.6.5 [24] рассчитаны показатели, характеризующие генетическую структуру выборки ремонтно-маточного стада сарбоянского карпа:

Na (среднее количество выявленных аллелей на локус) — показатель, который позволяет оценить аллельное разнообразие в популяции, основываясь на общем числе выявленных вариантов;

Ne (количество эффективных аллелей) — показатель, который характеризует распространенность аллелей, которые теоретически необходимы для достижения той же ожидаемой гетерозиготности,



что и в изучаемой популяции; позволяет определить разнообразие с учетом частоты встречаемости аллелей по конкретному локусу;

Но (наблюдаемая гетерозиготность) — показатель изменчивости (полиморфности) популяции, который описывает долю гетерозиготных генотипов в эксперименте;

Не (ожидаемая гетерозиготность) — показатель, который описывает долю гетерозиготных генотипов, ожидаемых в равновесии Харди-Вайнберга;

I (индекс разнообразия Шеннона) — количественная мера, которая отражает, сколько различных типов (например, субпопуляций) имеются в наборе данных (популяции); индекс позволяет произвести статистическую оценку изучаемых выборок и оценить значимость различий между уровнями разнообразия;

F_{IS} (индивидуальный индекс фиксации) — позволяет оценить степень родственного спаривания особей в субпопуляции, отражает отклонения генотипических частот с точки зрения недостатка или избытка гетерозигот.

Результаты исследований и их обсуждение. Состав ремонтно-маточного стада сарбоянского карпа. В настоящее время племенное коллекционное стадо сарбоянского карпа в СПУ «Изобелино» представлено пятым и шестым поколениями.

Ремонтно-маточное стадо представлено младшими (сеголетки) и старшими (трехлетки) ремонтными группами и производителями (пятiletки и старше).

Рыбохозяйственные показатели ремонтно-маточного стада (данные осени 2023 г.) представлены в табл. 1, а его состав — в табл. 2.

Таблица 1. Рыбохозяйственные показатели ремонтно-маточного стада сарбоянского карпа

Table 1. Fishery indicators of the Sarboyan carp broodstock

Возраст	Посажено			Вывлечено			Выживаемость, %
	количество, экз.	средняя масса, г	вес, кг	количество, экз.	средняя масса, г	вес, кг	
0+	6000	—	—	1240	40,5	51,4	21,2
2+	27	370,4	10,0	23	1291,3	29,7	85,2
4+	46	1993,5	91,7	46	2830,4	130,2	100
6+	22	3750,0	82,5	19	4905,3	93,2	86,4
8+	6	5410	30,8	6	6066,7	36,4	100
Итого	6101	—	214,7	1364	—	340,9	—



Таблица 2. Наличие коллекционного стада карпа чистых линий сарбоянского карпа в СПУ «Изобелино»
 Table 2. Availability of a collection stock of pure lines of Sarboyan carp in the SPU "Izobelino"

Возраст, лет	Наличие осенью 2023 г., экз.	Отобрано осенью, экз.	Процент отобранных особей	Средняя масса производителей, г
0+	1270	1140	89,8	40,1
2+	23	23	85,2	1291,3
4+	46	46	100,0	2830,4
6+	19	16	72,7	4768,8
8+	6	2	40,0	5250,0
В том числе производителей	71	64	84,0	—

Младшая ремонтная группа (сеголетки) сарбоянского карпа включает 1140 экз. средней массой тела 40,1 г. Старший ремонт (трехлетки) представлен 23 экз. со средней массой 1291 г. Стадо производителей насчитывает 64 экз., в том числе пятого поколения — 46 пятилеток (29 самок и 17 самцов, живой массой 2879 и 2527 г. соответственно), 16 семилеток (11 самок и 5 самцов, живой массой 5256 и 4180 г. соответственно). В стаде сохранены 2 производителя первой генерации пятого поколения (девятилетки) — 2 экз. (самки), ранее не использовавшиеся для получения племенного потомства.

Для дальнейшего использования оставлено 84 % производителей, имевшихся весной.

В процессе бонитировки отобрано 100 образцов биологического материала (кусочки плавников) у производителей сарбоянского карпа для проведения молекулярно-генетических исследований, которые в соответствии с требованиями методики, были зафиксированы в 96 % этиловом спирте.

Характеристика сарбоянского карпа. Происхождение. Сарбоянский карп (рис. 1) является породой, выведенной в России, для создания которой использовались зеркальные карпы из белорусского рыбхоза «Тремля», а также амурский сазан и ропшинский карп группы (ММ). В процессе селекции были сформированы три зональных типа сарбоянского карпа: северный, омский и степной. Эти типы характеризуются сплошным чешуй-



чатым покрывом, и при разведении дают небольшое расщепление по чешуйному покрову (не превышающим 15 % зеркальных особей).



Рис. 1. Двухлетки сарбоянского карпа пятого поколения в СПУ «Изобелино»
Fig. 1. Two-year-old Sarboyan carp of the fifth generation in the SPU "Izobelino"

Главной целью селекции сарбоянского карпа было создание породы, подходящей для разведения в условиях степной зоны Западной Сибири, что включало повышение плодовитости при естественном нересте и улучшение выживаемости молоди в первые два года.

Первая генерация гибридов была получена в 1961–1962 гг. в рыбсовхозе «Зеркальный» в Новосибирской области. При воспроизводстве гибридов проводилось возвратное скрещивание с зеркальным карпом, что позволило сформировать поголовье северного типа. В его наследственности содержится $1/8$ доля амурского сазана. Во втором поколении произошло скрещивание гибридов первого поколения зеркального карпа с ропшинским карпом и амурским сазаном, результатом чего стало маточное стадо омского типа, которое содержит $3/16$ доли амурского сазана.



В 1978 г., путем скрещивания северного и омского типов, было получено потомство четвертого поколения, сформировавшее массив степного типа, в котором 5/32 доли составляет наследственность амурского сазана.

Сарбомянский карп был завезен в Беларусь личинкой в 1991 г. из Литвы, где разводился омский зональный тип (с примерно 20 % долей наследственности амурского сазана). Этот тип отличается быстротой роста, устойчивостью к гипоксии и повышенным температурам. В первом поколении наблюдалось расщепление по чешуйчатому покрову, и для племенной работы в коллекционном стаде были оставлены только зеркальные особи. С первых лет наблюдалась высокая выживаемость сарбомянского карпа в период нагула и зимовки, начиная с двухлетнего возраста, а также более быстрые темпы роста по сравнению с другими зарубежными породами, выведенными и выращенными одновременно.

Для улучшения фенотипических характеристик сарбомянского карпа во втором селекционном поколении было проведено вводное скрещивание с отводкой Три прим Изобелинского карпа, а в третьем поколении – возвратное скрещивание.

На сегодняшний день порода, выращиваемая в Беларуси на протяжении пяти поколений, адаптировалась к условиям второй зоны рыбоводства, при этом значительно отклонившись от исходного генетического материала. Младший ремонт (сеголетки, годовики, двухлетки) показывает рыбохозяйственные показатели, близкие к нормативным требованиям для второй зоны рыбоводства. В Беларуси имеется генетически обособленная группа племенного материала, прошедшая период адаптации, которая представляется перспективной для селекционной работы по созданию нового заводского зеркального типа сарбомянского карпа.

Генетическая характеристика. Сарбомянский карп (омский зональный тип) отличался от остальных завезенных пород повышенным генетическим разнообразием локуса трансферрина. У старшего ремонта первого поколения, завезенного в Беларусь, установлено 6 вариантов генотипа с частотами встречаемости AA – 30,0 %, BB – 6,6 %, AB – 16,8 %, AC – 23,3 %, AD – 13,3 %, BC – 10,0 %. Самым распространенным аллелем у этой породы был аллель A (qA-0,533), частота встречаемости остальных аллелей составила qB-0,250, qB-0,167, qD-0,05.



В настоящее время у пятилетков сарбоянского карпа отмечены два аллеля трансферрина: А и С, имеется только один вариант гомозигот – АА (93,1 %) и один вариант гетерозигот – АС (6,9 %), табл. 3.

Таблица 3. Частоты генотипов по трансферриновому локусу генофонда сарбоянского карпа, %

Table 3. Frequencies of genotypes for the transferrin locus of the Sarboyan carp gene pool, %

Частоты генотипов, %	4+	6+	8+
Гомозиготы			
АА	93,1	29,4	63,63
ВВ	—	1,96	—
СС	—	—	9,09
ZZ	—	7,84	—
YY	—	—	—
Итого	93,1	39,2	72,72
Гетерозиготы	—	—	—
АВ	—	19,6	18,18
АС	6,9	3,92	—
AZ	—	11,76	—
AY	—	9,80	—
AA'	—	5,88	9,09
BC	—	1,96	—
BZ	—	3,92	—
A'B	—	1,96	—
A'Z	—	1,96	—
Итого	6,9	60,80	27,28

Повышенной генетической изменчивостью характеризуется карп возрастом 6+ (рис. 2). Гетерозиготность этой возрастной группы составила 60,8 %, всего отмечено 9 вариантов гетерозигот, из которых с повышенной частотой встречается АВ и AZ, 19,6 % и 11,76 % соответственно.

У семилетков выявлено три варианта гомозигот, отмечена повышенная частота генотипа АА (29,4 %).

У девятилеток выявлено два варианта гомозигот с преобладанием варианта АА (63,63 %). В возрастной группе 8+ отмечено два варианта гетерозигот с преобладанием АВ (18,18 %).



Рис. 2. Генетическая структура по типам трансферрина сарбоянского карпа разных возрастных групп

Fig. 2. Genetic structure by transferrin types of Sarboyan carp of different age groups

Все возрастные группы сарбоянского карпа характеризовались повышенной частотой встречаемости аллеля А (0,54–0,96), табл. 4.

Таблица 4. Частоты аллелей по локусу трансферрина генофонда сарбоянского карпа

Table 4. Allele frequencies for the transferrin locus of the Sarboyan carp gene pool

Возраст	Частота аллелей					
	q ^A	q ^B	q ^C	q ^Y	q ^Z	q ^{A'}
4+	0,96	—	0,04	—	—	—
6+	0,54	0,16	0,02	0,05	0,17	0,05
8+	0,77	0,09	0,09	—	—	0,05

Самая высокая частота встречаемости аллеля А (0,96) среди сарбоянского карпа отмечена у возраста 4+. Частота встречаемости аллелей В, С, А' значительно ниже (0,02–0,16).

Следует отметить, что тип трансферрина D, который редко встречался (qD-0,05) у производителей первого поколения, завезенного в нашу республику, у производителей четвертого и пятого поколения полностью отсутствует, что говорит о выпадении данного гена из популяции сарбоянского карпа в СПУ «Изобелино».

Морфологическая характеристика производителей. В целом производители сарбоянского карпа из коллекционного стада сохраняют особенности стандарта породы (табл. 5).



Таблица 5. Морфологические особенности производителей сарбоянского карпа

Table 5. Morphological features of Sarboyan carp producers

Показатель	Значения $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$		
	4+	6+	8+
Возраст рыб, лет			
Масса тела, кг	$2,75 \pm 0,08$	$4,87 \pm 0,30$	6,5
Коэффициент упитанности	$2,93 \pm 0,05$	$2,70 \pm 0,05$	2,86
Индекс высокоспинности, %	$2,92 \pm 0,02$	$3,34 \pm 0,06$	3,2
Индекс широкоспинности, %	$16,71 \pm 0,15$	$16,55 \pm 0,20$	17,54
Индекс длины головы, %	$26,57 \pm 0,21$	$23,74 \pm 0,42$	25,74
Индекс обхвата тела, %	$84,5 \pm 0,73$	$81,62 \pm 1,82$	83,61

Производители сарбоянского карпа характеризуются высокими значениями коэффициента упитанности, который в возрастной группе пятилетних производителей составляет 2,93 (с колебаниями от 2,61 до 3,50), семилетних производителей 2,7 (с колебаниями от 2,40 до 3,14), девятилетних – 2,86, т.е. у подавляющего большинства производителей данный показатель меньше 3.

Пропорция длины головы относительно длины тела существенно уменьшается с увеличением возраста: с 26,57 % у пятилеток до 23,74 % у семилетних производителей. По индексу широкоспинности производители пяти- и семилетнего возраста существенно не отличаются, в среднем этот индекс составил 16,71 % у производителей пятилетнего возраста и 16,55 % у семилеток. Индекс обхвата тела у пятилеток – 84,5 %, что немного больше, чем у производителей старших возрастов 81,6–83,6 %

По коэффициенту высокоспинности производители сарбоянского карпа семилетнего возраста (среднее значение индекса 3,34) значительно отличаются от производителей пятилетнего возраста (среднее значение индекса 2,92).

У производителей пятилетнего возраста изученные экстерьерные показатели указывают на относительно высокоспинную форму тела с крупной по размеру головой. Семилетние производители имеют более прогонистую форму тела и меньший размер головы, что вероятно связано с возрастом (с увеличением возраста рыба в большей степени растет в длину).

В целом производители сарбоянского карпа из коллекционного стада сохраняют особенности стандарта породы.



Результаты ДНК-типирования производителей сарбоянского карпа. Проведено исследование разнообразия аллелей по 14 микросателлитным локусам (MFW1, MFW2, MFW6, MFW9, MFW10, MFW11, MFW13, MFW16, MFW20, MFW24, MFW26, MFW28, MFW29 и Cid0909) выборки ремонтно-маточного стада сарбоянского карпа из 60 особей. Для каждого из 14 локусов представлены либо **два** аллеля (гетерозиготное состояние локуса), либо **один** аллель (гомозиготное состояние локуса) исходя из того, что карпы диплоидны.

Достоверные данные были получены по всем 14 STR-локусам. С использованием GenAIEx v.6.5 были рассчитаны следующие показатели: среднее число аллелей на локус (N_a), эффективное число аллелей (N_e), уровни ожидаемой (H_e) и наблюдаемой (H_o) гетерозиготности, значение информационного индекса Шеннона (I), индекс фиксации (F_{IS}).

Установлено, что для данной выборки сарбоянского карпа в 14 исследованных STR-локусах было идентифицировано 187 аллелей. Число аллелей в исследованных локусах варьировало от 7 до 20 при среднем значении $13,429 \pm 0,912$. Наибольшее число аллелей представлено по маркерным локусам MFW26.

Число эффективных аллелей (N_e) в локусах варьировало от 3,226 (MFW13) до 13,675 (MFW20) при среднем значении $8,014 \pm 0,874$ аллелей на локус. Индекс биоразнообразия Шеннона (I) отражает сложность структуры сообщества, основываясь на количественной представленности объектов по анализируемым в исследовании локусам в популяции (находится в интервале значений 0-5). Значение индекса I , рассчитанного для совокупности 14 STR-локусов, составило $2,230 \pm 0,092$.

Наибольшее значение показателя ожидаемой гетерозиготности (H_e) было отмечено для локуса MFW20 (0,927), наименьшее — для локуса MFW13 (0,690) при среднем значении $0,851 \pm 0,018$. Наибольшее значение показателя наблюдаемой гетерозиготности (H_o) было отмечено для локуса Cid909 (1,000), наименьшее — для локуса MFW2 (0,475) при среднем значении $0,670 \pm 0,041$. Значения наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности различались по локусам. Известно, что искусственный отбор, мутации и другие эволюционные факторы могут воздействовать на локусы по-разному, что в результате изменяет степень гетерозиготности [30].



Наибольшее рассчитанное значение коэффициента F_{IS} для исследованной выборки белорусского зеркального карпа 1 линии показаны для локуса MFW24 (0,692), при среднем значении по 14 STR-локусам $0,403 \pm 0,081$ (табл. 6).

Таблица 6. Генетическая характеристика выборки производителей белорусского зеркального карпа по 14 STR-локусам
Table 6. Genetic characteristics of the sample of Belarusian mirror carp producers for 14 STR loci

STR-локус	Na	Ne	I	He	Ho	F_{IS}
Mfw 6	13,000	6,987	2,196	0,857	0,500	0,416
Cid 909	11,000	5,893	1,965	0,830	1,000	-0,204
Mfw 2	13,000	10,390	2,420	0,904	0,475	0,474
Mfw 10	7,000	4,156	1,606	0,759	0,900	-0,185
Mfw 1	12,000	7,940	2,239	0,874	0,750	0,142
Mfw 9	13,000	11,348	2,480	0,912	0,750	0,178
Mfw 24	16,000	10,423	2,546	0,904	0,625	0,309
Mfw 13	13,000	3,226	1,710	0,690	0,700	-0,014
Mfw 26	20,000	12,451	2,716	0,920	0,650	0,293
Mfw 11	16,000	5,136	2,170	0,805	0,550	0,317
Mfw 20	18,000	13,675	2,729	0,927	0,725	0,218
Mfw 29	15,000	9,195	2,427	0,891	0,675	0,243
Mfw 16	12,000	5,016	2,013	0,801	0,500	0,375
Mfw 28	9,000	6,362	2,005	0,843	0,575	0,318
Среднее значение показателя	$13,429 \pm 0,912$	$8,014 \pm 0,874$	$2,230 \pm 0,092$	$0,851 \pm 0,018$	$0,670 \pm 0,041$	$0,206 \pm 0,056$

Примечание. Na (No. Of Different Alleles) – количество выявленных аллелей, Ne (No. Of Effective Alleles) – количество эффективных аллелей, I (Shannon's Information Index) – информационный индекс Шеннона, Ho (Observed Heterozygosity) – наблюдаемая гетерозиготность, He (Expected Heterozygosity) – ожидаемая гетерозиготность, F_{IS} (Fixation Index) – индекс фиксации.

Для полной генетической характеристики изученной выборки сарбоянского карпа построен график главных компонент (рис. 3), где красным цветом обозначены особи 4 лет сарбоянского карпа, а зеленым – особи 6 лет.

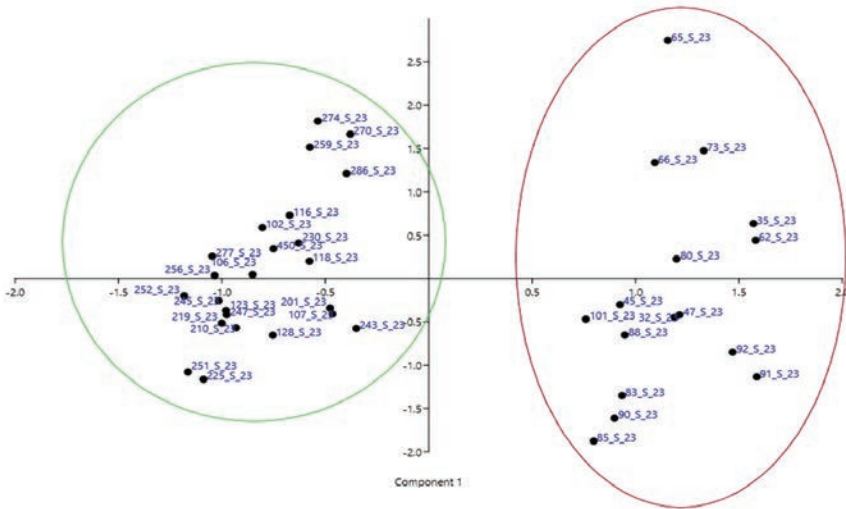


Рис. 3. График главных компонент (PCA) для выборки ремонтно-маточного стада сарбоянского карпа (на основании анализа генетических дистанций, рассчитанных по AMOVA)

Fig. 3. Principal component analysis (PCA) for a sample of Sarboyan carp broodstock (based on the analysis of genetic distances calculated by AMOVA)

Как видно из рис. 3, особи из выборки сарбоянского карпа формируют два неперекрывающихся кластера, генетические дистанции внутри этих кластеров меньше, чем между кластерами.

Далее были эмпирически рассчитаны показатели по гетерозиготности (H_e), по редким аллелям (с частотой встречаемости менее $\leq 5\%$, RA) и по наличию частных аллелей (встречаются только в одной из исследованных групп, PA). Для каждой особи рассчитано значение по формуле

$$K = H_e \cdot 0,7 + RA \cdot 0,3,$$

где K – уровень генетического разнообразия; H_e – показатель гетерозиготности; RA – количество редких аллелей.

В табл. 7 и на рис. 4 представлены результаты ДНК-типирования особей выборки сарбоянского карпа с указанием уровня генетического разнообразия K . Наиболее генетически разнообразными являются 10 особей ($K \geq 8$): для них установлен высокий уровень генетического разнообразия, 8 особей характеризовалась



средними показателями разнообразия. Генетически обедненных особей ($K \leq 4$) с низким уровнем генетического разнообразия обнаружено не было.

Таблица 7. Выборка разновозрастного племенного стада производителей сарбоянского карпа с указанием уровня генетического разнообразия
Table 7. Sample of mixed-age breeding stock of Sarboyan carp producers with indication of the level of genetic diversity

Шифр особи	K	Шифр особи	K
274_S_23	5	80_S_23	8,1
65_S_23	6,3	45_S_23	8,2
230_S_23	6,5	225_S_23	8,5
247_S_23	6,8	450_S_23	8,6
102_S_23	7,1	251_S_23	9,2
245_S_23	7,5	83_S_23	9,3
92_S_23	7,6	243_S_23	9,8
118_S_23	7,9	123_S_23	10,5
286_S_23	8,1	107_S_23	10,6

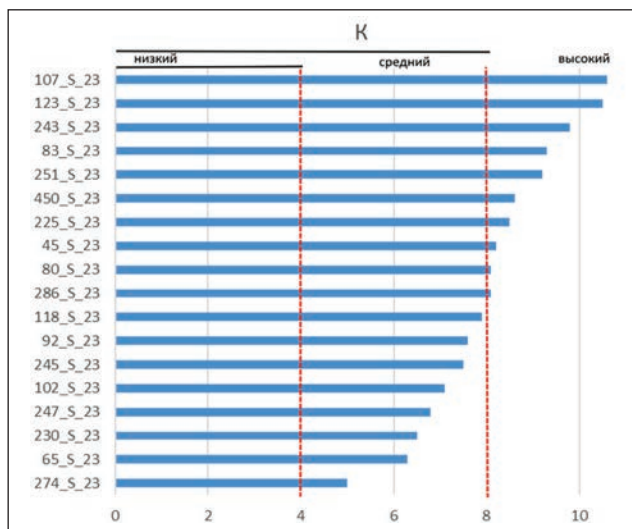


Рис. 4. Столбчатая диаграмма для выборки разновозрастного племенного стада производителей сарбоянского карпа с указанием уровня генетического разнообразия

Fig. 4. Column chart for a sample of mixed-age breeding stock of Sarboyan carp producers indicating the level of genetic diversity



На основании проведенного анализа молекулярной дисперсии (AMOVA) были выявлены особи, которые характеризуются разными частотами аллельных вариантов по изучаемым локусам и могут стать потенциальными парами для скрещивания:

♀ 225_S_23, 247_S_23, 251_S_23, 274_S_23, 286_S_23, 450_S_23;
♂ 65_S_23, 80_S_23, 83_S_23, 92_S_23, 45_S_23, 107_S_23.

Заключение.

1. Имеющееся в СПУ «Изобелино» маточное стадо сарбоянского карпа исследовано по маркирующим генетическим признакам, у каждого производителя определены типы трансферрина. Все возрастные группы сарбоянского карпа характеризовались повышенной частотой встречаемости аллеля А (0,54–0,96). Самая высокая частота встречаемости аллеля А (0,96) среди сарбоянского карпа отмечена у возраста 4+. Частота встречаемости аллелей В, С, А' значительно ниже (0,02–0,16).

2. Проведена оценка производителей по комплексу селекционных признаков. Сарбоянский карп имеет тело средней высоты и крупную голову, которая незначительно уменьшается с возрастом. Коэффициент упитанности в среднем составляет у пятилетних производителей 2,93 (от 2,61 до 3,50), семилетних производителей 2,7 (с колебаниями от 2,40 до 3,14), девятилетних — 2,86. В целом производители сарбоянского карпа из коллекционного стада сохраняют особенности стандарта породы.

3. Сотрудниками Института генетики и цитологии НАН Беларуси проведено ДНК-типирование производителей сарбоянского карпа по 14 микросателлитным локусам. Рассчитаны показатели, характеризующие генетическую структуру выборки ремонтно-маточного стада сарбоянского карпа. Проведено исследование разнообразия аллелей по 14 микросателлитным локусам, для каждого из которых представлены либо **два** аллеля (гетерозиготное состояние локуса), либо **один** аллель (гомозиготное состояние локуса). Для выборки сарбоянского карпа в 14 исследованных STR-локусах было идентифицировано 187 аллелей. Данные показывают, что выборка сарбоянского карпа достаточно разнообразна.

4. Согласно результатам ДНК-типирования особей выборки сарбоянского карпа с указанием уровня генетического разнообра-



разия (K) наиболее генетически разнообразными являются 10 особей ($K \geq 8$); для них установлен высокий уровень генетического разнообразия, 8 особей характеризовалась средними показателями разнообразия. Генетически обедненных особей ($K \leq 4$) с низким уровнем генетического разнообразия обнаружено не было. На основании проведенного анализа молекулярной дисперсии (AMOVA) были выявлены особи, которые характеризуются разными частотами аллельных вариантов по изучаемым локусам и могут стать потенциальными парами для скрещивания, т. е. по результатам генетического обследования отобрано 10 производителей, отличающихся наибольшим генетическим разнообразием.

Список использованных источников

1. Кончиц, В. В. Оценка гетерозисного эффекта у межлинейных, межпородных и межвидовых кроссов карпа и использование их для повышения эффективности рыбоводства: монография / В. В. Кончиц, М. В. Книга. — Минск: Тонпик, 2006. — 222 с.
2. Книга, М. В. Гетерозисный эффект у межпородных кроссов карпа / М. В. Книга // Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности: материалы междунар. науч.-практ. конф. посвящ. 60-летию Моск. рыбовод.-мелиоратив. опыт. станции и 25-летию ее реорганизации в ГНУ ВНИИР [11–13 апр. 2005 г.: в 3 т.] / Рос. акад. с.-х. наук [и др.]. — М., 2005. — Т. 2. — С. 145–148.
3. Рыбохозяйственная характеристика сеголетков черепетского карпа / Е. В. Таразевич, М. В. Книга, А. П. Семенов [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству. — Минск, 2012. — Вып. 28. — С. 22–29.
4. Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству: [в 2 т.] / Всесоюз. науч.-произв. об-ние по рыбоводству. — М.: Агропромиздат, 1986. — Т. 1. — 258 с.
5. Методика исследования морфоэкологических особенностей развития рыб в зародышевый, личиночный и мальковый периоды / Н. О. Ланге, Е. Н. Дмитриева, Е. Н. Смирнова, М. Пеняз // Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов: [сб. ст.: в 5 ч.] / АН СССР [и др.]; отв. ред. Р. С. Вольскис. — Вильнюс, 1974. — Ч. 1. — С. 56–71.
6. Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре / Всерос. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва и океанографии. — М.: ВНИРО, 2001. — 242 с.
7. Технологическая инструкция по разведению племенного карпа белорусской селекции / Е. В. Таразевич, М. В. Книга, А. П. Семенов



- [и др.] // Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси / Ин-т рыб. хоз-ва НАН Беларуси; сост.: В. В. Кончиц [и др.]; под общ. ред. В. В. Кончица. — Минск, 2006. — Разд. 1.1. — С. 6–14.
8. Технологическая инструкция получения промышленных помесей местных карпов с породами европейского происхождения / Г. А. Прохорчик, Н. Н. Башунова, А. И. Чутаева [и др.] // Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси / Ин-т рыб. хоз-ва НАН Беларуси; сост.: В. В. Кончиц [и др.]; под общ. ред. В. В. Кончица. — Минск, 2006. — Разд. 1.6. — С. 25–41.
 9. Инструкция по мечению племенных рыб: утв. М-вом рыб. хоз-ва СССР 15.08.1979. — М.: ВНИИПРХ, 1979. — 27 с.
 10. Катасонов, В. Я. Мечение племенных рыб / В. Я. Катасонов, Ю. П. Мамонтов // Сборник научных трудов / Науч.-произв. об-ние по рыбоводству, Всесоюз. науч.-исслед. ин-т прудового рыб. хоз-ва. — М., 1974. — Вып. 28: Генетика и селекция рыб. — С. 64–70.
 11. Инструкция по серийному мечению племенных производителей карпа органическими проционовыми красителями / А. И. Чутаева, А. П. Семенов, Е. В. Таразевич, И. В. Чимбур // Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси / Ин-т рыб. хоз-ва НАН Беларуси; сост.: В. В. Кончиц [и др.]; под общ. ред. В. В. Кончица. — Минск, 2006. — Разд. 1.5. — С. 20–25.
 12. Методика выполнения измерений с использованием анализаторов сельскохозяйственных и пищевых продуктов FoodScan, FoodScan 2 Lab, FoodScan 2 Lab TS, FoodScan 2Pro // FSS Analytical A/S, Фосс Алле 1, DK-3400 Хиллерёд, Дания, 2019. — 18 с.
 13. Инструкция по физиолого-биохимическим анализам рыбы: [утв. М-вом рыб. хоз-ва СССР 11.07.1984 г.]. — М.: ВНИИПРХ, 1984. — 59 с.
 14. Дударенко, Л. С. Биохимическое исследование сыворотки крови изобелинского карпа / Л. С. Дударенко // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству. — Минск, 2002. — Вып. 18. — С. 122–125.
 15. Трувелер, К. А. Многоцелевой прибор для вертикального электрофореза в параллельных пластинах полиакриламидного геля / К. А. Трувеллер, Г. Н. Нефедов // Научные доклады высшей школы. Биологические науки. — 1974. — № 9. — С. 137–140.
 16. Davis, B. I. Disc-electrophoresis — II metod and applications to human serum proteins / B. I. Davis // Annals of the New York Academy of Sciences. — 1964. — Vol. 121, № 2. — P. 404–427.
 17. Таммерт, М. Ф. Вариабельность трансферрина у карпа *Cyprinus carpio* L / М. Ф. Таммерт // Биохимическая генетика рыб: материалы



- 1-го Всесоюз. совещ. (Ленинград, 6–9 февр. 1973 г.) / Ин-т цитологии АН СССР; редкол.: В. С. Кирпичников, А. С. Трошин (отв. ред.), И. И. Фридлянская. — Л., 1973. — С. 138–140.
18. Демкина, Н. В. Биохимические маркеры в селекции и разведении карповых и осетровых рыб: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.10 / Демкина Наталья Викторовна; Всерос. науч.-исслед. ин-т пресновод. рыб. хоз-ва. — Минск, 2005. — 53 с.
19. Рокицкий, П. Ф. Статистические показатели для характеристики совокупности / П. Ф. Рокицкий // Биологическая статистика: [учеб. пособие] / П. Ф. Рокицкий. — 3-е изд., испр. — Минск, 1973. — Гл. 2. — С. 24–52.
20. Слуцкий, Е. С. Фенотипическая изменчивость рыб (селекционный аспект) / Е. С. Слуцкий // Известия Государственного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства. — Л., 1978. — Т. 134: Изменчивость рыб. — С. 3–132.
21. Мастицкий, С. Э. Методическое пособие по использованию программы STATISTIKA при обработке данных биологических исследований / С. Э. Мастицкий. — Минск: Ин-т рыб. хоз-ва, 2009. — 76 с.
22. Wenne, R. Microsatellites as molecular markers with applications in exploitation and conservation of aquatic animal populations / R. Wenne // Genes. — 2023. — Vol. 14, № 4. — Art. № 808.
23. Kohlmann, K. Microsatellite-based genetic variability and differentiation of domesticated, wild and feral common carp (*Cyprinus carpio* L.) populations / K. Kohlmann, P. Kerstena, M. Flajlhansb // Aquaculture. — 2005. — Vol. 247, № 1-4. — P. 253–266.
24. Peakall, R. GenAlEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research—an update / R. Peakall, P.E. Smouse // Bioinformatics. — 2012. — Vol. 28, № 19. — P. 2537–2539.

References

1. Konchits V. V., Kniga M. V. *Otsenka geterozishnogo effekta u mezhlineinykh, mezhpородnykh i mezhhvidovykh krossov karpa i ispol'zovanie ikh dlya povysheniya effektivnosti rybovodstva* [Assessment of the heterosis effect in interline, interbreed and interspecific carp crosses and their use to improve the efficiency of fish farming]. Minsk, Tonpik, 2006. 222 p. (in Russian).
2. Kniga M. V. *Heterosis effect in interbreed carp crosses. Akvakul'tura i integrirovannye tekhnologii: problemy i vozmozhnosti: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. posvyashch. 60-letiyu Mosk. rybovod.-meliorativ. opyt. stantsii i 25-letiyu ee reorganizatsii v GNU VNIIR, 11–13 apr. 2005 g.: v 3 t.* [Aquaculture and integrated technologies: problems and opportunities: materials of the Intern. sci. a. practical conf. dedicated to the 60th anniversary of the Moscow Fish Breeding a. Reclamation Experimental Station a. the 25th anniversary of its reorganization into the GNU VNIIR, 11–13 April 2005: in 3 vol.]. Moscow, 2005, vol. 2, pp. 145–148 (in Russian).



3. Tarazevich E. V., Kniga M. V., Semenov A. P., Vashkevich L. M., Us A. P., Kananovich T. Yu., Tentevitskaya L. S. Fishery characteristics of fingerlings of the Cherepet carp. *Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sb. nauch. tr.* [Issues of fisheries in Belarus: collection of sci. papers]. Minsk, 2012, iss. 28, pp. 22–29 (in Russian).
4. *Sbornik normativno-tehnologicheskoi dokumentatsii po tovarnomu rybovodstvu: v 2 t.* [Collection of regulatory and technological documentation on commercial fish farming: in 2 vol.]. Moscow, Agropromizdat, 1986, vol. 1, 258 p. (in Russian).
5. Lange N. O., Dmitrieva E. N., Smirnova E. N., Penyaz M. Methodology for the study of morphological and ecological features of fish development in the embryonic, larval and juvenile periods. *Tipovye metodiki issledovaniya produktivnosti vidov ryb v predelakh ikh arealov: sb. st.: v 5 ch.* [Typical methods of studying the productivity of fish species within their ranges: collection of art.: in 5 pt]. Vilnius, 1974, pt. 1, pp. 56–71 (in Russian).
6. *Sbornik nauchno-tehnologicheskoi i metodicheskoi dokumentatsii po akvakul'ture* [Collection of scientific, technological and methodological documentation on aquaculture]. Moscow, VNIRO, 2001. 242 p. (in Russian).
7. Tarazevich E. V., Kniga M. V., Semenov A. P., Sazanov V. B., Dudarenko L. S., Us A. P. Technological instructions for breeding breeding carp of the Belarusian selection. *Sbornik nauchno-tehnologicheskoi i metodicheskoi dokumentatsii po akvakul'ture v Belarusi* [Collection of scientific, technological and methodological documentation on aquaculture in Belarus]. Minsk, 2006, chap. 1.1, pp. 6–14 (in Russian).
8. Prokhorchik G. A., Bashunova N. N., Chutaeva A. I., Semenov A. P., Tarazevich E. V. Technological instructions for the production of industrial mixtures of local carp with breeds of European origin. *Sbornik nauchno-tehnologicheskoi i metodicheskoi dokumentatsii po akvakul'ture v Belarusi* [Collection of scientific, technological and methodological documentation on aquaculture in Belarus]. Minsk, 2006, chap. 1.6, pp. 25–41 (in Russian).
9. *Instruktsiya po mecheniyu plemennykh ryb: utv. M-vom ryb. khoz-va SSSR 15.08.1979* [Instructions for tagging breeding fish: approved Min. of Fisheries of the USSR 15 Aug.1979]. Moscow, VNIIPRKh, 1979. 27 p. (in Russian).
10. Katasonov V. Ya., Mamontov Yu. P. Tagging of breeding fish. *Sbornik nauchnykh trudov* [Collection of scientific papers]. Moscow, 1974, iss. 28: Genetics and breeding of fish, pp. 64–70 (in Russian).
11. Chutaeva A. I., Semenov A. P., Tarazevich E. V., Chimbur I. V. Instructions for serial labeling of breeding carp producers with organic procyon dyes. *Sbornik nauchno-tehnologicheskoi i metodicheskoi dokumentatsii po akvakul'ture v Belarusi* [Collection of scientific, technological and methodological documentation on aquaculture in Belarus]. Minsk, 2006, chap. 1.5, pp. 20–25 (in Russian).
12. *Metodika vypolneniya izmerenii s ispol'zovaniem analizatorov sel'skokhozyaystvennykh i pishchevykh produktov FoodScan, FoodScan 2 Lab, FoodScan 2 Lab TS,*



- FoodScan 2Pro* [Measurement methodology using analyzers of agricultural products and food products FoodScan, FoodScan 2 Lab, FoodScan 2 Lab you, FoodScan 2Pro]. Hilleruid, 2019. 18 p. (in Russian).
13. *Instruktsiya po fiziologo-biokhimicheskim analizam ryby: utv. M-vom ryb. khoz-va SSSR 11.07.1984 g.* [Instructions for physiological and biochemical analyses of fish: approved Min. of Fisheries of the USSR 11 July 1984]. Moscow, VNIIPRKh, 1984. 59 p. (in Russian).
 14. Dudarenko L. S. Biochemical study of the blood serum of the Isobel carp. *Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sb. nauch. tr.* [Issues of fisheries in Belarus: collection of sci. papers]. Minsk, 2002, iss. 18, pp. 122–125 (in Russian).
 15. Truveller K. A., Nefedov G. N. Multi-purpose device for vertical electrophoresis in parallel plates of polyacrylamide gel. *Nauchnye doklady vysshei shkoly. Biologicheskije nauki = Scientific reports of the higher school. Biological sciences*, 1974, no. 9, pp. 137–140 (in Russian).
 16. Davis B. I. Disc-electrophoresis – II metod and applications to human serum proteins. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1964, vol. 121, no. 2, pp. 404–427.
 17. Tammert M. F. Variability of transferrin in carp *Cyprinus carpio* L. *Biokhimicheskaya genetika ryb: materialy 1-go Vsesoyuz. soveshch. (Leningrad, 6–9 fevr. 1973 g.)* [Biochemical genetics of fish: materials of the 1st All-Union Meet. (Leningrad, 6–9 Febr. 1973)]. Leningrad, 1973, pp. 138–140 (in Russian).
 18. Demkina N. V. *Biokhimicheskie markery v selektsii i razvedenii karpovykh i osetrovyykh ryb: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk: 03.00.10* [Biochemical markers in the breeding and breeding of carp and sturgeon fish: abstract of the diss. ... dr. of biological sciences: 03.00.10]. Minsk, 2005. 53 p. (in Russian).
 19. Rokitskii P. F. Statistical indicators to characterize the population. *Biologicheskaya statistika* [Biological statistics], 3rd ed., rev., Minsk, 1973, chap. 2, pp. 24–52 (in Russian).
 20. Slutskii E. S. Phenotypic variability of fish (breeding aspect). *Izvestiya Gosudarstvennogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ozer'nogo i rechnogo rybnogo khozyaistva* [Proceedings of the State Scientific Research Institute of Lake and River Fisheries]. Leningrad, 1978, vol. 134: Variability of fish, pp. 3–132 (in Russian).
 21. Mastitskii S. E. *Metodicheskoe posobie po ispol'zovaniyu programmy STATISTIKA pri obrabotke dannykh biologicheskikh issledovaniy* [Methodological guide on the use of the STATISTICA program in the processing of biological research data]. Minsk, Fish Industry Institute, 2009. 76 p. (in Russian).
 22. Wenne R. Microsatellites as molecular markers with applications in exploitation and conservation of aquatic animal populations. *Genes*, 2023, vol. 14, no. 4, art. № 808.



23. Kohlmann K., Kerstena P., Flajžhansb M. Microsatellite-based genetic variability and differentiation of domesticated, wild and feral common carp (*Cyprinus carpio* L.) populations. *Aquaculture*, 2005, vol. 247, no. 1-4, pp. 253–266.
24. Peakall R., Smouse P. E. GenAlEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research-an update. *Bioinformatics*, 2012, vol. 28, no. 19, pp. 2537–2539.

Сведения об авторах

Агеец Владимир Юльянович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@mail.ru

Вишневская Ольга Николаевна — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belaboka@internet.ru

Сергеева Татьяна Александровна — главный специалист управления по аквакультуре и рыболовному хозяйству, Государственное объединение по мелиорации земель, водному и рыбному хозяйству «Белводхоз» (ул. Коммунистическая, 11-519, 220029, Минск, Республика Беларусь). E-mail: tasergeeva@tut.by

Книга Мария Владимировна — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Крук Анастасия Юрьевна — научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: nastilyu2310@gmail.com

Орлов Иван Анатольевич — научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@mail.ru

Войтюк Татьяна Федоровна — ведущий специалист лаборатории селекции и племенной работы, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@mail.ru

Жмойдяк Дарья Александровна — младший научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@mail.ru

Царь Анастасия Ивановна — научный сотрудник лаборатории прикладной геномики, Институт генетики и цитологии, Национальная академия наук



Беларуси (ул. Академическая, 27, 220072, Минск, Республика Беларусь).
E-mail: a.tsar@igc.by

Парфенчик Мария Сергеевна — кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории прикладной геномики, Институт генетики и цитологии, Национальная академия наук Беларуси (ул. Академическая, 27, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: m.parfenchyk@igc.by

Кипень Вячеслав Николаевич — кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории прикладной геномики, Институт генетики и цитологии, Национальная академия наук Беларуси (ул. Академическая, 27, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: V.Kipen@igc.by

Лемеш Валентина Александровна — кандидат биологических наук, доцент, заведующий лабораторией прикладной геномики, Институт генетики и цитологии, Национальная академия наук Беларуси (ул. Академическая, 27, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: V.Lemesh@igc.by

Information about the authors

Uladzimir Yu. Ahejets — D.Sc. (Agriculture), Professor, Director, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@mail.ru

Olga N. Vishneuskaya — Ph.D. (Agricultural), Associate Professor, Senior researcher, Laboratory Breeding and Breeding work, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). Email: belaboka@internet.ru

Tatiana A. Sergeeva — Chief Specialist of the Department of Aquaculture and Fisheries of the State Association for Land Reclamation, Water and Fisheries “Belvodkhoz”, (11-519, Kommunisticheskaya Str., 220029, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: tasergeeva@tut.by

Maria V. Kniga — Ph.D. (Agricultural), Associate Professor, Leading employee, Laboratory Breeding and Breeding work, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@mail.ru

Anastasiya Yu. Kruk — Researcher, Laboratory of Breeding and Breeding Work, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: nastilyu2310@gmail.com

Ivan A. Orlov — Researcher, Laboratory of Breeding and Breeding Work, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@mail.ru

Tatyana F. Voytyuk — Leading Specialist of the Laboratory of Breeding and Breeding Work, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@mail.ru

Daria A. Zhmoydyak — Junior Researcher, Laboratory of Breeding and Breeding Work, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@mail.ru

Nastassia I. Tsar — Researcher of the Laboratory of Applied Genomics, Institute of Genetics and Cytology, National Academy of Sciences of Belarus (27,



Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: a.tsar@igc.by

Maria S. Parfenchyk – Ph.D. (Biology), Lead Researcher Head of the Laboratory of Applied Genomics, Institute of Genetics and Cytology, National Academy of Sciences of Belarus (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: m.parfenchyk@igc.by.

Viachaslau N. Kipen – Ph.D. (Biology), Associate Professor, Leading Researcher, Laboratory of Applied Genomics, Institute of Genetics and Cytology, National Academy of Sciences of Belarus (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: V.Kipen@igc.by

Valentina A. Lemesh – Ph.D. (Biology), Assistant Professor, Head of the Laboratory of Applied Genomics, Institute of Genetics and Cytology, National Academy of Sciences of Belarus (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: v.lemesh@igc.by

УДК 639.215.3.032

Поступила в редакцию 04.11.2024

Received 04.11.2024

**О. Н. Вишневская¹, М. В. Книга¹, А. Ю. Крук¹, Т. А. Сергеева²,
И. А. Орлов¹, Д. А. Жмойдяк¹**

¹*Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси,
Минск, Республика Беларусь*

²*Государственное объединение по мелиорации земель, водному и рыбному
хозяйству «Белводхоз», Минск, Республика Беларусь*

ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЫВОРОТКИ КРОВИ СЕГОЛЕТКОВ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ЛИНИЙ И КРОССОВ КАРПА

Аннотация. Физиологическое состояние младших ремонтных групп коллекционных пород карпа и двухпородных кроссов оценивали с помощью биохимического исследования сыворотки крови по основным показателям: содержание общего белка, глюкозы, холестерина. Установлены чистые линии и кроссы, у сеголетков которых отмечено повышенное содержание общего белка, глюкозы и холестерина. Проведено сравнение содержания общего белка, глюкозы, холестерина у реципрокных кроссов и установлены комбинации скрещиваний, обладающие преимуществами. Повышенными физиолого-биохимическими параметрами по сумме трех рассмотренных показателей характеризовался кросс югославский карп × отводка изобелинского карпа смесь чешуйчатая. В целом группа реципрок-



ных комбинаций югославского карпа с отводкой смесь чешуйчатая обладала преимуществами по рассмотренным признакам по сравнению с группами кроссов, образованных немецким карпом с отводками три прим и смесь чешуйчатая и группой кроссов, образованных отводкой смесь чешуйчатая с немецким карпом.

Ключевые слова: карп, порода, линия, кросс, сеголеток, сыоворотка крови, общий белок, холестерин, глюкоза

**Olga N. Vishneuskaya¹, Maria V. Kniga¹, Anastasiya Yu. Kruk¹,
Tatiana A. Sergeeva², Ivan A. Orlov¹, Daria A. Zhmoydyak¹**

¹*Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus*

²*State Association for Land Reclamation, Water and Fisheries "Belvodkhoz",
Minsk, Republic of Belarus*

CHARACTERISTICS OF PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF BLOOD SERUM OF FINGERLINGS OF COLLECTION LINES AND CROSSES OF CARP

Abstract. The physiological state of junior replacement groups of collection breeds of carp and two-breed crosses was assessed using a biochemical study of blood serum for the main indicators: the content of total protein, glucose, cholesterol. Pure lines and crosses were established, in yearlings of which an increased content of total protein, glucose and cholesterol was noted. A comparison of the content of total protein, glucose, cholesterol in reciprocal crosses was carried out and crossbreeding combinations with advantages were established. The cross Yugoslav carp × Izobelin carp offshoot, scaly mixture, was characterized by increased physiological and biochemical parameters for the sum of the three considered indicators. In general, the group of reciprocal combinations of Yugoslav carp with the scaly mixture layer had advantages in the considered characteristics compared to the groups of crosses formed by German carp with the layers of Tri Prim and the scaly mixture and the group of crosses formed by the layer of the scaly mixture with German carp.

Keywords: carp, breed, line, cross, yearling, blood serum, total protein, cholesterol, glucose

Введение. Основным определяющим фактором развития аквакультуры является селекционно-генетическое улучшение и совершенствование объектов разведения, создание новых пород, типов,



линий, кроссов, приспособленных к определенным условиям обитания и интенсивной технологии эксплуатации. Адаптация животных, в том числе и рыб, происходит на всех уровнях биологической организации, поэтому объектами физиолого-биохимических исследований являются биохимические (молекулярные) механизмы адаптации рыб на клеточном, организменном и над-организменном уровнях к абиотическим и биотическим факторам водной среды [1, 2, 3].

Основные белки сыворотки крови — альбумины и глобулины — играют важную роль в поддержании коллоидно-осмотического давления крови, регулирующего содержание воды в плазме. Они придают вязкость плазме, имеющую значение для сохранения артериального давления. Белки крови могут служить источником аминокислот для синтеза белков других тканей, особенно в период голодания и созревания половых продуктов рыб. С их помощью переносятся к тканям такие вещества как липиды, некоторые гормоны, катионы и анионы [2]. Норма биологических показателей с возрастом меняется, зависит от погоды, сезона, особенностей технологического процесса [3, 4].

Широкое проникновение физиологических и биохимических методов исследования в ихтиологию привело к качественно новому этапу в изучении биологии рыб. Однако нормальные биохимические процессы, протекающие в организме рыб, и их колебания в зависимости от различных факторов внешней среды изучены недостаточно [3]. Нарушения обмена веществ являются одним из основных факторов, препятствующих реализации генетического потенциала животных.

Следовательно, для оценки коллекционного материала и опытных кроссов на первом году выращивания проводили физиолого-биохимические исследования, которые позволяют объективно оценить состояние организма сеголетков перед зимовкой, а также установить кроссы, обладающие преимуществами по отдельным физиолого-биохимическим показателям.

Поскольку физиолого-биохимические показатели сыворотки крови отражают физиологическое состояние рыбы, представляется важным оценить качество племенного материала с точки зрения соответствия их оптимальным значениям.

Материалы и методы исследований. Объектами исследований служили сеголетки коллекционных линий белорусской и зарубежной селекции, а также двухпородные кроссы, которых выращи-



вали в однотипных прудах СПУ «Изобелино» одновременно, т. е. в одинаковых условиях.

Техника постановки и проведения экспериментов, опытов базировалась на использовании общепринятых методов, разработанных и рекомендованных РУП «Институт рыбного хозяйства НАН Беларуси», «Всероссийским научно-исследовательским институтом прудового рыбного хозяйства» [5, 6].

Физиологическое состояние младших ремонтных групп племенных линий и кроссов оценивали с помощью биохимического исследования сыворотки крови по основным показателям: содержание общего белка, глюкозы, холестерина. Кровь у сеголетков и годовиков отбирали непосредственно из сердца. После отстаивания в холодильнике отделяли сыворотку и хранили в замороженном состоянии.

Биохимическое исследование сыворотки крови выполняли на автоматическом анализаторе «Cormay Multi» по методикам, прилагаемым к наборам химических реактивов [7].

Объем выборки по каждой исследованной группе составил по 10 экз. Поскольку для исследования физиологических показателей использовали рыб модального по массе тела класса, средняя масса сеголетков, отобранных для исследований, незначительно отличалась от средней массы сеголетков, выловленных из пруда.

Статистические показатели рассчитывали по общепринятым методикам [8].

Результаты исследований и их обсуждение. Ведущая роль в адаптациях к условиям среды принадлежит белковым макромолекулам, в первую очередь ферментам, катализирующим тысячи связанных между собой химических реакций, определяющих, в конечном счете, метаболическую активность организма, обмен веществ, уровень которого меняется под влиянием различных факторов внешней среды [4].

Содержание общего белка в сыворотке крови чистых коллекционных линий колебалось от 23,06 до 30,33 г/л (табл. 1). Повышенным содержанием общего белка характеризовалась чешуйчатая линия лахвинского карпа, пониженным — отводка изобелинского карпа — смесь чешуйчатая. Существенные, статистически значимые отклонения установлены при сравнении зеркальной и чешуйчатой линий лахвинского карпа, причем чешуйчатая линия отличалась повышенным содержанием общего белка по сравнению с зеркальной (табл. 2).



Таблица 1. Физиолого-биохимические показатели крови сеголетков разной породной принадлежности
Table 1. Physiological and biochemical parameters of blood of yearlings of different breeds

Породная принадлежность	Содержание протеина, г/л		Содержание глюкозы, ммоль/л		Содержание холестерина, ммоль/л	
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv
Коллекционные чистопородные группы						
Три прим	25,05±1,47	25,6	7,04±0,47	29,3	3,03±0,15	22,0
Смесь чешуйчатая	23,06±0,90	7,8	9,64±0,78	16,2	1,81±0,07	7,7
$\bar{x}$ Изобелинский карп	24,06±0,84	16,7	8,34±0,40	22,8	2,42±0,08	14,9
Лавинский чешуйчатый	30,33±1,10	14,1	5,00±0,30	22,9	2,73±0,16	21,7
Лавинский зеркальный	26,01±0,85	12,2	4,85±0,45	34,8	2,09±0,11	20,4
$\bar{x}$ Лавинский карп	28,17±0,69	13,2	4,93±0,26	28,9	2,41±0,09	21,1
$\bar{x}$ Линии белорусской селекции	26,12±0,54	15,0	6,64±0,24	25,9	2,42±0,06	18,0
Немецкий	27,46±1,31	13,5	6,61±0,64	30,8	3,56±0,19	14,7
Югославский	23,84±0,81	16,7	5,19±0,35	32,7	2,32±0,07	15,5
$\bar{x}$ Зарубежные породы	26,36±0,67	17,5	5,13±0,35	31,7	2,68±0,07	17,9
Кроссы						
Три прим × Югославский	38,45±2,50	9,1	3,00±0,16	7,4	2,98±0,32	15,2
Югославский × Три прим	21,82±1,13	20,0	6,03±0,45	23,0	2,21±0,23	20,9
$\bar{x}$	30,14±1,07	14,6	4,52±0,17	15,2	2,60±0,11	18,1
Три прим × Немецкий	31,98±2,45	15,3	4,07±0,56	27,4	3,43±0,54	31,3
Немецкий × Три прим	26,62±2,21	30,0	4,72±0,27	20,7	1,82±0,1	32,9
$\bar{x}$	29,30±1,61	28,7	4,40±0,26	24,1	2,63±0,20	32,1
Югославский × Смесь чешуйчатая	33,59±4,82	20,3	5,04±0,58	16,2	4,20±0,30	22,4
Смесь чешуйчатая × Югославский	23,69±0,70	11,4	10,09±0,32	12,2	2,86±0,21	27,7
$\bar{x}$	28,64±1,10	15,9	7,56±0,26	14,2	3,53±0,21	25,1
Немецкий × Смесь чешуйчатая	23,76±1,62	26,5	5,37±0,30	21,4	2,76±0,14	19,1
Смесь чешуйчатая × Немецкий	27,97±0,95	13,2	4,30±0,36	32,2	2,69±0,21	30,7
$\bar{x}$	25,87±0,94	19,9	4,84±0,24	26,8	2,73±0,12	24,9
$\bar{x}$ Все кроссы	28,49±0,94	18,3	5,33±0,12	20,1	2,87±0,06	18,8



Таблица 2. Отклонения физиолого-биохимических показателей сеголетков коллекционных групп карпа

Table 2. Deviations in physiological and biochemical parameters of yearlings of collection groups of carp

Сравниваемые группы	Содержание протеина, г/л		Содержание глюкозы, ммоль/л пониженным		Содержание холестерина, ммоль/л	
	t	P	t	P	t	P
Три прим – смесь чешуйчатая	1,15	>0,1	2,86	<0,02	7,37	<0,001
Лахвинский чешуйчатый – лахвинский зеркальный	3,11	<0,02	0,28	>0,1	3,30	<0,01
$\bar{X}$ Изобелинский карп – $\bar{X}$ Лахвинский карп	3,78	<0,01	7,15	<0,001	0,08	>0,1
$\bar{X}$ Изобелинский карп – немецкий	2,18	<0,1	1,17	>0,1	5,53	<0,001
$\bar{X}$ Изобелинский карп – югославский	0,19	>0,1	5,93	<0,001	0,94	>0,1
$\bar{X}$ Изобелинский карп – $\bar{X}$ зарубежные породы	2,14	<0,1	6,04	<0,001	2,45	<0,05
$\bar{X}$ Лахвинский карп – немецкий	0,48	>0,1	1,16	>0,1	5,47	<0,001
$\bar{X}$ Лахвинский карп – югославский	4,07	<0,01	0,60	>0,1	0,79	>0,1
$\bar{X}$ Лахвинский карп – $\bar{X}$ зарубежные породы	1,88	>0,1	0,46	>0,1	2,37	<0,05
$\bar{X}$ Зарубежные породы – $\bar{X}$ Линии белорусской селекции	0,28	>0,1	3,56	<0,01	2,82	<0,02

Статистически значимые преимущества чешуйчатой линии лахвинского карпа установлены при сравнении его с югославским карпом, а также при сравнении средних показателей лахвинского и изобелинского карпа. Остальные варианты сравнения содержания протеина в сыворотке крови у чистопородных групп не выявили значительных отклонений, то есть изменчивость данного показателя не значительна. Среднее содержание протеина у коллекционных линий белорусской и зарубежной селекции близко по величине, а отклонение между ними статистически недостоверно.

Одним из важнейших компонентов внутренней среды позвоночных является **глюкоза**, которая потребляется организмом непосредственно или откладывается в органах и тканях (главным образом – в печени) про запас в виде гликогена. В отличие от



высших позвоночных животных у рыб не обнаруживается строго постоянства содержания глюкозы в крови и гликогена в печени. Содержание их колеблется в широком диапазоне, в зависимости от интенсивности обмена веществ, пола, возраста. В летний период, как правило, содержание сахара значительно выше, чем в осеннее-зимний период. Это, видимо, связано со снижением интенсивности обмена веществ в зимний период жизни рыб. Однако разные авторы указывают на различный характер этого влияния. Например, некоторые считают, что количество сахара увеличивается в крови рыб, содержащихся в садках и аквариумах, а другие отмечают понижение сахара у осетровых рыб при выдерживании их в бассейнах. [11, 12].

Среди чистопородных коллекционных групп повышенным содержанием глюкозы в сыворотке крови отличалась отводка изобелинского карпа смесь чешуйчатая, пониженным — зеркальная линия лахвинского карпа, колебания составили от 4,85 до 9,64 ммоль/л. Статистически значимые отклонения в сторону увеличения содержания глюкозы установлены для отводки изобелинского карпа смесь чешуйчатая при сравнении ее с отводкой три прим. Среднее содержание глюкозы в сыворотке крови сеголетков изобелинского карпа оказалось статистически значимо выше, чем у линий лахвинского карпа и в целом зарубежных пород. Также установлено статистически значимое преимущество коллекционных линий белорусской селекции по сравнению с зарубежными коллекционными линиями, выращенными одновременно, в одинаковых условиях.

Ряд исследований посвящен выявлению роли липидов в тканевом обмене и функционировании клеточных мембран [13, 14, 15]. В процессе этих исследований было установлено, что образ жизни рыб откладывает существенный отпечаток на уровень и распределение липидов в их тканях, характер динамики на протяжении годового и жизненного циклов, физико-химические характеристики липидов, их фракционный и жирнокислотный составы [1]. Достаточным считают уровень содержания холестерина в сыворотке крови 3,04–4,85 ммоль/л, следовательно, у изученных сеголетков уровень холестерина в сыворотке крови в основном ниже рекомендованных величин. Лимит колебаний данного показателя у сеголетков коллекционных линий составил от 1,81 (отводка изобелинского карпа смесь чешуйчатая) до 3,56 ммоль/л (немецкий карп). Статистически значимые преимущества уста-



новлены при сравнении отводок изобелинского карпа смесь чешуйчатая и три прим, с преимуществом отводки три прим. Также статистически значимым повышенным содержанием холестерина характеризовались сеголетки чешуйчатой линии лахвинского карпа по сравнению с зеркальной линией. Средние показатели изобелинского и лахвинского карпа уступали немецкому карпу, а также среднему содержанию холестерина у коллекционных пород зарубежной селекции.

Рассмотренные физиолого-биохимические показатели характеризовались в основном средним и высоким уровнем изменчивости.

Среднее содержание общего белка в сыворотке крови сеголетков двухпородных кроссов составило 28,49 мг/л, повышенной величиной данного показателя характеризовались кроссы три прим × югославский (38,45 мг/л), югославский × смесь чешуйчатая (33,59 мг/л), три прим × немецкий (31,98 мг/л), пониженной югославский × три прим (21,82 мг/л) и немецкий × смесь чешуйчатая (23,76 мг/л) (табл. 1). Статистически значимые отклонения в сторону увеличения установлены для кроссов три прим × югославский и югославский × смесь чешуйчатая, а в сторону снижения — для кроссов югославский × три прим и смесь чешуйчатая × югославский (табл. 3). Остальные комбинации скрещиваний незначительно и статистически недостоверно отклонялись от среднего уровня данного показателя. Также не установлено статистически значимых отклонений средних показателей групп кроссов, образованных реципрокными сочетаниями от общей средней величины данного показателя.

Повышенным содержанием глюкозы в сыворотке крови сеголетков кроссов, по сравнению со средней величиной (5,33 ммоль/л), отличались комбинации смесь чешуйчатая × югославский (10,09 ммоль/л), югославский × три прим (6,03 ммоль/л), немецкий × смесь чешуйчатая (5,37 ммоль/л), пониженным — три прим × югославский (3,00 ммоль/л). Статистически значимое отклонение от среднего значения содержания глюкозы в сыворотке крови сеголетков установлено только для комбинации смесь чешуйчатая × югославский, в сторону снижения — для комбинаций три прим × югославский и смесь чешуйчатая × немецкий. В среднем группа реципрокных кроссов югославского карпа с отводкой изобелинского карпа смесь чешуйчатая статистически достоверно характеризовалась повышенным содержанием глюкозы.



Таблица 3. Оценка статистической достоверности отклонений физиологических показателей сеголетков каждого опытного кросса от средних показателей всех кроссов

Table 3. Evaluation of statistical reliability of deviations of physiological parameters of yearlings of each experimental cross from the average parameters of all crosses

Сравнение кросс – $\bar{X}$ все кроссы	Содержание протеина, г/л		Содержание глю- козы, ммоль/л пониженным		Содержание холестерина, ммоль/л	
	t	P	t	P	t	P
Три прим $\times$ югославский	3,73	<0,01	11,65	<0,001	0,34	>0,1
Югославский $\times$ три прим	4,54	<0,01	1,50	>0,1	2,79	<0,02
Три прим $\times$ немецкий	1,33	>0,1	2,20	<0,1	1,03	>0,1
Немецкий $\times$ три прим	0,78	>0,1	2,06	<0,1	9,00	<0,001
Югославский $\times$ смесь чешуйчатая	1,04	>0,1	0,49	>0,1	4,47	<0,01
Смесь чешуйчатая $\times$ югославский	4,10	<0,01	13,93	<0,001	0,05	>0,1
Немецкий $\times$ Смесь чешуйчатая	2,53	<0,05	0,12	>0,1	0,72	>0,1
Смесь чешуйчатая $\times$ немецкий	0,39	>0,1	2,71	<0,05	0,82	>0,1
$\bar{X}$ кроссы три прим с югославским карпом	1,16	>0,1	3,89	<0,01	2,15	<0,1
$\bar{X}$ кроссы три прим с немецким карпом	0,43	>0,1	3,25	<0,01	1,15	>0,1
$\bar{X}$ кроссы смесь чешуйчатая с югославским карпом	0,10	>0,1	7,79	<0,001	3,02	<0,02
$\bar{X}$ кроссы смесь чешуйчатая с немецким карпом	1,97	<0,1	1,83	>0,1	1,04	>0,1

Повышенным содержанием холестерина в сыворотке крови сеголетков кроссов по сравнению со средним значением характеризовались сочетания югославский $\times$ смесь чешуйчатая (4,20 ммоль/л) и три прим $\times$ немецкий (3,43 ммоль/л), пониженным – немецкий $\times$ три прим (1,86 ммоль/л) и югославский $\times$ три прим (2,21 ммоль/л). В целом вариабельность данного показателя невысока, статистически значимые отклонения установлены для названных кроссов с повышенным и сниженным содержанием холестерина. Для группы реципрокных сочетаний югославского карпа с отводкой изобелинского карпа смесь чешуйчатая установлены статистически значимые отклонения в сторону увеличения от общей средней величины данного показателя.



Представляется важным сравнить физиолого-биохимические показатели кроссов с их родительскими формами (табл. 4).

Таблица 4. Оценка статистической достоверности отклонений физиологических показателей сеголетков кроссов от родительских пород и линий

Table 4. Evaluation of statistical reliability of deviations in physiological parameters of yearlings of crosses from parent breeds and lines

Сравниваемые группы	Содержание протеина, г/л		Содержание глюкозы, ммоль/л пониженным		Содержание холестерина, ммоль/л	
	t	P	t	P	t	P
Отклонения от материнского компонента скрещиваний						
Три прим × югославский	4,62	<0,001	8,14	<0,001	0,14	>0,1
Югославский × три прим	1,45	>0,1	1,47	>0,1	0,46	>0,1
Три прим × немецкий	2,43	<0,05	4,06	<0,01	0,71	>0,1
Немецкий × три прим	0,33	>0,1	1,31	>0,1	8,10	<0,001
Югославский × смесь чешуйчатая	1,99	<0,1	0,22	>0,1	2,83	<0,02
Смесь чешуйчатая × югославский	0,55	>0,1	0,53	>0,1	4,74	<0,001
Немецкий × смесь чешуйчатая	1,79	>0,1	0,85	>0,1	3,39	<0,01
Смесь чешуйчатая × немецкий	3,75	<0,01	6,22	<0,001	3,98	<0,01
Отклонение от отцовского компонента скрещиваний						
Три прим × югославский	5,56	<0,001	5,69	<0,001	2,01	<0,1
Югославский × три прим	1,74	>0,1	1,55	>0,1	2,97	<0,02
Три прим × немецкий	1,63	>0,1	1,66	>0,1	0,23	>0,1
Немецкий × три прим	0,59	>0,1	4,28	<0,01	6,71	<0,001
Югославский × смесь чешуйчатая	2,15	<0,1	4,73	<0,001	3,60	<0,01
Смесь чешуйчатая × югославский	0,14	>0,1	10,33	<0,001	2,44	<0,05
Немецкий × смесь чешуйчатая	0,38	>0,1	5,11	<0,001	6,07	<0,001
Смесь чешуйчатая × немецкий	0,32	>0,1	1,58	>0,1	3,07	<0,02

По содержанию общего белка в сыворотке крови сеголетков установлены статистически достоверные отклонения двух комбинаций скрещиваний (три прим × югославский и три прим × немец-



кий) от материнской родительской формы (в сторону увеличения показателя). Кросс три прим $\times$ югославский также статистически значимо обладал преимуществом по сравнению с югославским карпом (отцовский компонент скрещиваний). Содержание протеина у сеголетков остальных кроссов отклонялось незначительно и статистически недостоверно от своих родительских форм.

Статистически значимые отклонения в сторону снижения содержания глюкозы от материнской родительской формы отмечено для кроссов три прим $\times$ югославский, три прим $\times$ немецкий, смесь чешуйчатая $\times$ немецкий. Кроссы три прим $\times$ югославский, немецкий $\times$ три прим, югославский $\times$ смесь чешуйчатая, немецкий $\times$ смесь чешуйчатая статистически значимо уступали отцовскому компоненту скрещиваний по содержанию глюкозы в сыворотке крови сеголетков. Только один кросс смесь чешуйчатая $\times$ югославский статистически достоверно характеризовался повышенным содержанием глюкозы по сравнению с отцовским компонентом скрещиваний.

Реципрокные сочетания югославского карпа с отводкой изобелинского карпа смесь чешуйчатая отличались повышенным содержанием холестерина по сравнению с материнскими компонентами скрещивания. При этом оба варианта сравнения указывают на статистически значимое их преимущество. Комбинации скрещивания немецкий $\times$ три прим и реципрокные комбинации немецкого карпа с отводкой смесь чешуйчатая статистически значимо уступали материнским родительским формам по содержанию холестерина в сыворотке крови. По сравнению с отцовским компонентом скрещивания повышенным статистически значимым содержанием холестерина характеризовались реципрокные комбинации югославского карпа с отводкой изобелинского карпа смесь чешуйчатая и комбинации немецкий $\times$ смесь чешуйчатая. Кроссы югославский $\times$ три прим, немецкий $\times$ три прим, смесь чешуйчатая $\times$ немецкий статистически достоверно уступали отцовским родительским формам по содержанию холестерина в сыворотке крови.

Таким образом, установлены кроссы, характеризующиеся статистически достоверными отклонениями физиолого-биохимических показателей сеголетков от из родительских форм.

Схемой исследования двухпородных кроссов было предусмотрено получение реципрокных комбинаций скрещиваний. Это позволило сравнить физиолого-биохимические показатели сыворотки крови реципрокных кроссов (табл. 5).



Таблица 5. Оценка статистической достоверности отклонений физиологических показателей сеголетков реципрокных кроссов
Table 5. Evaluation of statistical reliability of deviations in physiological parameters of yearlings of reciprocal crosses

Сравниваемые группы	Содержание протеина, г/л		Содержание глюкозы, ммоль/л пониженным		Содержание холестерина, ммоль/л	
	t	P	t	P	t	P
Три прим × югославский – Югославский × три прим	6,06	<0,001	6,34	<0,001	1,95	<0,1
Три прим × немецкий – Немецкий × три прим	1,62	>0,1	1,05	>0,1	2,93	<0,02
Югославский × смесь чешуйчатая – Смесь чешуйчатая × югославский	2,03	<0,1	7,62	<0,001	1,93	<0,1
Немецкий × Смесь чешуйчатая – Смесь чешуйчатая × Немецкий	2,24	<0,05	2,28	<0,05	0,28	>0,1
$\bar{X}$ кроссы три прим с югославским карпом – $\bar{X}$ кроссы три прим с немецким карпом	0,43	>0,1	0,39	>0,1	0,13	>0,1
$\bar{X}$ кроссы смесь чешуйчатая с югославским карпом – $\bar{X}$ кроссы смесь чешуйчатая с немецким карпом	1,91	<0,1	7,69	<0,001	3,31	<0,01
$\bar{X}$ кроссы три прим с югославским карпом – $\bar{X}$ кроссы смесь чешуйчатая с югославским карпом	0,98	>0,1	9,79	<0,001	3,92	<0,01
$\bar{X}$ кроссы три прим с югославским карпом – $\bar{X}$ кроссы смесь чешуйчатая с немецким карпом	2,30	<0,05	1,09	>0,1	0,80	>0,1
$\bar{X}$ кроссы три прим с немецким карпом – $\bar{X}$ кроссы смесь чешуйчатая с немецким карпом	1,84	<0,1	1,24	>0,1	0,43	>0,1
$\bar{X}$ кроссы три прим с немецким карпом – $\bar{X}$ кроссы смесь чешуйчатая с югославским карпом	0,34	>0,1	8,59	<0,001	3,10	<0,02

По содержанию общего белка в сыворотке крови статистически значимые отклонения среди реципрокных сочетаний установлены лишь в двух вариантах сравнения. Из комбинаций отводки избежлинского карпа три прим с югославским карпом статистически



достоверно преимущество кросса три прим $\times$ югославский. Из комбинаций отводки изобелинского карпа смесь чешуйчатая с немецким карпом статистически значимым повышенным содержанием общего белка отличался кросс смесь чешуйчатая $\times$ немецкий.

По содержанию глюкозы из четырех групп реципрокных комбинаций только у одной, включающей кроссы немецкого карпа с отводкой три прим, не установлено статистически значимых отклонений между прямым и обратным сочетаниями. По сравнению со своими реципрокными комбинациями статистически достоверными преимуществами отличались кроссы юго-славский $\times$ три прим, смесь чешуйчатая $\times$ югославский, немецкий $\times$ смесь чешуйчатая. Среднее содержание глюкозы в сыворотке крови в группе комбинаций отводки смесь чешуйчатая с югославским карпом оказалось статистически значимо выше, чем средний показатель в группе комбинаций отводки смесь чешуйчатая с немецким карпом, а также в группе кроссов отводки три прим с югославским карпом и этой отводки с немецким карпом.

По содержанию холестерина статистически значимое отклонение между реципрокными комбинациями установлено только у сочетаний отводки три прим с немецким карпом, отмечено повышенное содержание холестерина у кросса три прим $\times$ немецкий. Группа комбинаций скрещиваний отводки смесь чешуйчатая с югославским карпом характеризовалась повышенным содержанием холестерина по сравнению с комбинациями этой отводки с немецким карпом, а также комбинациями отводки три прим с немецким и югославским карпом. Установленные отклонения статистически достоверны.

Заключение.

1. Чистые коллекционные линии карпа характеризовались следующими физиолого-биохимическими показателями сыворотки крови: содержание общего белка в среднем по линиям колебалось от 23,06 до 30,33 г/л (повышенным содержанием общего белка характеризовалась чешуйчатая линия лахвинского карпа, пониженным — отводка изобелинского карпа смесь чешуйчатая). Колебания уровня глюкозы составили от 4,85 до 9,64 ммоль/л (повышенным содержанием глюкозы отличалась отводка изобелинского карпа смесь чешуйчатая, пониженным — зеркальная линия лахвинского карпа). Средние значения холестерина у сеголетков коллекционных линий варьировали от 1,81 (отводка изобелинского карпа смесь чешуйчатая) до 3,56 ммоль/л (немецкий карп).



2. Сеголетки двухпородных кроссов имели следующие значения физиолого-биохимических показателей сыворотки крови:

— среднее содержание общего белка 28,49 мг/л, (повышенной величиной данного показателя характеризовались кроссы три прим × югославский (38,45 мг/л), югославский × смесь чешуйчатая (33,59 мг/л), три прим × немецкий (31,98 мг/л), пониженным — югославский × три прим (21,82 мг/л) и немецкий × смесь чешуйчатая (23,76 мг/л). Повышенным содержанием общего белка в сыворотке крови сеголетков по сравнению материнской родительской формой и по сравнению отцовской родительской формой отличился кросс три прим × югославский.

— повышенным содержанием глюкозы в сыворотке крови сеголетков кроссов, по сравнению со средней величиной (5,33 ммоль/л) обладали комбинации смесь чешуйчатая × югославский (10,09 ммоль/л), югославский × три прим (6,03 ммоль/л), немецкий × смесь чешуйчатая (5,37 ммоль/л). Статистически значимые отклонения в сторону снижения содержания глюкозы от материнской родительской формы отмечено для кроссов три прим × югославский, три прим × немецкий, смесь чешуйчатая × немецкий. Кросс смесь чешуйчатая × югославский статистически достоверно характеризовался повышенным содержанием глюкозы по сравнению с отцовским компонентом скрещиваний.

— повышенным содержанием холестерина в сыворотке крови сеголетков кроссов характеризовались сочетания югославский × смесь чешуйчатая (4,20 ммоль/л) и три прим × немецкий (3,43 ммоль/л). Реципрокные сочетания югославского карпа с отводкой изобелинского карпа смесь чешуйчатая отличались повышенным содержанием холестерина по сравнению с материнскими и отцовскими компонентами скрещивания.

3. Группа комбинаций скрещиваний отводки смесь чешуйчатая с югославским карпом характеризовалась повышенным содержанием холестерина и глюкозы по сравнению с комбинациями этой отводки с немецким карпом, а также комбинациями отводки три прим с немецким и югославским карпом.

4. Сеголетки двухпородных кроссов и родительских чистопородных коллекционных групп по содержанию общего протеина в сыворотке крови соответствовали нормативным требованиям (23,06–30,33 г/л), большинство опытных групп по содержанию холестерина характеризовались низкими показателями и не соответствовали нормативным требованиям.



Список использованных источников

1. Строганов, Н. С. Экологическая физиология рыб: [учеб. пособие] / Н. С. Строганов; под ред. С. Н. Скадовского. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1962. — 444 с.
2. Проссер, Л. Сравнительная физиология животных: пер. со 2-го англ. изд. / Л. Проссер, Ф. Браун; под ред. Г. Д. Смирнова. — М.: Мир, 1967. — 766 с.
3. Современные проблемы экологической физиологии и биохимии рыб: [сб. ст.] / АН ЛитССР [и др.]; редкол.: Ю. Б. Вирбицкас (отв. ред.) [и др.]. — Вильнюс: б. и., 1988. — 286 с.
4. Краюшкина, Л. С. Функциональная морфология хлоридсекретирующих клеток у рыб в связи с их эколого-физиологическим значением / Л. С. Краюшкина // Обмен веществ и биохимия рыб: [сб. ст.] / АН СССР, Ихтиол. комис.; отв. ред. Г. С. Карзинкин. — М., 1967. — С. 65–73.
5. Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси / Ин-т рыб. хоз-ва НАН Беларуси; сост.: В. В. Кончиц [и др.]; под общ. ред. В. В. Кончица. — Минск: Тонпик, 2006. — 331 с.
6. Яржомбек, А. А. Справочник по физиологии рыб / А. А. Яржомбек, В. В. Лиманский, Т. В. Щербина [и др.]. — М.: Агропромиздат, 1986. — 191 с.
7. Дорофейчук, В. Г. Муоцимная активность сыворотки крови / В. Г. Дорофейчук // Лабораторное дело. — 1986. — № 1. — С. 28–34.
8. Инструкция по физиолого-биохимическим анализам рыбы: [утв. М-вом рыб. хоз-ва СССР 11.07.1984 г.]. — М.: Всерос. науч.-исслед. ин-т пресновод. рыб. хоз-ва, 1984. — 59 с.
9. Рокицкий, П. Ф. Статистические показатели для характеристики совокупности / П. Ф. Рокицкий // Биологическая статистика: [учеб. пособие] / П. Ф. Рокицкий. — 3-е изд., испр. — Минск, 1973. — Гл. 2. — С. 24–52.

References

1. Stroganov N. S. *Ekologicheskaya fiziologiya ryb* [Ecological physiology of fish]. Moscow, Moscow Univ. Press, 1962. 444 p. (in Russian).
2. Prosser C. L., Brown F. A. *Comparative Animal Physiology*. 2nd ed. Philadelphia; London, W. B. Saunders, 1961. 688 p. (Russ. ed.: Prosser L., Braun F. *Sravnitel'naya fiziologiya zhivotnykh*. Moscow, Mir, 1967. 766 p.)
3. Yu. B. Virbitskas (ed.). *Sovremennye problemy ekologicheskoi fiziologii i biokhimii ryb: sb. st.* [Modern problems of ecological physiology and biochemistry of fish: collection of art.]. Vilnius, 1988. 286 p. (in Russian).
4. Krayushkina L. S. Functional morphology of chloride-secreting cells in fish in connection with their ecological and physiological significance. *Obmen*



- veshchestv i biokhimiya ryb: sb. st.* [Metabolism and biochemistry of fish: collection of art.]. Moscow, 1967, pp. 65–73 (in Russian).
5. Konchits V. V. (ed.). *Sbornik nauchno-tekhnologicheskoi i metodicheskoi dokumentatsii po akvakul'ture v Belarusi* [Collection of scientific, technological and methodological documentation on aquaculture in Belarus]. Minsk, Tonpik, 2006. 331 p. (in Russian).
 6. Yarzombek A. A., Limanskii V. V., Shcherbina T. V., Bekina E. N., Lysenko P. V. *Spravochnik po fiziologii ryb* [Handbook of Fish Physiology]. Moscow, 1986. 191 p. (in Russian).
 7. Dorofeichuk V. G. Muocyme activity of blood serum. *Laboratornoe delo = Laboratory business*, 1986, no. 1, pp. 28–34 (in Russian).
 8. *Instruktsiya po fiziologo-biokhimicheskim analizam rybu: utv. M-vom ryb. khoz-va SSSR 11.07.1984 g.* [Instructions for physiological and biochemical analyses of fish: approved Min. of Fisheries of the USSR 11 July 1984]. Moscow, VNIIPRKh, 1984. 59 p. (in Russian).
 9. Rokitskii P. F. Statistical indicators to characterize the population. *Biologicheskaya statistika* [Biological statistics]. 3rd ed. Minsk, 1973, chap. 2, pp. 24–52 (in Russian).

Сведения об авторах

Вишневская Ольга Николаевна — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belaboka@internet.ru

Книга Мария Владимировна — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Крук Анастасия Юрьевна — научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: nastilyu2310@gmail.com

Сергеева Татьяна Александровна — главный специалист управления по аквакультуре и рыболовному хозяйству, Государственное объединение по мелиорации земель, водному и рыбному хозяйству «Белводхоз» (ул. Коммунистическая, 11-519, 220029, Минск, Республика Беларусь). E-mail: tasergeeva@tut.by

Орлов Иван Анатольевич — научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@mail.ru

Жмойдяк Дарья Александровна — младший научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@mail.ru



Information about the authors

Olga N. Vishneuskaya — Ph.D. (Agricultural), Associate Professor, Senior researcher, Laboratory Breeding and Breeding work, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). Email: belaboka@internet.ru

Maria V. Kniga — Ph.D. (Agricultural), Associate Professor, Leading employee, Laboratory Breeding and Breeding work, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@mail.ru

Anastasiya Yu. Kruk — Researcher, Laboratory of Breeding and Breeding Work, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: nastilyu2310@gmail.com

Tatiana A. Sergeeva — Chief Specialist of the Department of Aquaculture and Fisheries of the State Association for Land Reclamation, Water and Fisheries “Belvodkhov”, (11-519, Kommunisticheskaya Str., 220029, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: tasergeeva@tut.by

Ivan A. Orlov — Researcher, Laboratory of Breeding and Breeding Work, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@mail.ru

Daria A. Zhmoydyak — Junior Researcher, Laboratory of Breeding and Breeding Work, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@mail.ru

УДК 639.215.3.032

Поступила в редакцию 04.11.2024

Received 04.11.2024

**О. Н. Вишнеvская¹, М. В. Книга¹, Т. А. Сергеева², А. Ю. Крук¹,
И. А. Орлов¹, Д. А. Жmoidяк¹**

¹*Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси, Минск, Республика Беларусь*

²*Государственное объединение по мелиорации земель, водному и рыбному хозяйству «Белводхоз», Минск, Республика Беларусь*

РЕЗУЛЬТАТЫ ФОРМИРОВАНИЯ СЕЛЕКЦИОННОГО ЯДРА КАРПА ОПЫТНОЙ ЛИНИИ С ПОВЫШЕННОЙ ПЛОДОВИТОСТЬЮ САМОК

Аннотация. В статье представлены результаты исследования рабочих и относительной рабочей плодовитости самок карпа при формировании селекционного генофонда и первого поколения, полученного от исходного материала. При формировании генофонда карпа, характеризующегося повышенной плодовитостью,



проводили отбор самок с хорошо выраженными половыми признаками старших возрастных групп (8–10-годовики). Отбор по уровню плодовитости проводили с напряженностью около 40,0 %. Отобранные для получения селекционного потомства самки отдавали икру полностью, без тромбов. Проведена сравнительная оценка селекционных групп исходного генофонда и первого поколения карпа с потенциально повышенной плодовитостью со средними показателями коллекционных пород и линий белорусской и зарубежной селекции, нерест которых проводили одновременно в одинаковых условиях с селекционным материалом.

Несмотря на то что плодовитость самок, отобранных при формировании исходного селекционного материала, была выше, чем в первом поколении, однако преимущество селекционной группы по сравнению с чистопородным коллекционным материалом, нерест которого проходил одновременно и в одинаковых условиях, сохраняется.

Ключевые слова: карп, селекция, поколение, отбор, самка, плодовитость

**Olga N. Vishneuskaya¹, Maria V. Kniga¹, Tatiana A. Sergeeva²,
Anastasiya Yu. Kruk¹, Ivan A. Orlov¹, Daria A. Zhmoydyak¹**

¹*Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus*

²*State Association for Land Reclamation, Water and Fisheries “Belvodkhoz”,
Minsk, Republic of Belarus*

RESULTS OF THE FORMATION OF A SELECTION CORE OF CARP WITH INCREASED FERTILITY OF FEMALES

Abstract. The article presents the results of a study of the working and relative working fertility of carp females during the formation of a selection gene pool and the first generation obtained from the original material. During the formation of a carp gene pool characterized by increased fertility, females with well-defined sexual characteristics of older age groups (8–10 yearlings) were selected. Selection by fertility level was carried out with an intensity of about 40.0 %. The females selected to obtain selection offspring gave up eggs completely, without blood clots. A comparative assessment of the selection groups of the original gene pool and the first generation of carp with potentially increased fertility was carried out with the average indicators of collection breeds and lines of Belarusian and foreign selection, the spawning of which was carried out simultaneously under the same conditions with the selection material. Despite the fact that the fertility of females



selected during the formation of the initial selection material was higher than in the first generation, the advantage of the selection group compared to purebred collection material, the spawning of which took place simultaneously and under the same conditions, remains.

Keywords: carp, selection, generation, selection, female, fertility

Введение. Современное прудовое рыбоводство характеризуется высокоинтенсивными формами ведения хозяйства. При этом высокий уровень интенсификации в значительной степени зависит от качества и состояния маточного стада. Основным потенциалом развития карповодства и в целом всего рыбоводства является создание разнообразных пород карпа с широким диапазоном специализаций и адаптаций к различным условиям выращивания [1]. Наиболее приоритетным направлением научных работ в области селекции является улучшение и совершенствование объектов аквакультуры, создание спектра пород, типов, кроссов, приспособленных к условиям обитания и интенсивной эксплуатации. Генетические исследования, селекция и племенная работа как форма реализации научных достижений неотделимы от научно-технического прогресса в рыбоводстве и в целом в аквакультуре. Главной задачей селекции прудовых рыб, полностью одомашненных человеком, является повышение продуктивных качеств существующих и вновь создаваемых пород [2]. Это повышение может быть достигнуто в первую очередь путем ускорения роста и увеличения выживаемости выращиваемых рыб. Большое значение для развития прудового рыбоводства имеет совершенствование показателей, связанных с размножением рыб, включающих показатели плодовитости, сроки созревания производителей, отзывчивость на низкие дозы гипофизарных инъекций. В настоящее время самки карпа характеризуются высокой степенью изменчивости по уровню плодовитости и отзывчивости на дозы стимулирующих нерест гипофизарных инъекций, поздними сроками созревания (7 лет) [3]. Высокая степень изменчивости по данным признакам позволяет вести отбор среди производителей карпа, направленный на повышение репродуктивных качеств, поэтому актуальным вопросом в настоящее время является проведение широкомасштабной селекции по повышению репродуктивных показателей самок карпа.

Материал и методы исследований. Основную массу селекционного материала воспроизводили заводским и эколого-физиологи-



ческим методами по общепринятым методикам на базе инкубационного цеха СПУ «Изобелино», водоснабжение которого осуществляется из головного пруда с помощью насоса. [5]. Для получения потомства были использованы средневозрастные наиболее продуктивные 7–8-годовалые самки, характеризующиеся повышенной плодовитостью, из селекционного ядра, сформированного из межпородных кроссов, полученных от коллекционных пород (югославский и фресинет) и отводок изобелинского карпа (смесь чешуйчатая, три прим и столин XVIII). Самок для воспроизводства подбирали в соответствии с породным стандартом и с хорошо выраженными половыми признаками [6]. В качестве гормональной стимуляции использовали суспензию ацетонированных гипофизов карпа [7]. Гидрохимические показатели воды при преднерестовом содержании соответствовали нормативным требованиям проведения искусственного нереста [8]. Нерестовая кампания проводилась при температуре воды +14...+16 °С. Поскольку нерест проходил при низких температурах, производителей инъецировали трехкратно. Суммарная доза гипофиза составила 3,0–3,3 мг/кг.

Обсуждение результатов исследований. При формировании исходного материала для селекционных работ, направленных на повышение воспроизводительных качеств, был проведен подбор производителей карпа. Для получения потомства подбирали производителей с улучшенными экстерьерными показателями и хорошо выраженными половыми признаками. Кроме этого, в результате цитометрического анализа крови были установлены особи с высоким темпам обновления тканей и повышенной жизнестойкостью, которых также использовали для формирования исходного генофонда. При формировании селекционного материала с повышенной плодовитостью использованы только полностью отнерестившиеся самки (80,0 %), отзывчивые на низкие дозы гипофиза (3 мг/кг при температуре +15,8 °С). Средняя масса отнерестившихся самок составила 5,1 кг. Среднее количество полученной икры от одной самки – 584 г. Масса одной икринки в среднем составляет 1,14 мг, колебания этого показателя незначительны. Средняя рабочая и относительная рабочая плодовитость составили 512,3 тыс. шт. и 100,4 тыс. шт./кг.

В дальнейшем при формировании селекционного ядра использовали метод семейного отбора. Из полученных четырех ге-



нераций, включающих 28 семей, было отобрано 6, которые и явились исходными селекционными группами при формировании первого поколения карпа с повышенными воспроизводительными качествами. В результате оценки воспроизводительных качеств селекционных карпов установлен различный уровень плодовитости самок, обладающих относительно большей плодовитостью. Средняя масса самок (7–8- годового возраста), использованных для получения потомства, близка по величине и составляет в среднем 6,5 кг (табл. 1).

Таблица 1. Сравнительная характеристика плодовитости самок, использованных для формирования селекционного ядра
Table 1. Comparative characteristics of the fertility of females used to form the breeding core

№ самки	Породная принадлежность	Масса, самки, г	Получено икры, г	Масса икринки, мг	Плодовитость	
					тыс. шт.	тыс. шт./кг
527	Самки, использованные для формирования селекционного ядра	7500	865	1,65	524,2	69,9
110		5840	621	1,56	398,1	68,2
100		6450	1395	1,59	911,8	141,1
16		6340	657	1,57	418,5	64,8
161		7660	586	1,64	357,3	46,6
272		5560	808	1,38	585,5	105,3
6		8500	1276	1,45	880,0	103,5
70		5940	657	1,70	386,5	65,1
107		5400	648	1,68	385,7	71,4
64		6470	1154	1,51	764,2	118,1
-	$\bar{X}$	6463	866	1,57	551,6	85,3
-	$\bar{X}$ немецкий:	6198	628	1,42	442,2	71,3
-	$\bar{X}$ югославский	4400	348	1,43	243,6	55,4
-	$\bar{X}$ фресинет	5945	176	1,25	141,2	23,7
-	$\bar{X}$ сарбоянский	4767	257	0,98	261,9	54,9
-	$\bar{X}$ коллекционные линии	4827	352	1,27	274,2	51,2

Масса отданной икры у трех самок достигла более 1 кг и составила в среднем 866 г, с колебаниями от 586 до 1395 г. При средней массе икринки от 1,38 до 1,70 мг рабочая плодовитость колебалась от 357,3 до 911,8 тыс. шт., относительная рабочая — от 46,6 до 141,1 тыс. шт./кг. Таким образом, среди самок с хорошо



развитой воспроизводительной системой наблюдается достаточно высокая изменчивость по показателям плодовитости. Это позволило продолжить работу по отбору и формированию генофонда, отличающегося улучшенными репродуктивными показателями.

Кроме селекционных групп в период нерестовой кампании получено потомство пятого селекционного поколения пород карпа зарубежной селекции. В среднем от самок немецкого карпа получено по 628 г. икры, при массе икринки от 0,97 до 1,57 мг, рабочая плодовитость составила от 253 до 727,4 тыс. шт., а относительная рабочая — от 35,2 до 97,6 тыс. шт./кг.

От самок югославского карпа (пятигодовики) в среднем получено 348 г икры с колебаниями от 120 до 635 г. Средняя рабочая плодовитость югославского карпа составила 243,6 тыс. шт. икринок на одну самку, относительная рабочая — 55,4 тыс. шт./кг.

Масса икры, полученной от сарбоянского карпа, в среднем составила 257 г. Икра этого происхождения оказалась самой мелкой. Масса одной икринки колебалась в среднем от 0,76 до 1,23 мг, составляя в среднем 0,98 мг, поэтому не смотря на сравнительно небольшую массу икры, полученной от каждой самки, его плодовитость оказалась выше, чем югославского карпа (261,9 против 243,6 тыс. шт.).

Самыми низкими величинами плодовитости самок оказались самки породы фресинет. От них получено в среднем по 176 г икры, рабочая плодовитость составила 141,2 тыс. шт. икринок на самку, относительная рабочая — 23,7 тыс. шт./кг.

Сравнение рабочей плодовитости карпов разной породной принадлежности представлено на рис. 1. Закономерно самой высокой плодовитостью характеризовалась селекционная группа чешуйчатого карпа, в которой велся отбор в сторону увеличения плодовитости самок.

Из потомства группы высокоплодовитых самок карпа, составляющих селекционное ядро, было сформировано первое селекционное поколение.

Среди самок селекционируемого на улучшение воспроизводительных качеств чешуйчатого карпа первого поколения проведен отбор. Для формирования селекционного материала (первой генерации первого поколения) были использованы только самки, полностью отнерестившиеся и без тромбов. Отбор проведен со средним уровнем напряженности (47,1 %).

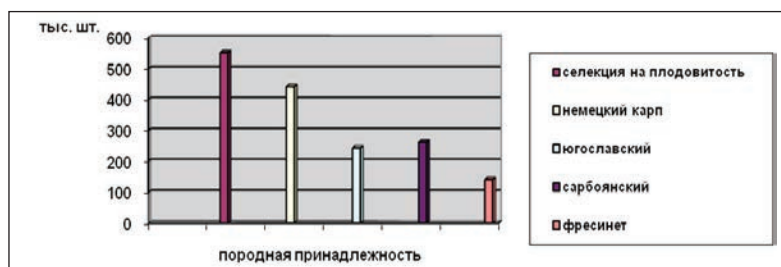


Рис. 1. Рабочая плодовитость самок разной породной принадлежности

Fig. 1. Working fertility of females of different breeds

Получение потомства проводили в условиях инкубационного цеха при двукратной гипофизарной инъекции, с общей дозой гипофиза 2,8 мг/кг самки. Их рабочая плодовитость в среднем составила 495,1 тыс. шт. икринок, с колебаниями по отдельным самкам от 292,7 до 778,4 тыс. шт. (табл. 2).

Таблица 2. Плодовитость самок селекционного чешуйчатого карпа в 2023 г. (заводской метод воспроизводства)

Table 2. Fertility of females of selective scaly carp in 2023 (factory reproduction method)

Породная принадлежность самок		Масса		Плодовитость	
		самки, кг	икринки, мг	рабочая, тыс.экз.	относительная рабочая, тыс.экз./кг
Селекционный чешуйчатый карп F ₁					
№ самки	10	6,5	1,44	262,7	40,4
	20	4,0	0,85	449,2	112,3
	36	4,1	1,21	413,6	100,9
	71	6,2	1,19	714,8	115,3
	171	5,2	1,04	564,9	108,6
	200	5,1	0,85	778,4	152,6
	226	4,3	1,23	313,2	72,8
	230	4,6	0,98	490,4	106,6
	314	5,2	1,05	485,2	93,3
	316	3,6	1,07	478,2	132,8
$\bar{x} \pm S\bar{x}$		4,9±0,30	1,09±0,06	495,1±50,50	103,6±9,80
$\bar{x}$ линии белорусской селекции		5,00±0,20	1,10±0,001	238,30±35,3	55,9±11,73
$\bar{x}$ зарубежные породы		5,40±0,30	1,00±0,01	314,50±46,64	56,00±7,58



Таким образом, рабочая плодовитость самок, отобранных для формирования чешуйчатого карпа с увеличенной плодовитостью, оказалась значительно выше, чем у коллекционных пород белорусской и зарубежной селекции (рис. 2).

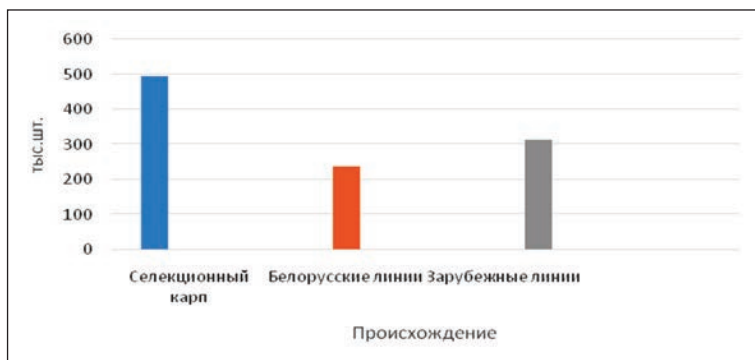


Рис. 2. Рабочая плодовитость самок разной породной принадлежности
Fig. 2. Working fertility of females of different breeds

Аналогично и относительная рабочая плодовитость этой группы самок была выше, чем у коллекционных пород (103,6 против 55,9 и 56,0 тыс. шт./кг) (рис. 3).

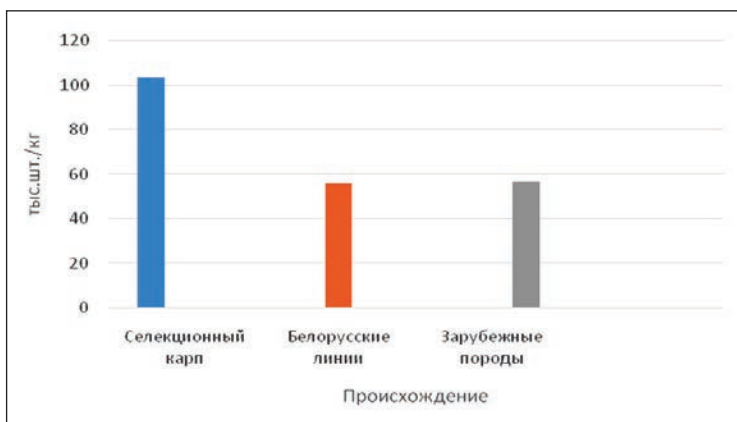


Рис. 3. Относительная рабочая плодовитость самок разной породной принадлежности
Fig. 3. Relative working fertility of females of different breeds



Заключение. При формировании ремонта селекционного ядра чешуйчатого карпа с повышенной плодовитостью были использованы самки, прошедшие отбор по уровню плодовитости с направленностью около 40,0 %.

Средняя рабочая плодовитость самок, составивших исходное селекционное ядро, составляла 551,6 тыс. шт., относительная — 85,3 тыс. шт./кг., что выше, чем у коллекционных пород, нерест которых проходил одновременно с селекционным материалом, средняя рабочая плодовитость которых составила 274,2 тыс. шт., а относительная рабочая плодовитость — 51,2 тыс. шт./кг.

Самки первого поколения карпа, селекционируемого в направлении повышения плодовитости, характеризовались повышенными уровнем данного показателя по сравнению со средней плодовитостью коллекционных линий белорусской и зарубежной селекции, нерест которых проходил одновременно в одинаковых условиях. Средняя рабочая плодовитость самок первого поколения достигла 495,1 тыс. шт., относительная — 103,6 тыс. шт./кг., что достоверно выше, чем средние показатели рабочей и относительной рабочей плодовитости у коллекционных пород белорусской (238,3 тыс. шт. и 55,9 тыс. шт./кг) и зарубежной (314,5 тыс. шт. и 56,0 тыс. шт./кг) селекции.

Несмотря на то что рабочая плодовитость самок, отобранных при формировании исходного селекционного материала, была выше, чем в первом поколении (что говорит о некотором возврате к среднему показателю маточного стада по плодовитости), преимущество селекционной группы по сравнению с чистопородным коллекционным материалом, нерест которого проходил одновременно и в одинаковых условиях, сохраняется. Кроме того, наблюдается значительное, на 21,5 %, увеличение относительной рабочей плодовитости самок первого поколения по сравнению с исходным материалом, что говорит об эффективности селекции в данном направлении.

Список использованных источников

1. Таразевич, Е. В. Селекционно-генетические основы создания и использования белорусских пород и породных групп карпа / Е. В. Таразевич. — Минск: Тонпик, 2009. — 223 с.
2. Рыбоводно-биологические и биохимико-генетические особенности карпов, разводимых в Республике Беларусь / А. И. Чутаева, Г. А. Про-



- хорчик, Н. Н. Башунова [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству. — Минск, 1997. — Вып. 15. — С. 11–33.
3. Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре / Всерос. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва и океанографии. — М., 2001. — С. 147–151.
 4. Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре / Всерос. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва и океанографии. — М.: ВНИРО, 2001. — 242 с.
 5. Слуцкий, Е. С. Фенотипическая изменчивость рыб (селекционный аспект) / Е. С. Слуцкий // Известия Государственного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства. — Л., 1978. — Т. 134: Изменчивость рыб. — С. 3–132.
 6. Сравнительная характеристика методов воспроизводства карпа / Е. В. Таразевич, М. В. Книга, Г. А. Прохорчик [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству. — Минск, 2005. — Вып. 21. — С. 11–14.
 7. Репродукционные показатели производителей селекционных отводок 7–8 поколения изобелинского карпа / Е. В. Таразевич, М. В. Книга, Г. А. Прохорчик [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству. — Минск, 2006. — Вып. 22. — С. 23–29.
 8. Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси / Ин-т рыб. хоз-ва НАН Беларуси; сост.: В. В. Кончиц [и др.]; под общ. ред. В. В. Кончица. — Минск, 2006. — 331 с.
 9. Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству: [в 2 т.] / Всесоюз. науч.-произв. об-ние по рыбоводству. — М.: Агропромиздат, 1986. — Т. 1. — 258 с.

References

1. Tarazevich E. V. *Seleksionno-geneticheskie osnovy sozdaniya i ispol'zovaniya belorusskikh porod i porodnykh grupp karpa* [Breeding and genetic bases for the creation and use of Belarusian breeds and breed groups of carp]. Minsk, Tonpik, 2009. 223 p. (in Russian).
2. Chutaeva A. I., Prokhorchik G. A., Bashunova N. N. et. al. Fish-breeding-biological and biochemical-genetic features of carp bred in the Republic of Belarus. *Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi : sb. nauch. tr.* [Issues of fisheries in Belarus : collection of sci. papers]. Minsk, 1997, iss. 15, pp. 11–33 (in Russian).
3. *Sbornik nauchno-tekhnologicheskoi i metodicheskoi dokumentatsii po akvakul'ture* [Collection of scientific, technological and methodological documentation on aquaculture]. Moscow, 2001, pp. 147–151 (in Russian).



4. *Sbornik nauchno-tehnologicheskoi i metodicheskoi dokumentatsii po akvakul'ture* [Collection of scientific, technological and methodological documentation on aquaculture]. Moscow, VNIRO, 2001. 242 p. (in Russian).
5. Slutskii E. S. Phenotypic variability of fish (breeding aspect). *Izvestiya Gosudarstvennogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ozernogo i rechnogo rybnogo khozyaistva* [Proceedings of the State Scientific Research Institute of Lake and River Fisheries]. Leningrad, 1978, vol. 134: Variability of fish, pp. 3–132 (in Russian).
6. Tarazevich E. V., Kniga M. V., Prokhorchik G. A., Chimbur I. V., Us A. P., Dudarenko L. S., Vashkevich L. M., Tentevitskaya L. S. Comparative characteristics of carp reproduction methods. *Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sb. nauch. tr.* [Issues of fisheries in Belarus: collection of sci. papers]. Minsk, 2005, iss. 21, pp. 11–14 (in Russian).
7. Tarazevich E. V., Kniga M. V., Prokhorchik G. A., Us A. P., Vashkevich L. M., Dudarenko L. S. Reproductive indicators of producers of breeding layering of the 7–8 generation of Isobel carp. *Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sb. nauch. tr.* [Issues of fisheries in Belarus: collection of sci. papers]. Minsk, 2006, iss. 22, pp. 23–29 (in Russian).
8. Konchits V. V. (ed.). *Sbornik nauchno-tehnologicheskoi i metodicheskoi dokumentatsii po akvakul'ture v Belarusi* [Collection of scientific, technological and methodological documentation on aquaculture in Belarus]. Minsk, Tonpik, 2006. 331 p. (in Russian).
9. *Sbornik normativno-tehnologicheskoi dokumentatsii po tovarnomu rybovodstvu: v 2 t.* [Collection of regulatory and technological documentation on commercial fish farming: in 2 vol.]. Moscow, Agropromizdat, 1986, vol. 1, 258 p. (in Russian).

Сведения об авторах

Вишневская Ольга Николаевна — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belaboka@internet.ru

Книга Мария Владимировна — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Сергеева Татьяна Александровна — главный специалист управления по аквакультуре и рыболовному хозяйству, Государственное объединение по мелиорации земель, водному и рыбному хозяйству «Белводхоз» (ул. Коммунистическая, 11-519, 220029, Минск, Республика Беларусь). E-mail: tasergeeva@tut.by

Крук Анастасия Юрьевна — научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия



наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь).
E-mail: nastilyu2310@gmail.com

Орлов Иван Анатольевич — научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь).
E-mail: belniirh@mail.ru

Жмойдяк Дарья Александровна — младший научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@mail.ru

Information about the authors

Olga N. Vishneuskaya — Ph.D. (Agricultural), Associate Professor, Senior researcher, Laboratory Breeding and Breeding work, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). Email: belaboka@internet.ru

Maria V. Kniga — Ph.D. (Agricultural), Associate Professor, Leading employee, Laboratory Breeding and Breeding work, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@mail.ru

Tatiana A. Sergeeva — Chief Specialist of the Department of Aquaculture and Fisheries of the State Association for Land Reclamation, Water and Fisheries “Belvodkhoz”, (11-519, Kommunisticheskaya Str., 220029, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: tasergeeva@tut.by

Anastasiya Yu. Kruk — Researcher, Laboratory of Breeding and Breeding Work, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: nastilyu2310@gmail.com

Ivan A. Orlov — Researcher, Laboratory of Breeding and Breeding Work, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@mail.ru

Daria A. Zhmoydyak — Junior Researcher, Laboratory of Breeding and Breeding Work, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@mail.ru



УДК 639.215.3.032

Поступила в редакцию 04.11.2024

Received 04.11.2024

О. Н. Вишневская¹, М. В. Книга¹, Т. А. Сергеева², И. А. Орлов¹,
А. Ю. Крук¹, Д. А. Жмойдяк¹

¹Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси,
Минск, Республика Беларусь

²Государственное объединение по мелиорации земель, водному и рыбному
хозяйству «Белводхоз», Минск, Республика Беларусь

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЗИМОВКИ СЕЛЕКЦИОНИРУЕМЫХ НОВЫХ ПОРОДНЫХ ГРУПП: СОЗДАВАЕМОЙ ПОРОДЫ «БЕЛОРУССКИЙ ЗЕРКАЛЬНЫЙ» И ЧЕШУЙЧАТОГО КАРПА, СЕЛЕКЦИЯ КОТОРОГО НАПРАВЛЕНА НА СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ КАЧЕСТВ

Аннотация. В статье приведены результаты зимовки каждой возрастной группы ремонтно-маточного стада двух линий селекционируемого в Беларуси карпа «белорусский зеркальный» и чешуйчатого карпа, селекция которого направлена на совершенствование воспроизводительных качеств. Результаты зимовки селекционируемого зеркального карпа сравнивали с коллекционными линиями белорусской и зарубежной селекции, зимовка которых проходила совместно с селекционным материалом, т. е. в одинаковых условиях. В целом ремонт и производители селекционного карпа характеризовались показателями зимовки, близкими по величине к нормативным требованиям. Отмечено некоторое снижение выживаемости годовиков селекционного зеркального карпа по сравнению с чистопородными группами из коллекционного стада. У старших ремонтных групп и производителей наблюдалось повышение выхода из зимовки по сравнению с линиями карпа, зимовавшими в одинаковых условиях (совместно). По уровню потери массы тела за период зимовки все возрастные группы селекционного карпа характеризовались существенными преимуществами по сравнению с нормативными требованиями.

Ключевые слова: зимовка, селекция, карп, порода, линия, ремонт, производители, средняя масса, выживаемость



Olga N. Vishneuskaya¹, Maria V. Kniga¹, Tatiana A. Sergeeva²,
Ivan A. Orlov¹, Anastasiya Yu. Kruk¹, Daria A. Zhmoydyak¹

¹*Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus*

²*State Association for Land Reclamation, Water and Fisheries "Belvodkhoz", Minsk, Republic of Belarus*

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE RESULTS OF WINTERING OF NEW SELECTION GROUPS OF CARP: THE CREATED BREED "BELARUSIAN MIRROR" AND SCALY CARP, THE SELECTION OF WHICH IS AIMED AT IMPROVING REPRODUCTIVE QUALITIES

Abstract. The article presents the results of wintering of each age group of the broodstock of two lines of mirror carp and scaly carp bred in Belarus, the selection of which is aimed at improving reproductive qualities. The results of wintering of the bred carp were compared with collection lines of Belarusian and foreign selection, the wintering of which took place together with the selection material, that is, in the same conditions. In general, the broodstock and producers of the bred carp were characterized by wintering indicators close in value to the regulatory requirements. Some decrease in the survival rate of yearlings of the bred mirror carp was noted compared to purebred groups from the collection stock. In older bred groups and producers, an increase in the exit from wintering was observed compared to carp lines that wintered in the same conditions (together). In terms of the level of body weight loss during the wintering period, all age groups of selective carp were characterized by significant advantages compared to regulatory requirements.

Keywords: wintering, selection, carp, breed, line, repair, producers, average weight, survival rate, correlation

Введение. В настоящее время ведется селекция на формирование новых пород карпа, оцениваемых по всем рыбоводным показателям на основе сравнения с породами карпа, которые содержатся в СПУ «Изобелино».

Процесс зимовки является одним из ответственных моментов в ведении карпового хозяйства и требует к себе особого внимания. В условиях II–III зон рыбоводства зимовка рыбы связана с длительным сроком нахождения рыбы в зимовальных прудах. Это



вызывает значительные потери массы тела рыбы, а также весьма существенным фактором в производстве прудовой рыбы является ее выживаемость в зимний период, особенно рыбопосадочного материала. На выживаемость и сохранение массы тела рыбы в зимовальных прудах, влияют абиотические факторы, особенно содержание растворенного в воде кислорода, которого должно быть не менее 3 мг на 1 л воды [1, 2]. Кроме факторов внешней среды на результаты зимовки оказывает влияние физиологическая готовность рыбы переживать неблагоприятные условия [3]. Немаловажным является и генетическое происхождение зимующей рыбы [4]. Следовательно, в системе оценки рыбоводно-биологических качеств пород карпа важными являются показатели результатов зимовки, особенно годовиков. Таким образом, при комплексной оценке селекционной ценности того или иного кросса или породы важными критериями являются показатели их зимостойкости [5, 6, 7].

Селекционная работа по созданию новых высокопродуктивных конкурентоспособных пород карпа в Республике Беларусь осуществляется на базе СПУ «Изобелино». В настоящее время селекционные работы направлены на создание высокопродуктивной зеркальной породы карпа, обладающей улучшенным фенотипом и не уступающей чешуйчатым породам по рыбохозяйственным показателям [8].

Материалы и методы исследований. Работы по формированию ремонтно-маточного стада селекционного зеркального карпа проводили на протяжении пяти поколений. В настоящее время ремонтно-маточное стадо двух линий селекционируемого зеркального карпа представлено старшим ремонтом и производителями пятого поколения, и младшим ремонтом шестого поколения. Кроме создания новой белорусской зеркальной породы карпа ведутся работы по формированию селекционного ядра чешуйчатого карпа с улучшенными воспроизводительными качествами. Селекционный материал оценивали на всех этапах рыбоводного процесса по комплексу рыбохозяйственных признаков, включающих зимостойкость разновозрастных групп карпа. Одновременно с селекционными работами по созданию новых пород и линий в СПУ «Изобелино» проводится племенная работа, направленная на воспроизводство и сохранение в генетической чистоте уже существующих пород белорусской и зарубежной селекции. Имеющийся в



хозяйстве генофонд карпа разной породной принадлежности, сформированный в одинаковых условиях среды, позволяет провести сравнительную оценку нового селекционного материала с уже существующими породами [9].

В настоящее время селекционные работы направлены на создание высокопродуктивной породы карпа «Белорусский зеркальный», обладающей улучшенным фенотипом и не уступающей чешуйчатым породам по основным рыбохозяйственным признакам [8]. Перед размещением на зимовку весь младший ремонт (сеголетки, двух- и трехлетки) разной породной принадлежности, в том числе и селекционный карп, метили серийными механическими метками и размещали совместно с остальными коллекционными линиями, в один зимовал. Зимовка каждой возрастной группы карпа, включающей разные по происхождению линии, также проходила совместно. Следовательно, условия зимовки для каждой из возрастных групп разной породной принадлежности были одинаковыми. Это обстоятельство позволило без учета экологических условий сравнить результаты зимовки ремонта секционированного карпа с другими породными группами по основным рыбохозяйственным показателям. На основе полученных результатов по выживаемости, средней массе и изменению средней массы тела за зимний период проводили сравнительную оценку секционированных групп карпа с нормативными требованиями [10].

Результаты исследований и их обсуждение. Сеголетки, а соответственно, и годовики селекционного зеркального карпа второй генерации, второй линии, шестого поколения и секционированного в направлении улучшения воспроизводительных качеств чешуйчатого карпа отличались повышенной массой тела по сравнению с чистопородными коллекционными линиями белорусской и зарубежной селекции (табл. 1). Средняя масса годовиков селекционного зеркального карпа составила в среднем 47,9 г, чешуйчатого 48,5 г, что значительно выше, чем средняя масса годовиков коллекционных линий белорусской (18,6 г) и зарубежной (21,0 г) селекции. Потеря массы тела у селекционных групп в зимовку 2023–2024 гг. значительно ниже допустимого нормативными требованиями значения (6,8 и 4,5 % соответственно 12,0 %). По уровню потери массы тела и выживаемости за период зимовки селекционный зеркальный карп уступал чешуйчато-



му. Также отмечено снижение выживаемости данной селекционной группы по сравнению с чистопородными коллекционными формами.

Таблица 1. Сравнительная характеристика результатов зимовки годовиков опытных групп селекционного карпа

Table 1. Comparative characteristics of the results of wintering of yearlings of experimental groups of selective carp

Опытная группа	Посажено			Выловлено			Потеря массы тела, %	Выход, %
	экз.	масса общая, кг	средняя, г	экз.	масса общая, кг	средняя, г		
Зеркальный карп, II генерация, 1-я линия, F ₆	496	25,5	51,4	340	16,3	47,9	6,8	68,5
Карп с потенциально повышенной плодовитостью, II генерация, F ₂ (опытная группа)	240	12,2	50,8	208	10,1	48,5	4,5	86,7
Зарубежные породы ($\bar{x}$)	815	17,5	21,5	658	13,8	21,0	2,3	80,7
Белорусские линии ($\bar{x}$)	8319	177,4	21,3	6126	114,1	18,6	12,7	73,6

Двухгодовики селекционного зеркального карпа (вторая генерация первой линии шестого поколения) отличались пониженной средней массой тела по сравнению с совместно зимовавшими чистопородными формами, однако по выживаемости эта селекционная группа им не уступала (табл. 2). В целом у двухгодовиков селекционного карпа отмечены сверхнормативные рыболовные показатели зимовки, т. е. потеря массы тела была ниже допустимых 12,0 %, а выживаемость выше 90,0 %.

Существенных отклонений массы тела трехгодовиков селекционного зеркального карпа от уже существующих пород не установлено (табл. 3). Однако эта селекционная группа зеркального карпа отличалась повышенной выживаемостью (100,0 %). Селекционный чешуйчатый карп отличался незначительным увеличением массы тела и некоторым снижением выживаемости.



Таблица 2. Сравнительная рыбохозяйственная характеристика двухгодовиков селекционного карпа

Table 2. Comparative fishery characteristics of two-year-old selective carp

Породная принадлежность	Посажено			Выловлено			Потеря массы тела, %	Выход, %
	экз.	масса		экз.	масса			
		общая, кг	средняя, г		общая, кг	средняя, г		
Селекция: зеркальный карп 2-я линия II генерация F ₆	77	25,6	332,5	77	23,3	302,6	9,0	100,0
Чешуйчатый карп I генерация F ₂	105	59,1	562,8	101	53,6	530,7	5,7	96,2
Х белорусские линии	1845	1151,7	624,2	1845	1127,4	611,1	2,1	100,0
Х зарубежные породы F ₆	84	51,8	616,7	81	45,5	561,7	8,9	96,4

Таблица 3. Сравнительная характеристика рыбохозяйственных показателей трехгодовиков селекционного карпа

Table 3. Comparative characteristics of fishery indicators of three-year-old selective carp

Породная принадлежность	Посажено			Выловлено			Потеря массы тела, %	Выход, %
	экз.	масса		экз.	масса			
		общая, кг	средняя, г		общая, кг	средняя, г		
Селекция. Зеркальный карп 1-я линия II генерация F ₆	213	245,6	1153,0	213	238,4	1119,2	2,9	100,0
Чешуйчатый карп, F ₁	47	60,9	1295,7	41	51,5	1256,1	3,1	87,2
Х белорусские линии	180	221,3	1229,4	178	214,0	1202,2	2,2	98,9
Х зарубежные линии F ₅	69	75,1	1088,4	61	65,8	1078,7	0,9	88,4



Четырехгодовики селекционного зеркального карпа характеризовались показателями зимовки, близкими к нормативным требованиям, уступая имеющимся в коллекционном стаде породам только по массе тела и обладая преимуществами по выживаемости (табл. 4). У селекционного чешуйчатого карпа, сформированного с использованием наследственности породы «Московский чешуйчатый» российской селекции, отмечено незначительное снижение средней массы тела и повышение выживаемости по сравнению с четырехгодовиками пород карпа белорусской и зарубежной селекции.

Таблица 4. Сравнительная характеристика рыбохозяйственных показателей четырехгодовиков селекционного карпа
Table 4. Comparative characteristics of fishery indicators of four-year-old selective carp

Породная принадлежность	Посажено			Выловлено			Потеря массы тела, %	Выход, %
	экз.	масса		экз.	масса			
		общая, кг	сред-няя, г		общая, кг	сред-няя, г		
Селекция: зеркальный карп 1-я ли-ния II генера-ция F ₅	36	68,3	1897,2	351	62,6	1788,6	10,5	97,2
Селекция: че-шуйчатая карп II гене-рация F ₂ *	24	47,7	1987,5	24	45,5	1895,8	5,7	100,0
Х белорусские линии	239	598,6	2504,6	230	543,9	2364,8	5,6	96,2
Х зарубежные линии F ₅	86	258,0	3000,0	83	198,2	2388,0	20,4	96,5

* Для получения данной селекционной группы использован генетический материал породы «Московский чешуйчатый» российской селекции.

У пятигодовиков селекционного зеркального карпа отмечено повышение средней массы тела, снижение потери массы тела и повышение выживаемости по сравнению с зимовавшими совместно линиями зарубежной селекции (табл. 5). Отмечено незначи-



тельное отклонение в сторону снижения указанных признаков у селекционного зеркального карпа по сравнению с зимовавшими одновременно карпами признанных белорусских пород. Показатели зимовки селекционного чешуйчатого карпа незначительно отличались от среднего уровня рассмотренных признаков белорусских линий и обладали существенными преимуществами по сравнению с зарубежными породами.

Таблица 5. Сравнительная рыбохозяйственная характеристика пятигодовиков селекционного карпа
Table 5. Comparative fishery characteristics of five-year-old selective carp

Породная принадлежность	Посажено			Выловлено			Потеря массы тела, %	Выход, %
	экз.	масса		экз.	масса			
		общая, кг	средняя, г		общая, кг	средняя, г		
Селекционный зеркальный карп, 2-я линия II генерация F ₅	79	250,3	3168,4	72	213,5	2965,3	6,4	91,1
Селекция на плодовитость, F ₁	54	174,1	3224,1	53	162,2	3060,4	5,1	98,1
Х белорусские линии F ₁₀	169	550,5	3257,4	167	504,7	3022,2	7,2	98,8
Х зарубежные породы F ₅	134	410,9	3066,4	81	199,6	2464,2	19,6	60,4

Производители селекционного зеркального карпа (6–9-годовики) в основном характеризовались некоторыми преимуществами по массе и потере массы тела по сравнению чистопородными карпами из белорусского коллекционного стада (табл. 6). По выходу производителей из зимовки существенных отклонений у селектируемых в настоящее время пород карпа от уже существующих, прошедших апробацию, не установлено. За зимний период рыба похудела не значительно. Некоторые преимущества по данному признаку отмечены у семи- и восьмигодовиков селекционного зеркального карпа.



Таблица 6. Сравнительная рыбохозяйственная характеристика результатов зимовки производителей селекционного зеркального карпа
 Table 6. Comparative fishery characteristics of the wintering results of breeding mirror carp producers

Возраст. Породная принадлежность	Посажено			Выловлено			Потеря массы тела, %	Выход, %
	экз.	масса		экз.	масса			
		общая, кг	средняя, г		общая, кг	средняя, г		
7.Селекция: зеркальный карп 2-я линия I генерация F ₅	74	356,6	4818,9	73	333,3	4565,8	5,3	98,0
Х белорусские линии	210	798,5	3802,4	205	737,0	3595,1	5,4	97,6
Х зарубежные породы	102	460,4	4513,7	100	424,1	4241,0	6,0	99,8
8.Селекция: зеркальный 1-я линия II генерация F ₅	18	104	5777,8	17	96,5	5676,5	1,8	94,4
Чешуйчатый карп III генерация F ₀	8	41,2	5150,0	8	39,3	4911,1	4,6	100,0
Х белорусские линии	84	448,8	5342,9	79	402,3	5092,4	4,7	94,0
Х зарубежные породы	16	76,3	4768,8	16	72,2	4512,5	5,4	100,0
9.Селекционный зеркальный карп 1-я линия F ₅	11	59,5	5409,1	11	57,6	5233,3	3,2	100,0
Селекция на плодовитость F ₁	5	25,2	5040,0	5	24,3	4860,0	3,6	100,0
Х белорусские линии F ₁₀	90	453,4	5037,8	88	420,2	4775,8	5,2	97,8
Х зарубежные породы F ₅	67	376,7	5622,4	65	350,2	5387,7	4,2	97,0



Закключение. По результатам зимовки селекционных групп зеркального и чешуйчатого карпа можно отметить следующее:

1. В целом ремонт и производители селекционного зеркального и чешуйчатого карпа характеризовались показателями зимовки, близкими по величине к нормативным требованиям.

2. Годовики селекционного зеркального карпа второй генерации второй линии шестого поколения отличались повышенной массой тела по сравнению с чистопородными коллекционными линиями белорусской и зарубежной селекции. Двухгодовики селекционного зеркального карпа (вторая генерация первой линии шестого поколения) характеризовались пониженной средней массой тела по сравнению с совместно зимовавшими чистопородными формами. Существенных отклонений массы тела трех-, четырехгодовиков селекционного зеркального карпа от уже существующих пород не установлено. Производители селекционного зеркального карпа (5–8-годовики) в основном характеризовались некоторыми преимуществами по массе по сравнению с чистопородными карпами из белорусского коллекционного стада.

3. По уровню потери массы тела за период зимовки все возрастные группы селекционного зеркального карпа характеризовались существенными преимуществами по сравнению с нормативными требованиями. Отмечено снижение данного показателя у производителей селекционного зеркального карпа по сравнению с коллекционными линиями белорусской и зарубежной селекции.

4. Отмечено снижение выживаемости годовиков селекционного зеркального карпа по сравнению с чистопородными группами из коллекционного стада. У ремонтных групп и производителей наблюдалось повышение выхода из зимовки по сравнению с линиями карпа, зимовавшими в одинаковых условиях (совместно).

5. В разновозрастных группах селекционного зеркального и чешуйчатого карпа из-за небольшого количества исходного материала проведен корректирующий отбор с низкой степенью напряженности и, соответственно, незначительным селекционным дифференциалом.

**Список использованных источников**

1. Мартышев, Ф. Г. Биотехника прудового рыбоводства: [учеб. пособие] / Ф. Г. Мартышев. — М.: Совет. наука, 1954. — 376 с.
2. Лобченко, В. Рыбоводство: справочная книга рыбовода фермера / В. Лобченко. — Кишинев: Vitalis, 2004. — 104 с.
3. Щербина, М. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. — М. : Всерос. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва и океанографии, 2006. — 360 с.
4. Кирпичников, В. С. Методы и эффективность селекции ропшинского карпа. Сообщение 1. Цели селекции, исходные формы и схем скрещиваний / В. С. Кирпичников // Генетика. — 1971. — № 8. — С. 65–72.
5. Савич, М. В. К вопросу зимостойкости сеголетков карпо-сазаных гибридов разного происхождения / М. В. Савич, Е. Е. Басалкевич // Сборник научных трудов / Науч.-произв. об-ние по рыбоводству, Всесоюз. науч.-исслед. ин-т прудового рыб. хоз-ва. — М., 1977. — Вып. 18: Разведение и выращивание прудовых рыб. — С. 35–39.
6. Сравнительная характеристика биохимического состава тела сеголетков и годовиков амурского сазана из белорусского коллекционного стада / Т. А. Сергеева, И. А. Орлов, Е. А. Савичева [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству. — Минск, 2022. — Вып. 37. — С. 34–50.
7. Физиолого-биохимические показатели сеголетков и годовиков карпа разной породной принадлежности из коллекционного стада / В. Ю. Агеец, Т. А. Сергеева, Е. А. Савичева [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству. — Минск, 2022. — Вып. 37. — С. 266–277.
8. Сравнительная рыбохозяйственная характеристика сеголетков двух линий селекционного зеркального карпа четвертого и пятого поколений / В. Ю. Агеец, Т. А. Сергеева, Е. А. Савичева [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству. — Минск, 2022. — Вып. 38. — С. 22–41.
9. Рыбоводно-биологические и биохимико-генетические особенности карпов, разводимых в Республике Беларусь / А. И. Чутаева, Г. А. Прохорчик, Н. Н. Башунова [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. / Белорус. науч.-исслед. и проект.-конструктор. ин-т рыб. хоз-ва. — Минск, 1997. — Вып. 15. — С. 11–33.
10. Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству: [в 2 т.] / Всесоюз. науч.-произв. об-ние по рыбоводству. — М.: Агропромиздат, 1986. — Т. 1. — 258 с.



References

1. Martyshev F. G. *Biotehnika prudovogo rybovodstva* [Biotechnics of pond fish farming]. Moscow, Sovetskaya nauka, 1954. 376 p. (in Russian).
2. Lobchenko V. *Rybovodstvo: spravochnaya kniga rybovoda fermera* [Fish farming: a reference book of a fish farmer]. Chisinau, Vitalis, 2004. 104 p. (in Russian).
3. Shcherbina M. A., Gamygin E. A. *Kormlenie ryb v presnovodnoi akvakul'ture* [Fish feeding in freshwater aquaculture]. Moscow, VNIRO, 2006. 360 p. (in Russian).
4. Kirpichnikov V. S. Methods and efficiency of breeding rospinsky carp. Message 1. Objectives of breeding, initial forms and patterns of crosses. *Genetika = Genetics*, 1971, no. 8, pp. 65–72 (in Russian).
5. Savich M. V., Basalkevich E. E. On the issue of winter tolerance of juvenile carp-carp hybrids of different origin. *Sbornik nauchnykh trudov* [Collection of scientific papers]. Moscow, 1977, iss. 18: Breeding and cultivation of pond fish, pp. 35–39 (in Russian).
6. Sergeeva T. A., Kruk A. Yu., Savicheva E. A., Voityuk T. F., Kniga M. V., Orlov I. A., Vishnevskaya O. N., Krasovskii S. A. Comparative characteristics of the biochemical composition of the body of fingerlings and yearlings of the Amur carp from the Belarusian collection herd. *Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sb. nauch. tr.* [Issues of fisheries in Belarus: collection of sci. papers]. Minsk, 2022, iss. 37, pp. 34–50 (in Russian).
7. Ageets V. Yu., Sergeeva T. A., Savicheva E. A., Kniga M. V., Voityuk T. F., Kruk A. Yu., Kral'ko S. V., Orlov I. A., Krasovskii S. A. Physiological and biochemical parameters of fingerlings and yearlings of carp of different breeds from the collection herd. *Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sb. nauch. tr.* [Issues of fisheries in Belarus: collection of sci. papers]. Minsk, 2022, iss. 37, pp. 266–277 (in Russian).
8. Ageets V. Yu., Sergeeva T. A., Savicheva E. A., Kniga M. V., Kruk A. Yu., Vishnevskaya O. N., Orlov I. A., Voityuk T. F., Sumarevich S. A., Bayankov A. S., Tarazevich E. V. Comparative fisheries characteristics of fingerlings of two lines of breeding mirror carp of the fourth and fifth generations. *Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sb. nauch. tr.* [Issues of fisheries in Belarus: collection of sci. papers]. Minsk, 2022, iss. 38, pp. 22–41 (in Russian).
9. Chutaeva A. I., Prokhorchik G. A., Bashunova N. N. et. al. Fish-breeding-biological and biochemical-genetic features of carp bred in the Republic of Belarus. *Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sb. nauch. tr.* [Issues of fisheries in Belarus: collection of sci. papers]. Minsk, 1997, iss. 15, pp. 11–33 (in Russian).
10. *Sbornik normativno-tekhnologicheskoi dokumentatsii po tovarnomu rybovodstvu: v 2 t.* [Collection of regulatory and technological documentation



on commercial fish farming : in 2 vol.]. Moscow, Agropromizdat, 1986, vol. 1, 258 p. (in Russian).

Сведения об авторах

Вишневская Ольга Николаевна — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belaboka@internet.ru

Книга Мария Владимировна — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Сергеева Татьяна Александровна — главный специалист управления по аквакультуре и рыболовному хозяйству, Государственное объединение по мелиорации земель, водному и рыбному хозяйству «Белводхоз» (ул. Коммунистическая, 11-519, 220029, Минск, Республика Беларусь). E-mail: tasergeeva@tut.by

Орлов Иван Анатольевич — научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@mail.ru

Крук Анастасия Юрьевна — научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: nastilyu2310@gmail.com

Жmoidяк Дарья Александровна — младший научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@mail.ru

Information about the authors

Olga N. Vishneuskaya — Ph.D. (Agricultural), Associate Professor, Senior researcher, Laboratory Breeding and Breeding work, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). Email: belaboka@internet.ru

Maria V. Kniga — Ph.D. (Agricultural), Associate Professor, Leading employee, Laboratory Breeding and Breeding work, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@mail.ru

Tatiana A. Sergeeva — Chief Specialist of the Department of Aquaculture and Fisheries of the State Association for Land Reclamation, Water and Fisheries “Belvodkhoz”, (11-519, Kommunisticheskaya Str., 220029, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: tasergeeva@tut.by



Ivan A. Orlov — Researcher, Laboratory of Breeding and Breeding Work, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@mail.ru

Anastasiya Yu. Kruk — Researcher, Laboratory of Breeding and Breeding Work, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: nastilyu2310@gmail.com

Daria A. Zhmoydyak — Junior Researcher, Laboratory of Breeding and Breeding Work, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@mail.ru

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЫБОВОДСТВА



УДК 639.3.05

Поступила в редакцию 04.11.2024
Received 04.11.2024

**В. Ю. Агеец, С. Н. Пантелей, В. Д. Сенникова,
М. Н. Исаенко, И. К. Голушкова**

*Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси,
Минск, Республика Беларусь*

ОБОСНОВАНИЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ИННОВАЦИОННЫХ ПОДХОДОВ К ВЫРАЩИВАНИЮ РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ ПУТЕМ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ БИОСИСТЕМ И ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Аннотация. Статья представляет собой аналитический обзор мировых тенденций и обоснованные этим перспективные направления деятельности в пресноводной аквакультуре применимо к условиям Беларуси. Она посвящена изысканию практической возможности к существенному увеличению производственных показателей за счет использования перспективного ихтиокомплекса и применения имеющих выраженную экономическую целесообразность современных энергоэффективных технических средств. Концептуально раскрывается возможность фактической реализации принципов «умной фермы» в условиях любого предприятия прудовой аквакультуры Беларуси (снижение затрат труда, кормов на единицу производимой продукции, упрощение инфраструктуры и, соответственно, уменьшение себестоимости рыбы), при этом будет наблюдаться эффект импортозамещения (за счет исключения из кормов существенного количества животного белка, увеличения доли собственной рыбной продукции в реализационной сети и ее ассортимента). Делается вывод, что за счет реализации концепции рыбопродуктивность прудов может быть увеличена минимум в 1,5 раза, при снижении себестоимости производства прогнозно на 10–15 %.

Ключевые слова: пруды, аквакультура, исследования, рыбоводство, перспективный ихтиокомплекс, кормление, энергоэффективность, водоподготовка, аквапоника, карп, гибрид, белый амур, толстолобик, осетровые, язь



Uladzimir Yu. Aheyets, Sergey N. Panteley, Violetta D. Sennikova,
Marina N. Isaenko, Ina K. Haluskova

*Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus*

JUSTIFICATION FOR THE DEVELOPMENT OF INNOVATIVE APPROACHES TO THE CULTIVATION OF FISH PRODUCTS THROUGH THE CREATION OF HIGHLY EFFICIENT BIOSYSTEMS AND THE USE OF MODERN TECHNICAL SOLUTIONS

Abstract. The article is an analytical review of global trends and the promising areas of activity in freshwater aquaculture justified by this are applicable to the conditions of Belarus. It is devoted to finding a practical opportunity to significantly increase production performance through the use of a promising ichthyocomplex and the use of modern energy-efficient technical means with pronounced economic feasibility. Conceptually, the possibility of the actual implementation of the principles of a “smart farm” in the conditions of any pond aquaculture enterprise in Belarus is revealed (reducing labor costs, feed per unit of production, simplifying infrastructure and, accordingly, reducing the cost of fish), while the effect of import substitution will be observed (by excluding a significant amount of animal protein from feed, increasing the share of its own fish products in the sales network and its assortment). It is concluded that due to the implementation of the concept, the fish productivity of ponds can be increased at least 1.5 times, while reducing the cost of production by 10–15 %.

Keywords: ponds, aquaculture, research, fish farming, promising ichthyocomplex, feeding, energy efficiency, water treatment, aquaponics, carp, hybrid, grass carp, silver carp, sturgeon, ide

Введение. Количественный и качественный состав кормовой базы рыб в значительной степени определяет рыбопродуктивность прудов [1, 2]. Естественные корма являются необходимым компонентом питания прудовых рыб, поскольку рецептуры экономически эффективных комбикормов составлены с расчетом поступления в организм определенного количества незаменимых аминокислот, жирных кислот, других биологически активных веществ из гидробиоценоза пруда [3]. Поскольку в настоящее время ос-



новым видом продукции является двухлеток и трехлеток карпа, питающийся бентосом, естественная рыбопродуктивность прудов низкая. Увеличение этого показателя требует применения комбикормов сложного состава, включающего дорогостоящие и все менее доступные компоненты животного происхождения. Кроме того, используемые рецептуры все равно требуют обеспечения 10–15 % рациона живыми кормами [19], в связи с чем экономически целесообразная рыбопродуктивность прудов 2–3 зон рыбоводства по карпу редко превышает 11–12 ц/га. Это одна из основных причин мировой тенденции производства рыбной продукции с использованием видов, основой питания которых являются более массовые компоненты естественной кормовой базы – фито- и зоопланктон, высшая водная растительность, биодетрит [5–17]. Эти компоненты способны при проведении определенных мероприятий давать очень значительную продукцию, обеспечивая в большой степени рацион высокой биомассы содержащейся в прудах рыбы [18]. Подбор видов рыб, способных утилизировать эту продукцию на максимально достижимом уровне, их изначального количественного соотношения теоретически позволяет создать ихтиокомплекс, оптимальный для конкретных климатических условий и специфики традиционного для той или иной местности формирования рыбоводческих хозяйств.

В последнее время по вышеуказанным причинам выращивание карпа в монокультуре мало практикуется в Беларуси. Постепенное увеличение доступности посадочного материала приводит к увеличению доли добавочных рыб, по статистическим данным в разных хозяйствах составляющей от 15,5 до 24,8 %. Однако карп по-прежнему остается основным видом, требующим существенных затрат дорогостоящих комбикормов, в связи с чем заметного снижения себестоимости и, соответственно, реализационной цены продукции прудовой аквакультуры пока не наблюдается.

В связи с этим интересной и весьма актуальной задачей является подбор оптимального видового и количественного состава ихтиокомплекса, способного наиболее эффективно трансформировать доступное органическое вещество гидробиоценоза в рыбопродукцию, а также снимающего известные ограничения по достигаемой без нецелесообразного увеличения затрат кормов рыбопродуктивности, обусловленных дефицитом естественной пищи в случае с карпом в качестве доминирующего вида (обычно 10–



12 ц/га), разработать новую, более эффективную систему ведения рыбного хозяйства, позволяющую увеличить рыбопродуктивность минимум на 50 %, однако требующую применения современных технических средств, позволяющих максимально эффективно использовать прудовые площади в рыбохозяйственных целях, фактически реализуя концепцию «умной фермы» в условиях любого предприятия прудовой аквакультуры Беларуси (снижение затрат труда, кормов на единицу производимой продукции, упрощение инфраструктуры и, соответственно, уменьшение себестоимости рыбы). При этом будет наблюдаться эффект импортозамещения (за счет исключения из кормов существенного количества животного белка, увеличения доли собственной рыбной продукции в реализационной сети и ее ассортимента).

Видовой состав перспективного ихтиокомплекса

Основной внутренний источник органического вещества в гидробиоценозах — процесс фотосинтеза, осуществляемый планктонными микрофитами. В связи с этим основные производители продукции прудовой аквакультуры (КНР, Вьетнам, другие азиатские страны) делают ставку на выращивание белого толстолобика, фильтратора фитопланктона. Однако в условиях Беларуси темп роста этого теплолюбивого вида неприемлемо низкий. Внутри республики производятся гибриды белого и пестрого толстолобиков, обладающих смешанным характером питания (30—40 % фито-планктона и 60—70 % зоопланктона), при этом способных отфильтровывать очень мелкие организмы, недоступные другим рыбам. Они могут стать основой или существенной частью более эффективного ихтиокомплекса для выращивания в прудах Беларуси.

В прудах накапливаются значительные количества биодетрита. В настоящее время из выращиваемых в прудах Беларуси видов рыб эффективно потреблять способен его только серебряный карась. Однако он, обладая очень низким темпом роста, еще и создает конкуренцию с толстолобиками за зоопланктон. Пилотные исследования, проведенные Институтом в условиях СПУ «Изобелино» показали принципиальную возможность массового получения промышленного гибрида между карпом (породы «Изобелинский») и серебряным карасем, обладающего очень высокими рыбоводческими характеристиками, по крайней мере в первый

год выращивания, при совместном содержании с сеголетком карпа без использования искусственных кормов (рис. 1).



Рис. 1. Гибрид карпа и карася, СПУ «Изобелино», 2024 г.

Fig. 1. Hybrid of carp and crucian carp, SPU "Izobelino", 2024

При равной плотности посадки личинки (15 тыс. экз/га) только за счет гибрида достигнута почти предельная естественная рыбопродуктивность (235 кг/га при норме для карпа во 2-й рыбоводной зоне 240 кг/га). Основу рыбопродуктивности составил гибрид карпокарася (58 %). Вероятнее всего, высокие результаты обусловлены тем, что гибрид обладает очень длинным кишечником, унаследованным от карася. Это позволяет ему эффективно питаться биодетритом, составлявшим в ходе эксперимента на протяжении основного периода выращивания 70–90 % содержимого кишечника, не вступая в серьезную пищевую конкуренцию с карпом в период перехода его на питание с зоопланктона бентосом. Это следует из довольно высокой величины показателя рыбопродуктивности (144 кг/га) и средней индивидуальной навески (85,5 г) у выращенного сеголетка карпа. С учетом сорной рыбы (карась, сеголеток), рыбопродуктивность по которому составила 26 кг/га, достигнута рыбопродуктивность, характерная для выростных прудов, эксплуатирующихся по «полуинтенсивной» технологии, с ограничением затрат комбикормов на уровне 1,8–2,0 единиц на единицу прироста рыбы. Таким образом, одновременно было и сэкономлено, с расчетом на гектар, 800 кг комбикормов, и естественная рыбопродуктивность увеличилась в 1,7 раза. По экстерьеру полученный гибрид малоотличим от карпа пород «немецкого»



происхождения. Таким образом, этот объект очень перспективен для использования в качестве основного при разработке высокоэффективных прудовых ихтиосистем. В то же время при использовании для скрещивания с карасем других отводок и пород не было получено жизнеспособных особей, что говорит о необходимости проведения научных исследований, направленных на достижение стабильных результатов по гибридизации и получению высококачественного посадочного материала гибрида серебряного карася и карпа, а также накоплению самцовых стад серебряного караса для осуществления массовой гибридизации.

Все вышеперечисленные объекты аквакультуры при определенных условиях могут пересекаться в спектрах питания, что ставит задачу определения оптимального соотношения между ними при совместном выращивании.

Ценным объектом аквакультуры Беларуси является белый амур, который не является пищевым конкурентом другим рыбам, поскольку питается высшей водной растительностью. При традиционной технологии выращивания прудовой товарной рыбы в Беларуси его используют исключительно в качестве биологического мелиоратора в целях борьбы с нежелательной зарастаемостью прудов. Высокие затраты растительного ресурса на единицу прироста массы рыбы обуславливают и низкую рыбопродуктивность по этому виду (как правило, не более 50 кг/га). В азиатских странах его зачастую выращивают совместно с белым толстолобиком при весьма высоких плотностях, используя для его кормления измельченную фитомассу наземных кормовых растений, а в последнее время — специализированные корма на основе травяной муки и прочих растительных компонентов, поскольку их производство с учетом постоянного снижения энергоемкости производства в связи с развитием технологий приобретает экономический смысл. Исследования, проведенные институтом в ходе разработки ресурсосберегающей технологии производства товарной рыбы в поликультуре, продемонстрировали реальную возможность кормления амура наземной растительностью как в свежем виде, так и в виде сена. При этом в экспериментах рыбопродукция была лишь немного ниже по сравнению с контрольным вариантом, где рыба выращивалась по традиционной интенсивной технологии и белый амур выступал лишь в роли биологического мелиоратора. Изменение соотношения карп : растительно-



ядные + хищники от традиционного 95 : 5 к экспериментально отработанному 55 : 45 позволило пересмотреть подход к кормлению рыбы. Фактические затраты продукционных кормов при выращивании по традиционной интенсивной технологии, составили в среднем 4,15 кг на 1 кг рыбопродукции. Снижение доли карпа в общей структуре рыбопродуктивности позволило снизить фактические затраты продукционных карповых комбикормов до 1,8 кг на 1 кг рыбопродукции при рыбопродуктивности до 10 ц/га, отказаться от их использования при рыбопродуктивности на уровне 8 ц/га. При этом наземное разнотравье использовалось для кормления белого амура только эпизодически, при обкосу дамб, в связи с высокой зарастаемостью прудов, в том числе мягкими, хорошо потребляемыми белым амуром макрофитами, так что затраты этих кормов составили около 2 т/га, или 1,9–2,1 кг на 1 кг рыбопродукции.

Однако даже при отсутствии этих ресурсов в прудах, как показали эксперименты, для кормления белого амура вполне пригодно сено, которое может быть приобретено у производителей по низким ценам в период его заготовки. Затраты этого корма составляли 10–12 ед. на единицу продукции, что с учетом невысокой стоимости ниже по цене относительно карповых комбикормов и позволяет не затрачивать такие высокобелковые компоненты, как рыбная мука, соевый и подсолнечный шроты. Разработка комбикорма на основе исключительно растительного сырья может позволить увеличить достигнутые показатели.

В ходе исследовательских работ Института, направленных на включение в состав прудовой аквакультуры Беларуси новых объектов, было открыто и в настоящее время интенсивно отрабатывается использование язя как дополнительного компонента ихтиоценозов рыбоводных прудов. В настоящее время этот объект domestифицирован в ОАО Рыбхоз «Волма» и СПУ «Изобелино», получено в производственных условиях потомство. С его использованием на протяжении последних пяти лет формируется ремонтно-маточное стадо, более приспособленное для эксплуатации в условиях рыбоводческих хозяйств по сравнению с первоначально использованными для воспроизводства особями, изъятymi из естественных водоемов. Установлено, что четырехлетки при оптимальных условиях содержания могут достигать массы 370–400 г, в отдельных случаях – 530 г и более (рис. 2).



Рис. 2. Четырехлетний язь, выращенный в условиях нагульных карповых прудов, СПУ «Изабелино», 2024 г.

Fig. 2. Four-year-old ide, grown in conditions of feeding carp ponds, SPU "Izobelino", 2024

При этом совместное содержание с карпом и растительноядными рыбами четырехлетков позволяет получать дополнительно не менее 50 кг/га рыбопродукции без увеличения затрат кормов и снижения производственных показателей по другим видам. Исследования гонад показали, что впервые нерестующими могут быть до 40 % самок и 90–100 % самцов уже в пятигодовом возрасте, что формирует перспективу широкого внедрения этого вида в аквакультуру страны в ближайшее время.

Применение современных технических средств

С учетом снижения ограничений по достигаемой без нецелесообразного увеличения затрат кормов рыбопродуктивности, обусловленных дефицитом естественной пищи в случае с карпом в качестве доминирующего вида (обычно 10–12 ц/га), при разработке новой, более эффективной системы ведения рыбного хозяйства рационально увеличить плотность выращивания рыбы до величины, позволяющей увеличить рыбопродуктивность минимум на 50 %. За счет этого эквивалентно снизятся затраты труда и прочие эксплуатационные расходы. В то же время эквивалентно увеличится поток в гидробиоценозы прудов аллохтонной органики, что может в отдельные периоды выращивания критически влиять на ряд факторов гидрохимического режима, наиболее важными из которых являются концентрация в воде кислорода, а также кислотность.



Современные технические решения (импеллеры, дождевальные установки и т. п.) позволяют достаточно оперативно регулировать величину этих показателей [20], но требуют заметных затрат электроэнергии, в связи с чем их непрерывное использование может быть экономически неоправданным (рис. 3).



Рис. 3. Современный промышленный импеллерный аэратор для аквакультуры
Fig. 3. Modern industrial impeller aerator for aquaculture

В основном периоды критического изменения в сезонном отношении приходится на период наиболее интенсивного кормления (2 декада июля — 2 декада августа), в отношении времени суток — преимущественно в предутренние часы. В связи с этим целесообразна установка эффективной системы водоподготовки, включение и выключение которой зависит от предустановленных величин, определяемых специальными датчиками содержания кислорода и кислотности. Это позволит ограничить затраты электроэнергии необходимым минимумом. Необходимо отработать оптимальный агрегатный состав системы, а также условия обеспечения ее стабильной работы, режим обслуживания. Кроме того, для объектов, где отсутствует индивидуальная электрификация прудов, необходимо проработать возможность обеспечения автономной работы системы за счет фотоэлектрических преобразователей и современных, высокоэффективных накопителей энергии (рис. 4).

Многочисленные исследования, проведенные преимущественно на ценных в коммерческом отношении видах рыб, показывают, что и с точки зрения усваиваемости кормов, и с точки зрения поддержания приемлемых величин показателей гидрохимического ре-



жима очень эффективна организация дробного (многократного) дозированного кормления в течение суток по сравнению с разовой задачей кормов (ручной или при использовании автокормушек). Существуют готовые технические решения (автономные электромеханические кормушки [22]), позволяющие отстраивать с высокой точностью параметры раздачи кормов (рис. 5).

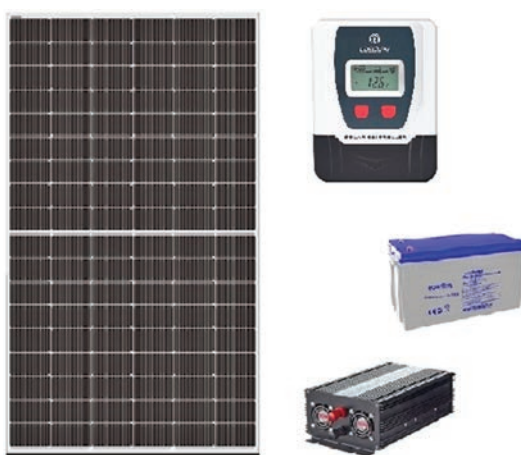


Рис. 4. Комплектация современной солнечной электростанции мощностью 1 кВт

Fig. 4. Configuration of a modern solar power plant with a capacity of 1 kW



Рис. 5. Современная автономная легкорегулируемая кормушка для прудовой рыбы фирмы LPHA, КНР

Fig. 5. Modern autonomous easily adjustable pond fish feeder from LPHA, China

Однако для нового ихтиокомплекса, являющегося основой планируемой разработки, такие параметры неизвестны, что также требует проведения специальных исследований. Также известно, что в период подготовки к зимовке потребность рыбы в белке значительно снижается, так как происходит преимущественно



накопление жира, в связи с этим в это время рационально использование малокомпонентных комбикормов, ячменя. Однако отработанные рационы актуальны в основном для карпа, необходимо отработать их для компонентов перспективного прудового ихтиокомплекса.

Перспективным также представляется практическое осуществление возможности выращивания ценных в коммерческом отношении объектов аквакультуры, в частности, промышленных гибридов осетровых рыб, обладающих высокими адаптивными свойствами, на площадях, используемых для выращивания товарной продукции карповых рыб по системе «садок в пруду», агрегированный с автономной системой кондиционирования прудовой воды, управляемой соответствующими датчиками, и электромеханической кормушкой. Получение даже относительно небольшого количества (30–50 кг/га) дополнительной продукции с высокой стоимостью позволит существенно увеличить экономические показатели единицы прудовой площади. При этом органические и минеральные вещества, не трансформировавшиеся непосредственно в рыбную продукцию в садках, будут доступны для других компонентов гидробиоценоза, в отличие от индустриальных систем выращивания (бассейновые, рециркуляционные системы).

Технология интенсивной эксплуатации прудовых площадей требует проведения ряда мероприятий, которые должны проводиться вне периода выращивания рыбы, в частности, боронование ложа пруда, фрезерование зон зарастания нежелательной растительностью, известкование. Применение сельскохозяйственных агрегатов, подразумевающих непосредственное соединение с моторизованной платформой (например, трактором), накладывает серьезные ограничения на возможность их использования. Ложе прудов зачастую представлено торфяником или покрыто значительным слоем иловых отложений, не проходимых для тяжелой техники. Представляется возможным реализовать на практике схему и порядок ведения осенне-весенних работ по подготовке прудов к рыбоводной эксплуатации с высокой степенью интенсификации с помощью электротехники на основе лебедок и агрегируемых средств механической обработки почвы (фрезы, плуги, бороны), оптимальную с точки зрения эффективности и затрат ресурсов. В данном случае вышеперечисленные ограничения снимутся. Это



позволит в полной мере и в срок реализовывать необходимые мелиоративные мероприятия на прудах, что позволит функционировать гидробиоценозам прудов с максимальной эффективностью.

Прудовая вода при высокой степени интенсификации процесса получения товарной продукции прудовых рыб по сути является слабым раствором биогенных макро- и микроэлементов, т. е. раствором, пригодным для аквапонических систем. Формирование на площадях рыбоводческих хозяйств, свободных от воды, зон для выращивания культурных растений с периодическим принудительным капельным орошением через эмиттерные ленты, от водонапорных башен, питаемых прудовой водой современными насосами с большим КПД, позволит получать продукцию кормовых культур для кормления рыб (например, ячмень, бобовые и т. п.) или пищевую продукцию растениеводства для получения хозяйствами дополнительной прибыли, увеличения эффективности эксплуатации занимаемых площадей. В период наиболее интенсивного кормления это позволит снизить риск накопления в воде опасных концентраций аммонийных, нитритных форм азота, легкоокисляемого органического вещества, что позволит поддерживать оптимальные для выращивания рыбы параметры гидрохимического режима.

Все вышеперечисленное требует проведения масштабных исследований в соответствующих направлениях, однако на современном технологическом уровне представляется вполне реальным.

Заключение. Учитывая изложенное, создание нового, более эффективного ихтиокомплекса для получения товарной рыбной продукции в прудовых хозяйствах и отработка современных технических решений, позволяющих использовать его с максимальной рыбоводной и экономической эффективностью, является одной из приоритетных целей научно-исследовательской деятельности в сфере прудовой аквакультуры. Разработка соответствующей научно-технической документации, в значительной мере в сфере интенсивного применения технических средств, позволит максимально эффективно использовать прудовые площади в рыбохозяйственных целях, фактически реализуя концепцию «умной фермы» в условиях любого предприятия прудовой аквакультуры Беларуси (снижение затрат труда, кормов на единицу производимой продукции, упрощение инфраструктуры и, соответственно, уменьшение себестоимости рыбы), при этом будет наблюдаться



эффект импортозамещения (за счет исключения из кормов существенного количества животного белка, увеличения доли собственной рыбной продукции в реализационной сети и ее ассортимента). За счет реализации концепции рыбопродуктивности прудов может быть увеличена минимум в 1,5 раза, при снижении себестоимости производства прогнозно на 10–15 %. Кроме того, рыбоводные предприятия получают возможность получать продукцию кормовых культур для кормления рыб (например, ячмень, бобовые и т. п.) или пищевую продукцию растениеводства для получения хозяйствами дополнительной прибыли, увеличения эффективности эксплуатации занимаемых площадей за счет аквапоники без затрат минеральных и органических удобрений (рис. 6).

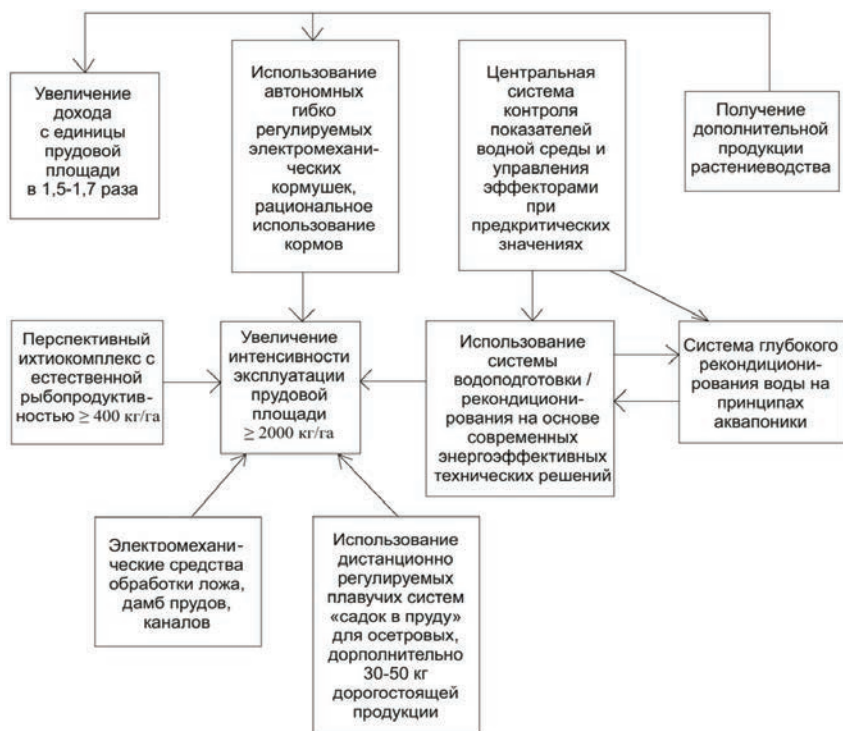


Рис. 6. Схема концепции «умной фермы» для перспективного предприятия пресноводной аквакультуры

Fig. 6. Diagram of the “smart farm” concept for a promising freshwater aquaculture enterprise



СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Винберг, Г. Г. Удобрение прудов / Г. Г. Винберг, В. П. Ляхнович. — М.: Пищ. пром-сть, 1965. — 271 с.
2. Виноградов, В. К. Поликультура в товарном рыбоводстве / В. К. Виноградов. — М.: ЦНИИТЭИРХ, 1985. — 45 с.
3. Баранова, В. П. Определение количества потребленного рыбами естественного и искусственного корма по уравнению энергетического баланса / В. П. Баранова, Л. П. Максимова, А. Д. Сахаров // Известия Государственного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства. — Л., 1974. — Т. 88. — С. 47–63.
4. Carvalho, J. F. As desvantagens das altas densidades de povoamento / F. J. Carvalho // Revista Panorama da Aquicultura. — 2004. — Vol. 14. — P. 53–58.
5. Casaca, J. M. Policultivo com carpas / J. M. Casaca, O. T. Junior. — [S. l.: s. n.], 2000.
6. Jensen, B. Brazil — an imminent super-power? / B. Jensen // Intrafish. — 2004. — P. 10–11.
7. Bamba, V. Report of the mission on sustainable aquaculture development in Sierra Leone / V. Bamba // FAO 156 Consultancy Report. — Sierra Leone, 2004. — P. 17–31.
8. Bardycz, T. Economic situation of the Hungarian fisheries sector / T. Bardycz, I. Szucs, K. Pinter // Eurofish. — 2003. — № 3. — P. 28–33.
9. Statistical yearbook of Bangladesh / Planning Division, Ministry of Planning. — 23rd ed. — Dacca: Bangladesh Bureau of Statistics, 2009. — 744 p.
10. Bhatta, R. Socio-economic issues in fisheries sector in India / R. Bhatta // A profile of people, technologies and policies in fisheries sector in India / ed.: A. Kumar, P. K. Katiha, P. K. Joshi. — New Delhi, 2003. — P. 17–42.
11. Biro, P. Management of pond ecosystems and trophic webs / P. Biro // Aquaculture. — 1995. — № 129. — P. 373–386.
12. Response to bidirectional selection for body weight in blue tilapia / K. Bondari, R. A. Dunham, R. O. Smitherman [et al.] // First International Symposium on Tilapia in Aquaculture, Nazareth, Israel, 8–13 May 1983 / Tel Aviv Univ. — Tel Aviv, 1983. — P. 302–312.
13. Brooks, A. C. Fish farming in Malawi: a case study of the Central and Northern Regions fish farming project. Technical supplement: on-station pond trials / A. C. Brooks, A. O. Maluwa. — Malawi: Government of Malawi a. Europ. Commiss., 1997. — 37 p.
14. Chakalall, B. Programme for the organisational and operational strengthening of the Department of Fisheries of Guyana / B. Chakalall, A. Gumy // FAO Mission report for the Government of Guyana. — Georgetown, 2002. — P. 42.
15. China statistic yearbook on import and export of aquatic products / China Soc. of Fisheries. — Beijing: [s. n.], 2003. — 356 p.



16. Chowdhury, S. M. Performance of carps and shrimp farms in Bangladesh / S. M. Chowdhury // *Aquaculture Asia*. — 1997. — Vol. 11, iss. 2. — P. 11–19.
17. Environmental impact of prawn farming on Dutch Canal: the main water source for the prawn culture industry in Sri Lanka / A. S. L. E. Corea, J. M. R. K. Jayasinghe, S. U. K. Ekaratne, R. Johnstone // *Ambio*. — 1995. — Vol. 24, № 7/8. — P. 423–427.
18. Виноградов, В. К. Поликультура в товарном рыбоводстве / В. К. Виноградов. — М.: ЦНИИТЭИРХ, 1985. — 45 с.
19. Корма и кормление рыб в аквакультуре: [учебник] / Е. И. Хрусталева, Т. М. Курапова, О. Е. Гончаренок, К. А. Чебан. — СПб.: Лань, 2023. — 388 с.
20. Aquaculture fish farming 1.5kw impeller aerator for pond // TOPChinaSupplier. — URL: https://ru.topchinasupplier.com/wholesale/Aquaculture-Fish-Farming-1-5kw-Impeller-Aerator-for-Pond_128518/ (дата обращения: 14.11.2024).
21. China high efficiency 2HP pond using surge wave aerator for sale // TOPChinaSupplier. — URL: https://www.topchinasupplier.com/wholesale/China-High-Efficiency-2HP-Pond-Using-Surge-Wave-Aerator-for-Sale_1766179/?pk_vid=6bf32ef712ca754b1731573780926096 (дата обращения: 14.11.2024).
22. China fish pond automatic feeder for aquaculture // TOPChinaSupplier. — URL: https://www.topchinasupplier.com/wholesale/China-Fish-Pond-Automatic-Feeder-for-Aquaculture_1745894 (дата обращения: 14.11.2024).

References

1. Vinberg G. G., Lyakhnovich V. P. *Udobrenie prudov* [Pond fertilization]. Minsk, Pishchevaya promyshlennost', 1965. 271 p. (in Russian).
2. Vinogradov V. K. *Polikultura v tovarnom rybovodstve* [Polyculture in commercial fish farming]. Moskva, TsNIITEIRKh, 1985. 45 p. (in Russian).
3. Baranova V. P., Maksimova L. P., Sakharov A. D. Determination of the amount of natural and artificial food consumed by fish using the energy balance equation. *Izvestiya Gosudarstvennogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ozerного i rechnogo rybnogo khozyaistva* [Proceedings of the State Scientific Research Institute of Lake and River Fisheries]. Leningrad, 1974, vol. 88, pp. 47–63 (in Russian).
4. Carvalho J. F. The disadvantages of high stocking densities. *Revista Panorama da Aqicultura* [Panorama of Aquaculture]. 2004, vol. 14, pp. 53–58 (in Portugal).
5. Casaca J. M., Junior O. T. *Policultivo com carpas* [Polyculture with carp]. [S. l., s. n], 2000. (in Portugal).
6. Jensen B. Brazil — an imminent super-power? *Intrafish*, 2004, pp. 10–11.
7. Bamba V. Report of the mission on sustainable aquaculture development in Sierra Leone. *FAO 156 Consultancy Report*. Sierra Leone, 2004, pp. 17–31.



8. Bardycz T., Szucs I., Pinter K. Economic situation of the Hungarian fisheries sector. *Eurofish*, 2003, no. 3, pp. 28–33.
9. *Statistical yearbook of Bangladesh*. 23rd ed. Dacca, Bangladesh Bureau of Statistics, 2009. 744 p.
10. Bhatta R. Socio-economic issues in fisheries sector in India. *A profile of people, technologies and policies in fisheries sector in India*. New Delhi, 2003, pp. 17–42.
11. Biro P. Management of pond ecosystems and trophic webs. *Aquaculture*, 1995, no. 129, pp. 373–386.
12. Bondari K., Dunham R. A., Smitherman R. O., Joyce J. A., Castillo S. Response to bidirectional selection for body weight in blue tilapia. *First International Symposium on Tilapia in Aquaculture, Nazareth, Israel, 8–13 May 1983*. Tel Aviv, 1983, pp. 302–312.
13. Brooks A. C., Maluwa A. O. *Fish farming in Malawi: a case study of the Central and Northern Regions fish farming project. Technical supplement: on-station pond trials*. Malawi, Government of Malawi a. Europ. Commiss., 1997. 37 p.
14. Chakalall B., Gummy A. Programme for the organisational and operational strengthening of the Department of Fisheries of Guyana. *FAO Mission report for the Government of Guyana*. Georgetown, 2002, p. 42.
15. *China statistic yearbook on import and export of aquatic products*. Beijing, [s. n.], 2003. 356 p.
16. Chowdhury S. M. Performance of carps and shrimp farms in Bangladesh. *Aquaculture Asia*, 1997, vol. 11, iss. 2, pp. 11–19.
17. Corea A. S. L. E., Jayasinghe J. M. R. K., Ekaratne S. U. K., Johnstone R. Environmental impact of prawn farming on Dutch Canal: the main water source for the prawn culture industry in Sri Lanka. *Ambio*, 1995, vol. 24, no. 7/8, pp. 423–427.
18. Vinogradov V. K. *Polikultura v tovarnom rybovodstve* [Polyculture in commercial fish farming]. Moskva, TsNIITEIRKh, 1985. 45 p. (in Russian). повтор п. 2
19. Khrustalev E. I., Kurapova T. M., Goncharenok O. E., Cheban K. A. *Korma i kormlenie ryb v akvakul'ture: uchebnik* [Feed and feeding of fish in aquaculture: textbook]. Sankt-Peterburg, Lan', 2023. 388 p. (in Russian)
20. Aquaculture fish farming 1.5 kw impeller aerator for pond. *TOPChinaSupplier*. Available at: https://ru.topchinasupplier.com/wholesale/Aquaculture-Fish-Farming-1-5kw-Impeller-Aerator-for-Pond_128518/ (accessed: 14.11.2024).
21. China high efficiency 2HP pomd using surge wave aerator for sale. *TOPChinaSupplier*. Available at: https://www.topchinasupplier.com/wholesale/China-High-Efficiency-2HP-Pomd-Using-Surge-Wave-Aerator-for-Sale_1766179/?pk_vid=6bf32ef712ca754b1731573780926096 (accessed: 14.11.2024).
22. China fish pond automatic feeder for aquaculture. *TOPChinaSupplier*. Available at: <https://www.topchinasupplier.com/wholesale/China->



Fish-Pond-Automatic-Feeder-for-Aquaculture_1745894 (accessed: 14.11.2024).

Сведения об авторах

Агеец Владимир Юльянович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@mail.ru

Пантелей Сергей Николаевич — кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией технологий пресноводной аквакультуры, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: pantsialei@yandex.ru

Сенникова Виолетта Дмитриевна — старший научный сотрудник лаборатории технологий пресноводной аквакультуры, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@mail.ru

Исаенко Марина Николаевна — младший научный сотрудник лаборатории технологий пресноводной аквакультуры, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@mail.ru

Голушкова Инна Константиновна — кандидат сельскохозяйственных наук, начальник отдела маркетинга и НТИ, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: domryb3@mail.ru

Information about the authors

Uladzimir Yu. Aheyets — D.Sc. (Agriculture), Professor, director, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Sergey N. Panteley — Ph.D. (Agriculture), Head of the Laboratory of Freshwater Aquaculture Technologies, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: pantsialei@yandex.ru

Violetta D. Sennikova — Senior researcher of the Laboratory of Freshwater Aquaculture Technologies, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@mail.ru

Marina N. Isaenko — Junior researcher at the Laboratory of Freshwater Aquaculture Technologies, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@mail.ru

Ina K. Haluskova — Ph.D. (Agricultural), Head of Marketing and NTI Department, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: domryb3@mail.ru



УДК 639.3.043

Поступила в редакцию 01.11.2024

Received 01.11.2024

**В. Ю. Агеец, Ж. В. Кошак, Н. Н. Гадлевская,
Е. Е. Рыбкина**

*Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси,
Минск, Республика Беларусь*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВОГО МИНЕРАЛЬНО-ВИТАМИННОГО ПРЕМИКСА В КОМБИКОРМАХ ДЛЯ КАРПА

Аннотация. В статье рассмотрены результаты использования нового премикса для карповых рыб. Разработанный премикс экономичный для карпа позволяет повысить эффективность кормления разновозрастного карпа. Выявлено, что в теле сеголеток опытных групп карпа, получавшего комбикорма с вводом 1 % нового премикса содержится больше жира, что способствует повышению выживаемости карпа в зимний период. Использование премикса экономичного для карповых рыб ПК-100-Э в составе комбикормов увеличивает рыбопродуктивность в 3,3 раза и снижает кормовые затраты в 2,7–3,8 раза в зависимости от способа производства комбикорма. Экономические показатели выявили, что ввод премикса экономичного незначительно увеличивает стоимость комбикорма, но снижает удельные затраты на прирост рыбы и рентабельность производства.

Ключевые слова: премикс экономичный, комбикорм, карп, кормовой коэффициент, рыбопродуктивность, гранулирование, экструдирование

**Uladzimir Yu. Aheyets, Zhanna V. Koshak, Natalya N. Hadlevskaya,
Evgeniya E. Rybkina**

*Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus*

USE OF A NEW MINERAL-VITAMIN PREMIX IN COMPOUND FEED FOR CARP

Abstract. The article discusses the results of using a new premix for carp fish. The developed economical premix for carp allows to increase the efficiency of feeding carp of different ages. It was found that the



body of yearlings of experimental groups of carp that received compound feed with the introduction of 1 % of the new premix contains more fat, which contributes to an increase in the survival of carp in the winter. The use of the economical premix for carp fish PK-100-E in the composition of compound feed increases fish productivity by 3.3 times higher and reduces feed costs by 2.7-13.8 times depending on the method of compound feed production. Economic indicators revealed that the introduction of the economical premix slightly increases the cost of compound feed, but reduces the specific costs of fish growth and production profitability.

Keywords: premix economical, compound feed, carp, feed coefficient, rub productivity, granulation, extrusion

Введение. В Республике Беларусь 80 % выращиваемой рыбы — это карп. Одним из способов повышения эффективности кормления карпа является использование премикса, способного удовлетворять потребность карпа в витаминах, макро- и микроэлементах. Для балансирования рациона рыбы в настоящее время используют аминокислоты, витамины, макро- и микроэлементы, ферментные препараты и другие компоненты. Их вводят в комбикорма в виде предварительных смесей, которые получили названия премиксов — однородных смесей биологически активных веществ (БАВ) с наполнителем.

При интенсивном ведении рыбоводства биологически полноценное кормление является решающим фактором получения высокой продуктивности. Накопленный к настоящему времени отечественный и зарубежный опыт показывает, что наиболее высокий эффект от добавок биологически активных веществ в комбикорма можно получить при комплексном их применении в виде премиксов.

Материалы и методы исследований. Материалом для исследований служили:

- образцы премикса и комбикормов для карпа;
- сеголетки карпа навеской 13–40 г общим количеством 120 экз. (мышцы и кровь).

Для проведения производственных испытаний использованы сеголетки карпа, содержащиеся в прудах СПУ «Изобелино», общим количеством 99,4 кг.

Биохимический состав комбикормов и мышц рыбы определяли общепринятыми методами: содержание сырого протеина —



титриметрическим методом по Кьельдалю в соответствии с ГОСТ 13496.4-93; жира — экстракционным методом в аппарате Сокслета (ГОСТ 13496.15), массовую долю влаги — методом сушки до постоянной массы (ГОСТ 13496.3), зольные элементы определялись методом сухого озоления в муфельной печи (ГОСТ 26226-95), сырая клетчатка — методом удаления из продукта кислотощелочерастворимых веществ и определения массы остатка (ГОСТ 13496.4).

Содержание микро- и макроэлементов определяли по ГОСТ 26929-94, ГОСТ 28901-91, ГОСТ 30502-97.

Содержание витаминов определяли по ГОСТ 30627.4-98, ГОСТ 7047-55, ГОСТ EN 14152-2013, МВИ.МН 2052-2004, ГОСТ Р 54635-2011, СТБ EN 12822-2012.

Гематологические исследования проводили согласно общепринятым методическим указаниям [1]. Кровь для гематологических исследований отбирали методом иссечения хвостового стебля у 10 рыб из каждого пруда. В качестве антикоагулянта использовали гепарин 1 : 5000 ед. Сыворотку крови отбирали в этот же день после ее отстаивания. Содержание гемоглобина определяли методом Сали, количество эритроцитов — по общепринятым в гематологической практике методикам, СОЭ — на аппарате Панченкова, общий белок крови — на рефрактометре ИРФ-22 [2–5].

Результаты исследований. В рамках Мероприятия 83 «Разработать рецептуру и технологию производства минерально-витаминного премикса для карповых рыб и комбикормов с его применением» подпрограммы 1 «Инновационные биотехнологии» Государственной программы «Наукоемкие технологии и техника» был разработан новый премикс для карпа, рецептура которого представлена в табл. 1.

Разработанная рецептура премикса отличается от существующего премикса для карпа содержанием современных форм витаминов и минералов. Дозировки биологически активных веществ в составе премикса соотнесены с потребностью карпа.

На лабораторной линии по производству комбикормов, имитирующей реальное производство, был изготовлен премикс экономичный для карповых рыб, а также гранулированные и экструдированные комбикорма с его применением.



Таблица 1. **Рецептура премикса экономичного для карповых рыб**
Table 1. **Formulation of an economical premix for cyprinid fish**

Показатель	Единица измерения	Содержание активного вещества в тонне продукта	Норма ввода на тонну продукта
Отруби пшеничные	кг	746,478	746,478
Трепел	кг	200,000	200,000
Добавка сухая ферментная кормовая «Фекорд® Аква»	кг	1,000	1,000
Тиамин моонитрат 98,0–100,0 % (витамин В ₁)	кг	0,100	0,100
D-Кальций Пантотенат 98,0 % (витамин В ₃)	кг	1,000	1,020
Холин хлорид 60 % (витамин В ₄)	кг	28,000	46,667
Ретинол ацетат 1000000 МЕ/г (витамин А)	млн МЕ	700,000	700,000
dl-α-токоферил ацетат 50,0–57,5 % (витамин Е)	кг	1,000	2,000
Холикальциферол 500000 МЕ/г (витамин D ₃)	млн МЕ	100,000	200,000
Менадион никотинамид бисульфит 96,0 % (витамин К ₃)	кг	0,300	0,600
Йодат кальция 63,5 %	кг	0,030	0,048
Кобальт (II) углекислый 45 %	кг	0,020	0,044
Селенит натрия	кг	0,033	0,033
Комплекс хелатный «СинерджиСорб Хелатид Марганца» не менее 8 %	кг	0,086	1,080
Комплекс хелатный «СинерджиСорб Хелатид Цинка» не менее 8 %	кг	0,074	0,930



Показатели качества комбикормов представлены в табл. 2–3.

Таблица 2. Показатели качества комбикормов для карповых рыб, %
Table 2. Indicators of the quality of compound feeds for cyprinid fish, %

Показатель	Влажность	Сухое вещество	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка
Комбикорм К-110 гранулированный для карпа с премиксом экономичным	12,34±0,13	87,66±0,13	28,24±0,15	3,55±0,13	6,40±0,08
Комбикорм К-110 экструдированный для карпа с премиксом экономичным	12,20±0,10	87,80±0,10	32,87±0,38	5,08±0,13	5,80±0,10
Комбикорм К-110 (контрольный)	11,06±0,01	88,94±0,01	28,85±0,63	3,59±0,10	6,49±0,14

Таблица 3. Содержание углеводов в комбикормах для карпа
Table 3. Carbohydrate content in mixed feeds for carp

Вариант опыта	Углеводы, мкг/мл	
	легкогидролизуемые	трудногидролизуемые
Комбикорм К-110 гранулированный для карпа с премиксом экономичным	47,56±0,25	6,90±0,13
Комбикорм К-110 экструдированный для карпа с премиксом экономичным	47,90±0,30	7,00±0,09
Комбикорм К-110 (контрольный)	48,05±0,27	6,96±0,12

Анализируя данные представленные в табл. 2 и 3, отметим, что показатели качества комбикорма соответствуют действующим техническим условиям на комбикорма для карпа и ГОСТ 10385-2014.

Определены показатели безопасности разработанных комбикормов с применением нового премикса, данные представлены в табл. 4.



Таблица 4. Перекисное и кислотное число комбикормов с применением нового экономичного премикса для карповых рыб
Table 4. Peroxide and acid number of compound feeds using a new economical premix for cyprinid fish

Вариант опыта	ПЧ, I ₂ /100 г	КЧ, мг КОН/ 100 г
Комбикорм К-110 гранулированный для карпа с премиксом экономичным	0,10±0,01	12,10±0,17
Комбикорм К-110 экструдированный для карпа с премиксом экономичным	0,09±0,03	12,76±0,13
Комбикорм К-110 (контроль)	0,11±0,02	12,56±0,16

Примечание. ПЧ – перекисное число; КЧ – кислотное число.

Данные табл. 4 соответствуют нормам безопасности комбикормов для карповых рыб в соответствии с Ветеринарно-санитарными правилами обеспечения безопасности в ветеринарно-санитарном отношении кормов и кормовых добавок, утвержденных постановлением Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь № 10 от 10.02.2011 г.

Определен макро- и микроэлементный состав премикса экономичного для карповых рыб. Результаты представлены в табл. 5–6.

Таблица 5. Содержание макроэлементов в премиксе экономичном
Table 5. The content of trace elements in the economical premix

Показатель	К	Na	Ca	Mg
	мг/100 г			
Премикс экономичный для карповых рыб	975,91	181,52	1160,00	682,11

Таблица 6. Содержание микроэлементов в премиксе экономичном
Table 6. The content of trace elements in the economical premix

Наименование	Cu	Zn	Mn	Fe
	мг/100 г			
Премикс экономичный для карповых рыб	2,02	7,45	8,65	111,30

Анализируя данные табл. 5–6, видим, что по сравнению с премиксом ПК-100 для карпа в новом экономичном премиксе



дополнительно содержатся такие макро- и микроэлементы, как калий, магний, медь, цинк, марганец и железо.

Опытной базой испытания комбикормов с вводом нового премикса служили малые нагульные пруды СПУ «Изобелино». Малые нагульные пруды были зарыблены 3-суточной личинкой карпа от заводского способа воспроизводства.

Таким образом, во всех прудах, где выращивался сеголеток карпа плотность посадки составила 25,0 тыс. экз./га. В опытных прудах сеголетка кормили опытными комбикормами с вводом нового премикса, в контрольном — обычным с премиксом ПК-100. Состав комбикормов для карпа отличался только составом премикса и способом производства. Кормление рыбы осуществлялось вручную, на кормовые места, два раза в сутки по нормам кормления. В период выращивания сеголетков в прудах осуществлялся контроль за гидрохимическим режимом, состоянием естественной кормовой базы и ростом сеголетка карпа.

Чтобы оценить физиологическое состояние выращиваемого сеголетка на опытных комбикормах, отобрали пробы мышц на биохимический анализ. В первую очередь в теле определялось содержание влаги, белка, жира и золы. Показатели содержания влаги и сухого вещества в мышцах сеголетков как в опытных, так и в контрольной группе укладываются в пределы нормативных значений для сеголетков карпа осеннего периода.

В опыте, где использовался экструдированный комбикорм с новым премиксом, в мышцах у сеголетков карпа отложено больше на 5,8 % жира по сравнению с контрольной группой с использованием экструдированного комбикорма со старым премиксом.

Как показали исследования, в крови сеголетков карпа из опытных групп рыб содержание общего белка в сыворотке крови было выше на 7,2–7,6 %, чем в контрольной группе рыб. Это свидетельствует о более полноценном питании. Отмечена тенденция к снижению СОЭ в опытных группах рыб по отношению к контролю. Содержание гемоглобина было выше во всех опытных группах рыб по отношению к контрольной группе на 1,8–9,1 %. Количество эритроцитов во всех группах рыб опытных вариантов и контрольной группе отличались незначительно. Следует также отметить, что все показатели красной крови



укладывались в нормативные показатели для сеголетков в осенний период.

Установлено, что в мышцах сеголетка карпа при кормлении комбикормами с вводом в их состав премикса экономичного для карповых рыб содержится больше микро- и макроэлементов по сравнению с контрольным вариантом. Анализируя данные табл. 7, обнаружено что при кормлении комбикормом гранулированным и экструдированным с премиксом экономичным для карповых рыб увеличивается содержание марганца в мышцах карпа на 3,2 и 3,9 % соответственно в сравнении с контрольным вариантом, а содержание цинка в мышцах карпа – на 9,0 и 9,3 % соответственно в сравнении с контрольным вариантом.

Таблица 7. Макро- и микроэлементный состав мышц сеголетка карпа
Table 7. Macro- and microelement composition of carp fingerling muscles

Вариант опыта, комбикорм	Макроэлементы, мг/100 г		Микроэлементы, мг/100 г			
	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	Fe
Контрольная группа	1352,78	154,69	1,456	15,377	0,923	6,344
Опытная группа, гранулированный экономный	1674,60	178,24	1,529	16,896	0,954	6,592
Опытная группа, экструдированный экономный	1718,68	180,23	1,529	16,952	0,960	6,468

Рыбохозяйственный анализ результатов испытаний опытных комбикормов гранулированных с включением нового премикса на сеголетках карпа показал, что среднештучная масса опытного сеголетка с использованием гранулированного комбикорма была на 5,0 г меньше, чем в контрольном гранулированном комбикорме, при одинаковом выходе из нагула. При использовании экструдированного комбикорма с вводом нового премикса установлено, что среднештучная масса сеголетков карпа была в 2,5 раза выше, чем в контрольном экструдированном комбикорме, при выходе из нагула – на 23,1 % больше.

Общая рыбопродуктивность в опытном пруду с кормлением гранулированным комбикормом была меньше в 1,4 раза, чем в контрольном пруду. При использовании экструдированного комбикорма общая рыбопродуктивность была в 3,3 раза выше, чем



в контрольном пруду (413,12 кг/га в опытном пруду против 126,0 кг/га в контрольном).

Что касается кормового коэффициента, во всех опытных прудах кормовой коэффициент был меньше, чем в контрольных. Так, на гранулированном комбикорме кормовой коэффициент был в опыте в 2,7 раз, а на экструдированном корме в 13,8 раз меньше, чем в контрольных вариантах. Следует также отметить, что в текущем сезоне существенно ощущался дефицит воды на фоне высокой зарастаемости прудов макрофитами, поэтому и кормовые затраты, и кормовые коэффициенты оказались несколько выше нормативных показателей. Тем не менее эффективность использования нового премикса не вызывает сомнения.

Расчеты экономической эффективности показывают, что стоимость комбикорма с вводом премикса экономичного увеличивает стоимость самого комбикорма на 0,20 руб. Как показали результаты анализа полученных экономических показателей при выращивании сеголетков, ввод премикса экономичного уменьшает удельные затраты комбикорма на прирост, снижает соответственно затраты на кормление, увеличивает рыбопродуктивность, а следовательно, и затраты на облов и выручку от реализации. В конечном итоге в контрольном варианте прибыль составила 36,58 руб./ц, в опытном при использовании гранулированного комбикорма – 57,82 руб./ц, а при использовании экструдированного – 420,28 руб./ц. Экономический эффект от использования опытного корма составляет по гранулированному комбикорму 21,24 руб., по экструдированному – 383,7 руб. на центнер выращенной рыбы.

Выводы. Разработанный премикс экономичный для карпа позволяет повысить эффективность кормления разновозрастного карпа. Выявлено, что в теле сеголеток опытных групп карпа, получавшего комбикорма гранулированный и экструдированный с вводом 1 % нового премикса содержится больше жира, что способствует повышению выживаемости карпа в зимний период. При этом использование премикса экономичного для карповых рыб ПК-100-Э в составе комбикормов показало, что рыбопродуктивность с кормлением экструдированным комбикормом была в 3,3 раза выше, чем в контрольном пруду (413,12 кг/га в опытном пруду против 126,0 кг/га в контрольном). Кормовые затраты при кормлении гранулированными и экструдированными комбикор-



мами по сравнению с контрольными комбикормами со старым премиксом Д-ПК-100 меньше на гранулированном комбикорме в 2,7 раз, а на экструдированном — в 13,8 раз. Экономические показатели выявили, что ввод премикса экономичного незначительно увеличивает стоимость комбикорма, однако уменьшает удельные затраты на прирост рыбы, увеличивает рыбопродуктивность и рентабельность производства.

Список использованных источников

1. Методические указания по проведению гематологического обследования рыб // Методические указания и рекомендации по лабораторным диагностическим исследованиям. — М.: [б. и.], 1999. — С. 69–85.
2. Методические указания по гематологическому обследованию рыб в водной токсикологии / Гос. науч.-исслед. ин-т озер. и реч. рыб. хоз-ва. — Л.: [ГосНИОРХ], 1974. — 40 с.
3. Инструкция по физиолого-биохимическим анализам рыбы: [утв. М-вом рыб. хоз-ва СССР 11.07.1984 г.]. — [2-е изд.]. — М.: ВНИИПРХ, 1986. — 52 с.
4. Практикум по ихтиопатологии / Н. А. Головина, Е. В. Авдеев, Е. Б. Евдокимова [и др.]. — М.: МОРКНИГА, 2016. — 416 с.
5. Иванов, А. А. Физиология рыб: [учеб. пособие] / А. А. Иванов. — М.: Мир, 2003. — 279 с. — (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).
6. Щербина, М. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. — М.: С.-х. технологии, 2015. — 292 с.

Reference

1. Guidelines for conducting a hematological examination of fish. *Metodicheskie ukazaniya i rekomendatsii po laboratornym diagnosticheskim issledovaniyam* [Guidelines and recommendations for laboratory diagnostic tests]. Moscow, 1999, pp. 69–85 (in Russian).
2. *Metodicheskie ukazaniya po gematologicheskomu obsledovaniyu ryb v vodnoi toksikologii* [Guidelines for hematological examination of fish in aquatic toxicology]. Leningrad, Nat. Research Inst. of Lake a. River Fisheries, 1974. 40 p. (in Russian).
3. *Instruktsiya po fiziologo-biokhimicheskim analizam ryby: utv. M-vom ryb. khoz-va SSSR 11.07.1984 g.* [Instructions for physiological and biochemical analyses of fish: approved Min. of Fisheries of the USSR 11 July 1984]. 2nd ed. Moscow, VNIIPRKh, 1986. 52 p. (in Russian).



4. Golovina N. A., Avdeeva E. V., Evdokimova E. B., Kazimirchenko O. V., Kotlyarchuk M. Yu. *Praktikum po ikhtiopatologii* [Ichthyopathology workshop]. Moscow, Morkniga, 2016. 416 p. (in Russian).
5. Ivanov A. A. *Fiziologiya ryb* [Fish Physiology]. Moscow, Mir, 2003. 279 p. (in Russian).
6. Shcherbina M. A., Gamygin E. A. *Kormlenie ryb v presnovodnoi akvakul'ture* [Fish feeding in freshwater aquaculture]. Moscow, Sel'skokhozyaistvennye tekhnologii, 2015. 292 p. (in Russian).

Сведения об авторах

Агеец Владимир Юльянович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@mail.ru

Кошак Жанна Викторовна — кандидат технических наук, доцент, заведующий лабораторией кормов, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: Koshak.zn@gmail.com

Гадлевская Наталья Николаевна — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории кормов, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Рыбкина Евгения Евгеньевна — научный сотрудник лаборатории кормов, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: zenarybkina599@gmail.com

Information about the authors

Uladzimir Yu. Aheyets — D.Sc. (Agriculture), Professor, director, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Zhanna V. Koshak — Ph.D. (Engineering), Associate Professor, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: Koshak.zn@gmail.com

Natalya N. Hadlevskaya — Ph.D. (Agriculture), Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Evgeniya E. Rybkina — Researcher of the feed laboratory, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: zenarybkina599@gmail.com



К. С. Туйчиев¹, Е. Н. Гинатуллина¹, Ш. А. Хужамов²

¹Научно-исследовательский институт рыбоводства при Государственном комитете ветеринарии и развития животноводства Республики Узбекистан, Ташкентская область, Янгиюльский район, ССГ Кукаламзор, Республика Узбекистан

²Узбекско-Финляндский педагогический институт, Самарканд, Республика Узбекистан

ТЕХНОЛОГИЯ РАЗВЕДЕНИЯ ЧЕРНОЙ ЛЬВИНКИ В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ УЗБЕКИСТАНА В ЦЕЛЯХ ПРИМЕНЕНИЯ В АКВАКУЛЬТУРЕ

Аннотация. В последнее время в биотехнологии развивается использование живых организмов и продуктов их жизнедеятельности для решения технологических задач в кормлении. Объект исследования — черная львинка (*Hermetia illucens*). Черная львинка (ЧЛ) утилизирует органические вещества и превращает их в корм, богатый белком. Насекомое регулирует количество патогенов и паразитов в субстрате и уменьшает их количество. Также ЧЛ используется в рационе кормов для рыб и птиц, в сельском хозяйстве и аквакультуре. В статье показан опыт промышленного выращивания ЧЛ в промышленно созданных условиях Ташкентской области.

Ключевые слова: биотехнология, кормление рыб, технология разведения, предкуполка, куполка, яйца черной львинки

Kamoliddin S. Tuychiyev¹, Yelena N. Ginatullina¹, Shakhboz A. Xujamov²

¹Scientific Research Institute of Fishery, Yangiyul district, Tashkent region, Republic of Uzbekistan

²Uzbek-Finland Pedagogical Institute, Samarkand, Republic of Uzbekistan

TECHNOLOGY OF BREEDING BLACK SOLDIER FLY IN THE CONDITIONS OF THE UZBEKISTAN AND APPLICATION IN AQUACULTURE

Abstract. Recently, biotechnology has been developing the use of living organisms and their metabolic products to solve technological problems in feeding. The object of study is the black soldier fly (*Hermetia illucens*). The black soldier fly (BFS) utilizes organic matter and converts



it into protein-rich food. The insect regulates the number of pathogens and parasites in the substrate and reduces their number. BFS is also used in fish and poultry feed, agriculture and aquaculture. The article shows the experience of industrial cultivation of this BFS in industrially created conditions of the Tashkent region

Keywords: Biotechnology, fish feeding, breeding technology, prepupa, pupa, black soldier fly eggs

Введение. В настоящее время производители могут использовать 16 признанных видов насекомых в аквакультуре. Среди видов, испытанных и использованных для промышленного производства аквакормов, восемь являются наиболее перспективными, в том числе:

- 1) тутовый шелкопряд (*Bombyx mori*);
- 2) черная львинка (*Hermetia illucens*);
- 3) комнатная муха (*Musca Domestica*);
- 4) мучной червь желтый (*Tenebrio molitor*);
- 5) мучной червь малый (*Alphitobius diaperinus*);
- 6) домашний сверчок (*Acheta Domestica*);
- 7) полосатый сверчок (*Grylloides sigillatus*);
- 8) ямайский полевой сверчок (*Gryllus assimilis*).

Эти восемь видов на сегодняшний день являются наиболее изученными видами при замене источников белка (например, ФМ (fishmeal)) в кормах для аквакультуры. Эти виды были одобрены для производства кормов в аквакультуре в соответствии с законодательством Евросоюза. Подробности биологии и методов культивирования этих видов насекомых можно найти в других опубликованных работах (Gasco et al., 2018; Tran et al., 2015). Эти восемь видов насекомых были проанализированы на предмет пищевого состава, включая содержание сырого белка, аминокислот, жира, профиль жирных кислот и минералы [16].

В наши дни биотехнология как перспективное направление науки, связанной с разведением живых организмов в производственных целях, имеет огромное экологическое и биологическое значение. Объектами исследования могут служить многочисленные представители групп живых организмов – микроорганизмы (вирусы, бактерии, протисты, дрожжи и др.), растения, животные, а также насекомые, к числу которых относится крупная американская муха из семейства львинок (*Stratiomyidae*) – муха Черная львинка (*Hermetia illucens*), или Черный солдатик – Black Soldier



Fly. Насекомое относится к числу немногих видов беспозвоночных, способных круглогодично развиваться в чистой культуре, в замкнутом пространстве искусственных условий, что позволяет использовать этот вид в биотехнологических целях [1, 2].

Естественное распространение Черной львинки характерно для субтропических широт (Северная и Южная Америка), однако в Западной Европе, где климат более мягкий, муха способна развиваться в условиях до 49055 с.ш. В странах с теплым климатом (Италия, Голландия) вид разводят в вольерах, расположенных на открытом воздухе [1, 3]. Кроме того, личинки *H. illucens* являются весьма ценным источником питания для птиц и животных. В первую очередь это связано с их высокой пищевой ценностью [4].

В настоящее время в мировом сообществе интенсивно развивается новое инновационное направление — использование органических отходов производства или потребления в качестве субстрата для выращивания насекомых. Высушенная биомасса насекомых используется в качестве белковой добавки взамен рыбной или соевой муки в рационах для выращивания домашних сельскохозяйственных животных, птиц и различных видов рыб в аквакультуре [5, 6].

В 2024 г. в Узбекистане планируется увеличить количество хозяйств, занимающихся интенсивным рыбоводством до 9 тыс. Сегодня уже насчитывается 5775 рыбных хозяйств, из них 5600 используют искусственные водоемы (63 тыс. га), 175 арендаторов разводят рыбу в естественных водоемах (537 тыс. га) [7]. В настоящее время качественные корма для рыбоводства в Узбекистане стоят дорого: так, 1 кг корма для карпа и тилапии стоит 18–28 тыс. сумов (1,42–2,21 \$).

В Узбекистане рыбу тилапию (*Oreochromis mossambicus*) в настоящее время выращивают в домашних условиях и в крупных геомембранных бассейнах. В этом процессе разведения изучается добавление личинок *Hermetia illucens* и белкового концентрата в рацион рыб и его влияние на рыбу.

Цель данной работы — показать опыт промышленного выращивания и применения личинок мухи Черная львинка в сельском хозяйстве, аквакультуре на территории Ташкентской области.

Материалы и методы. Технология выращивания и размножения *Hermetia illucens* разработана на базе лаборатории «Корма и



кормление рыб» НИИ рыбоводства Ташкентской области. Наши исследования направлены на получение товарных личинок черной львинки, предкуколок для введения их в рацион кормов птиц и рыб в качестве белково-энергетического компонента корма.

Технологические условия производства были следующие: температура в закрытом помещении, где проводятся работы по разведению черной львинки, поддерживается на уровне $+28^{\circ}\text{C}$ в течение всего года. Для содержания имаго используются клетки объемом $1,74\text{ м}^3$ (рис. 1). Высота инсектария составляет $1,45\text{ м}$.

а



б



Рис. 1. Клетки в инсектарии (а) и яйца черной львинки (б)
Fig. 1. Cages in the insectarium (a) and black soldier fly eggs (б)

В каждой клетке находится около 30000 особей мух. С каждого стеллажа взрослых мух отделяли в среднем 4–5 кг предкуколок, промывали их водой при температуре $+28^{\circ}\text{C}$, подсушивали и затем помещали в инсектарии с контейнерами. Средний вес предкуколок, помещенных в инсектарий, составил $0,156 \pm 0,0046\text{ г}$. В сутки освещение светодиодными лампами составляло 12 ч. Для освещения в каждом инсектарии были установлены 2 светодиодные лампы мощностью 50 Вт (3800–4000 лм). Взрослых насекомых кормить не обязательно, но было замечено, что раствор сахара 5 г на 1 л увеличивал продолжительность жизни мух по сравнению с тем, если в помещении для питья стояла только чистая вода. Важнейшим элементом при разведении мух является наличие воды для увлажнения помещения. В нашем случае для увлажнения в емкости с водой помещали вату (чтобы уменьшить ин-



тенсивность испарения), а также опрыскивали клетки водой из пульверизаторов 2–3 раза в день.

Также для лучшей кладки яиц готовили и помещали на дно клетки аттрактант: 200 г мертвых мух, 1 л воды, остатки старого субстрата и пшеничные отруби. Для сбора яиц помещали в контейнер конструкцию размером 40×200×10 мм, состоящую из 8 досок с расстоянием между слоями 3 мм. Верхнюю часть контейнеров закрывали москитной сеткой, чтобы мухи не откладывали яйца на субстрат-аттрактант.

Собранные яйца инкубировали при температуре +30...+32 °С и влажности воздуха 70–80 %. Для инкубации собранные яйца помещали в пластиковый контейнер, наполненный питательным субстратом и снабженный небольшим сетчатым экраном для попадания яиц в корм (рис. 2). Субстрат готовили из остатков злаковых растений — отрубей. Собранные яйца помещали на сетку на заранее подготовленный субстрат.

а



б



Рис. 2. Кладки яиц черной львинки (а) и яйца, помещенные на субстрат для инкубации с помощью сетки (б)

Fig. 2. Black soldier fly egg clutches (a) and eggs placed on the incubation substrate using a net (b)

На пятые сутки субстрат с личинками помещали в промышленные контейнеры или бетонные бассейны площадью 2 м³, где в качестве кормового субстрата использовали отходы переработки сельскохозяйственной продукции. В нашем случае использовали пшеничные и рисовые отруби. Комнатная температура для кормления личинок составляла +22...+26 °С.



Если субстрат недостаточно влажный, окукливание происходит в средней части субстрата. Если влажность субстрата высокая (80 %), предкуколки вылезают на субстрат в поисках сухого места, чтобы стать куколкой. Благодаря этой биологической особенности, предкуколки черной львинки можно извлекать из кормового субстрата.

В исследовании использовали 2 вида кормов: сушеные личинки черной львинки *Hermetia illucens* (показатели корма: влажность – 9,04 %, сырой белок – 41,42 %, сырой жир – 6,78 %, сырая клетчатка – 6,012, сырая зола – 9,77 %, кальций – 3,68 %, фосфор – 1,36 %, натрий – 0,37 %) и корма для рыб БДК производства местных производителей Узбекистана (влажность – 9,19 %, сырой протеин – 37,3 %, сырой жир – 13,4 %, сырая клетчатка – 3,04 %, сырая зола – 11,5 %, кальций – 2,57 %, фосфор – 1,06 %, натрий – 0,16 %); мясная и рыбная мука составляла 60 % корма БДК.

Корм давали вручную 3 раза в сутки. Продолжительность кормления составила 28 дней. Норма корма составляла 7,5 % от первоначальной массы тела рыб в аквариуме; ростовые и морфометрические показатели рыб измеряли каждые две недели. Количество корма изменяли единожды после двухнедельного измерения морфометрических показателей.

В опытах рыбам 1-й группы давали 100 % высушенного белкового концентрата личинок черной львинки, 2-й группе – 70 % БДК и 30 % белкового концентрата черной львинки, 3-й группе – 100 % корма БДК.

Кормовой коэффициент вычисляли по формуле

$$K_3 = C_k / (m_k - m_0),$$

где C_k – количество корма, затраченное на единицу прироста.

Все данные подвергали статистической обработке с применением панели программ статистического анализа Excel. Уровень различий оценивали с ANOVA.

Результаты исследований. Исследования авторов показали, что при выращивании личинок черной львинки в контейнере для предкуколки должны быть оптимальная влажность субстрата и температура, а также достаточная аэрация. Было показано, что предкуколки могут сохранять свою жизнеспособность в течение



2–3 месяцев при температуре $+10...+15\text{ }^{\circ}\text{C}$, а при температуре $+26\text{ }^{\circ}\text{C}$ процесс окукливания ускоряется и проходит в течение 6–12 суток [1].

Анализ [4] современного состояния исследований по созданию оптимальных искусственных условий, при которых *H. illucens* может наиболее эффективно функционировать, развиваться и размножаться, показал, что абиотические факторы оказывают существенное влияние на рост, развитие и процессы жизнедеятельности личинок. Установлено, что оптимальными условиями для размножения взрослой черной львинки являются влажность воздуха 60–70 %, температура воздуха не ниже $+26...+30\text{ }^{\circ}\text{C}$ [8, 9, 10]. Более жесткие условия культивирования увеличивают жизненный цикл насекомых и снижают жизнеспособность личинок. Следует отметить, что в исследованиях [4] 7-дневные личинки окукливались в течение 19 дней, поэтому в зависимости от оптимальной среды и питания развитие личинок будет варьировать.

В наших исследованиях окукливание личинок занимало $16,9 \pm 1,2$ сут, а скорость роста составляла $0,41 \pm 0,070$ мг/сут [11]. Следует отметить, что по данным [1] плотность личинок, занимающая 1 см^2 площади контейнера ($15\text{--}50$ шт./ см^2), повышает температуру субстрата (до $+45\text{ }^{\circ}\text{C}$), а эта температура снижает количество патогенов в субстрате, не вызывая гибели личинок. В исследованиях этих авторов по биоконверсии растительных отходов оптимальный прирост биомассы – 43 % в сутки наблюдался при средней плотности личинок 30 шт./ см^2 . При этом скорость утилизации органики увеличилась до $5,57$ кг/сут/ м^2 . Соответственно, в нашем исследовании плотность личинок, занимающая 1 см^2 , составляла $21 \pm 3,4$ шт./ см^2 личинок [14], температура субстрата составляла $+41...+45\text{ }^{\circ}\text{C}$, прирост влажной биомассы личинок при этом – $30,4 \pm 0,21$ % в сутки. Органические отходы (пшеничные отруби), которые мы использовали в качестве кормового субстрата, показали коэффициент утилизации $5,0$ кг/сут/ м^2 . Соответственно, 5-дневным личинкам, вылупившимся из 6 г яиц на нашем производстве черной львинки, в течение 5 суток скармливали 25 кг пшеничных отрубей, в результате было получено 20 кг живой товарной биомассы.

Фактически, по данным авторов [1], личинки черной львинки поедают любые твердые органические отходы и накапливают в организме макро- и микроэлементы в зависимости от рациона



(сырой белок — от 42,1–43,20 %; жир — 34,8 %; сырая клетчатка — 7 %; влага — 7,9 %; свободный экстракт азота — 1,4 %; зола — 14,6–16 %; кальций — 5 %; фосфор — 1,5 %). Соответственно, в наших экспериментах было установлено, что личинки, выращенные в пшеничных отрубях, содержат 45,31 % сырого белка; 4,76 % сырой клетчатки; 5,71 % влаги; 8,16 % золы; 13,87 % жира и 4,30 % кальция [12].

В наших условиях вылупившиеся из куколок мухи начали размножаться через 3–4 дня. Через 5–6 дней собирали 3–5 г яиц, а на 7–8-й день — по 15–20 г яиц. Продолжительность жизни мух составляла от 10 до 25 дней. Продолжительность развития яиц в наших условиях составляла 2–3 дня. Следует отметить, что в данных [13] наблюдалось, что продолжительность развития личинки составляла 4 дня.

В наших экспериментах средняя масса одного яйца черной львинки составила $0,020 \pm 0,004$ мг. В среднем из 1 г яиц развилось более 50 $530 \pm 13\ 563$ личинок размером 1,3–2 см, а их общая масса составила $3360 \pm 252,80$ г. В этом процессе личинки до достижения товарной стадии потребляли 5400 г пшеничных отрубей, влажность субстрата составляла 70 %, а всего на получение 1 кг живых личинок использовали 1,6 кг сухих пшеничных отрубей [14]. По нашим данным, средний цикл получения личинки черной львинки в нашем производственном процессе составляет 32–35 дней. Также в 2024 г. из 1 г яиц в результате естественного отбора по продуктивности черной львинки было получено $3500 \pm 173,4$ г живой биомассы.

В последнее время проводятся эксперименты на сельскохозяйственных животных, в том числе на птице и рыбе, для определения эффективности их кормления или живыми личинками *Hermetia illucens*, или полученной из них кормовой добавкой. Например, рыбам тилапии (*Oreochromis mossambicus*) давали живых личинок *H. illucens* и установили, что для роста 1 кг их биомассы необходимо около 2–2,52 кг живых личинок [15]. По нашему опыту, в качестве естественного корма для рыб в данной биотехнологии выращивания лучше использовать живую личинку черной львинки, а вместо рыбной муки — белковый концентрат, полученный из сушеных личинок. У авторов [1] показано, что при добавлении в корм телят сухой личинки черной львинки, увеличивалась интенсивность их роста на 10–24 % по сравнению с контролем.



По результатам исследований на 1 кг биомассы рыб (*Oreochromis mossambicus*) в среднем расходовалось 4,46 кг корма из 100 % корма БДК, что составило 41 520 сум (3,28 \$). В среднем из комбикорма БДК 70+30 % израсходовано 3,90 кг корма, что составило 36 305 сумов (2,87 \$). На 1 кг биомассы рыб тилапии из личиночного белкового концентрата корма было использовано всего 2,306 кг корма, что составило 24 480 сумов (1,93 \$). Видно, что использование личинок *Hermetia illucens* снижает затраты корма на 58,95–67,43 %.

Закключение. Выращивание черной львинки вызвало большой практический интерес в аквакультуре в качестве натурального корма для рыб как замена рыбной муки, а также белковой кормовой добавки для других животных. Больших успехов можно добиться при мелкомасштабном производстве и выращивании этого вида насекомых в Узбекистане. Личинки эффективно перерабатывают органические отходы (5,0 кг/сутки/м²) и служат экономически эффективным кормом, накапливая вещества, важные для роста и развития животных, повышая их иммунитет и улучшая усвоение питательных веществ.

В жаркий летний сезон в Узбекистане, когда температура воздуха превышает +35...+40 °С, личинки погибают, поэтому необходима оптимальная температура (+22...+26 °С) и выращивание в субстратах.

При кормлении рыб тилапии хорошие результаты дает скармливание 100 % живых личинок в количестве 3 % от массы тела рыбы, добавление в рацион концентрата личинок (муки) в количестве 30 % позволяет снизить расход корма на 58,95–67,43 %.

Список использованных источников

1. Иванов, Г. А. Промышленное разведение мухи черная львинка в условиях Архангельской области / Г. А. Иванов, А. М. Антонов // Фундаментальные и прикладные аспекты кормления сельскохозяйственных животных: материалы междунар. науч.-практ. конф. [13–16 июня 2018 г.]: посвящ. 100-летию со дня рождения А. П. Калашникова / Федер. агенство науч. орг. России, Федер. науч. центр животноводства – ВИЖ; сост.: Р. В. Некрасов [и др.]. – Дубровицы, 2018. – С. 117–118.
2. Ушакова, Н. А. Перспективы использования насекомых в кормлении сельскохозяйственных животных / Н. А. Ушакова, Р. В. Некрасов // Биотехнология: состояние и перспективы развития: материалы



- VIII Моск. междунар. конгр., Москва, 17–20 марта 2015 г.: [в 2 ч.] / ЗАО «Экспо-биохим-технологии», Рос. хим.-технол. ун-т. — Ч. 2. — М., 2015. — С. 147–149.
3. Nyakeri, E. M. Optimization of production of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*, L) for fish feed formulation: diss. ... for the degree of Dr. of Philosophy / E. M. Nyakeri; Jaramogi Oginga Odinga Univ. of Science and Technology. — [Bondo], 2018. — 130 l.
 4. Barkar, V. P. The development of technology for cultivation of the black soldier fly / V. P. Barkar, Y. Holub // Scientific International Symposium «Plant Protection – Achievements and Perspectives», Chisinau, 2–3 October 2023: inform. bull. EPRS/IOBC sect. / Moldova State Univ., Inst. of Genetics, Physiology a. Plant Protection. — Chisinau, 2023. — № 58. — P. 106–111. — URL: <http://dspace.usm.md:8080/xmlui/handle/123456789/14751?show=full> (date of access: 25.11.2024).
 5. Использование пищевых отходов для выращивания личинок мухи *Hermetia illucens* (краткий обзор зарубежной литературы) / И. Г. Шайхиев, С. В. Свергузова, Ж. А. Сапронова, Е. С. Антюфеева // Экономика строительства и природопользования. — 2020. — № 4. — С. 17–30.
 6. Dietary inclusion of a partially defatted black soldier fly (*Hermetia illucens*) larva meal in low fishmeal-based diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) / C. Caimi, I. Biasato, G. Chemello [et al.] // Journal of Animal Science and Biotechnology. — 2021. — Vol. 12, iss. 1. — Art. № 50.
 7. Ўзбекистонда балиқчилик саноати: 2023 йил якуни ва 2024 йил учун истиқболли режалар // Sputnik. — URL: <https://sputniknews.uz/20240117/ozbekistonda-baliqchilik-sanoati-2023-yil-yakuni-va-2024-yil-uchun-istiqbolli-rejalar-42083414.html> (дата обращения: 25.11.2024).
 8. Alvarez, L. The role of Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae) in sustainable waste management in Northern climates: diss. ... for the degree of Dr. of Philosophy / L. Alvarez; Univ. of Windsor. — Windsor, 2012. — 402 l.
 9. Harnden, L. M. Effects of temperature and diet on black soldier fly, *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae) development / L. M. Harnden, J. K. Tomberlin // Forensic Science International. — 2016. — Vol. 266. — P. 109–116.
 10. Holmes, L. Role of abiotic factors on the development and life history of the black soldier fly, *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae): master's thesis / L. Holmes, Univ. of Windsor. — Windsor, 2010. — 168 l.
 11. Tuychiev, K. S. Finding of the optimal feeding ration of *hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) on wheat bran / K. S. Tuychiev, E. N. Ginatullina, N. K. Atabaeva // The Way of Science. — 2023. — № 9. — P. 6–9.
 12. To'ychiyev, K. S. *Hermetia illucens* lichinkalarini donli ekinlar kepaklarida oziqlantirish samaradorligi / K. S. To'ychiyev // Agro ilm. — 2024. — № 1. — B. 36–39.



13. Лихота, В. Ю. Первый опыт получения потомства черной львинки (*Hermetia illucens*) / В. Ю. Лихота, А. В. Астренков, К. Г. Литвинчук // Материалы II международной научно-практической конференции «Инжиниринг: теория и практика», г. Пинск, Республика Беларусь, 6 мая 2022 г. / Полес. гос. ун-т, Петрозав. гос. ун-т; редкол.: В. И. Дунай (гл. ред.), О. А. Золотарева, В. Н. Штепа. — Пинск, 2022. — С. 71–73.
14. Туйчиев, К. С. Выращивание личинок чёрной львинки (*Hermetia illucens* linnaeus) на пшеничных отрубях и показатели их продуктивности / К. С. Туйчиев // *Universum: химия и биология: электрон. науч. журн.* — 2023. — № 6. — С. 40–42. — URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/15592> (дата обращения: 18.06.2024).
15. To'ychiyev, K. S. Akvakulturada tilyapiya baliqlarini qora askar pashshasi (*Hermetia illucens*) lichinkalari bilan yetishtirish / K. S. To'ychiyev // *Agro ilm.* — 2024. — № 2. — В. 54–56.
16. Barbiiri, J.-B. Insects as a feed ingredient for fish culture: status and trends / J.-B. Barbiiri // *Aquaculture and Fisheries.* — 2022. — Vol. 7, iss. 2. — P. 166–178.

Reference

1. Ivanov G. A., Antonov A. M. Industrial breeding of the black soldier fly in the Arkhangelsk region. *Fundamental'nye i prikladnye aspekty kormleniya sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh : materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. [13–16 iyunya 2018 g.]: posvyashchena 100-letiyu so dnya rozhdeniya A. P. Kalashnikova* [Fundamental and applied aspects of feeding farm animals: proc. of the Intern. sci. conf., dedicated 100th anniversary of the birth of A. P. Kalashnikov, June 13–16, 2018]. Dubrovitsy, 2018, pp. 117–118 (in Russian).
2. Ushakova N. A., Nekrasov R. V. Prospects for the use of insects in feeding farm animals. *Biotehnologiya: sostoyanie i perspektivy razvitiya: materialy VIII Mosk. mezhdunar. kongr., Moskva, 17–20 marta 2015 g.* [Biotechnology: state and development prospects: proc. of the VIII Moscow Intern. Congress, Moscow, March 17–20, 2015]. Moskva, 2015, pp. 147–149 (in Russian).
3. Nyakeri E. M. *Optimization of production of black soldier fly larvae (Hermetia illucens, L) for fish feed formulation: diss. ... for the degree of Dr. of Philosophy.* [Bondo], 2018. 130 l.
4. Barkar V. P., Holub Y. A. The development of technology for cultivation of the black soldier fly. *Scientific International Symposium «Plant Protection – Achievements and Perspectives», Chisinau, 2–3 October 2023.* Chisinau, 2023, pp. 106–111. Available at: <http://dspace.usm.md:8080/xmlui/handle/123456789/14751?show=full> (accessed: 25.11.2024).
5. Shaikhiev I. G., Sverguzova S. V., Sapronova Zh. A., Antyufoeva E. S. The use of food waste for growing larvae of the fly *Hermetia illucens* (a brief



- review of foreign literature). *Ekonomika stroitel'stva i prirodopol'zovaniya* [Economics of Construction and Environmental Management], 2020, no. 4, pp. 17–30 (in Russian).
6. Caimi C., Biasato I., Chemello G., Oddon S. B., Lussiana C., Malfatto V. M., Capucchio M. T., Colombino E., Schiavone A., Gai F., Trocino A., Brugiapaglia A., Renna M., Gascoand L. Dietary inclusion of a partially defatted black soldier fly (*Hermetia illucens*) larva meal in low fishmeal-based diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 2021, vol. 12, iss. 1, art. 50.
 7. Fishing industry in Uzbekistan: the end of 2023 and future plans for 2024. *Sputnik*. Available at: <https://sputniknews.uz/20240117/ozbekistonda-baliqchilik-sanoati-2023-yil-yakuni-va-2024-yil-uchun-istiqbolli-rejalar-42083414.html> (accessed: 25.11.2024) (in Uzbek).
 8. Alvarez L. *The role of Black Soldier Fly, Hermetia illucens (L.) (Diptera: Stratiomyidae) in sustainable waste management in Northern climates: diss. ... for the degree of Dr. of Philosophy*. Windsor, 2012. 402 l.
 9. Harnden L. M., Tomberlin J. K. Effects of temperature and diet on black soldier fly, *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae) development. *Forensic Science International*, 2016, vol. 266, pp. 109–116.
 10. Holmes L. *Role of abiotic factors on the development and life history of the black soldier fly, Hermetia illucens (L.) (Diptera: Stratiomyidae): master's thesis*. Windsor, 2010, 168 l.
 11. Tuichiev K. S., Ginatullina E. N., Atabaeva N. K. Finding of the optimal feeding ration of hermetia illucens (Diptera: Stratiomyidae) on wheat bran. *The Way of Science*, 2023, no. 9, pp. 6–9.
 12. To'ychiyev K. S. Feeding efficiency of *Hermetia illucens* larvae on cereal bran. *Agro ilm* [Agricultural Science], 2024, no. 1, pp. 36–39 (in Uzbek).
 13. Likhota V. Yu., Astrenkov A. V., Litvinchuk K. G. First experience in obtaining offspring of the black soldier fly (*Hermetia illucens*). *Materialy II mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Inzhiniring: teoriya i praktika», g. Pinsk, Respublika Belarus', 6 maya 2022 g.* [Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference «Engineering: Theory and Practice», Pinsk, Republic of Belarus, 6 May 2022.]. Pinsk, 2022, pp. 71–73 (in Russian).
 14. Tuichiev K. S. Growing black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* linnaeus) on wheat bran and their productivity indicators. *Universum: khimiya i biologiya: electron. nauch. zhurn.* [Universum: Chemistry and Biology : electronic sci. j.], 2023, no. 6, pp. 40–42. Available at: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/15592> (accessed: 06.18.2024) (in Russian).
 15. To'ychiyev K. S. Cultivation of tilapia fish with black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae in aquaculture. *Agro ilm* [Agricultural Science], 2024, no. 2, pp. 54–56 (in Uzbek).
 16. Barbiñri J.-B. Insects as a feed ingredient for fish culture: status and trends. *Aquaculture and Fisheries*, 2022, vol. 7, iss. 2, pp. 166–178.

**Сведения об авторах**

Туйчиев Камолиддин Собирович — младший научный сотрудник, Научно-исследовательский институт рыбоводства (ул. Чирчикская, 1, 111808, Янгиюльский район, Ташкентская область, Республика Узбекистан). E-mail: toychiyevkamoliddin4@gmail.com

Елена Николаевна Гинатуллина — кандидат биологических наук, доцент, заведующий лабораторией рыбоводства в естественных водоемах, Научно-исследовательский институт рыбоводства (ул. Чирчикская, 1, 111808, Янгиюльский район, Ташкентская область, Республика Узбекистан). E-mail: ginatullina@yandex.ru

Шахбоз Алишерович Хужамов — ассистент кафедры биологии и географии, Узбекско-Финляндский педагогический институт (ул. Спитамен, 163, 140102, Самарканд, Узбекистан). E-mail: xujamovshaxboz479@gmail.com

Information about authors

Kamoliddin S. Tuychiyev — Junior Researcher, Scientific Research Institute of Fishery (1, Chirchik Str., 111808, Yangiul district, Tashkent region, Republic of Uzbekistan). E-mail: toychiyevkamoliddin4@gmail.com

Yelena N. Ginatullina — PhD (Biological), Associate Professor, Head of the Laboratory of Fishery in natural lakes, Scientific Research Institute of Fishery (1, Chirchik Str., 111808, Yangiul district, Tashkent region, Republic of Uzbekistan). E-mail: ginatullina@yandex.ru

Shakhboz A. Xujamov — Assistant at the Department of Biology and Geography, Uzbek-Finland Pedagogical Institute (Spitamen Str., 163, 140102, Samarkand, Uzbekistan). E-mail: xujamovshaxboz479@gmail.com

УДК 639.3.03

Поступила в редакцию 16.09.2024

Received 16.09.2024

К. С. Туйчиев, Е. Н. Гинатуллина

Научно-исследовательский институт рыбоводства при Государственном комитете ветеринарии и развития животноводства Республики Узбекистан, Ташкентская область, Янгиюльский район, ССГ Кукаламзор, Республика Узбекистан

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОРМЛЕНИЯ ЛИЧИНКИ
HERMETIA ILLUCENS ОТРУБЬЯМИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР**

Аннотация. В статье представлены результаты экспериментального исследования по выращиванию на пшеничных и рисовых отрубях 7-дневных личинок черной львинки *Hermetia Illucens* (Diptera: Stratiomyidae) до стадии предкуколки. Рационы кормления личинок в экспериментах готовили каждые четыре дня в следу-



ющих количествах: 45, 90 и 120 мг/личинку/сут. Для каждой экспериментальной группы (100 личинок, $n=3$) рассчитывали индексы роста, смертности и эффективности кормления. В общем, результаты исследования показали тенденцию к тому, что большее количество пшеничных и рисовых отрубей способствует более высокой биомассе и быстрому росту личинок *H. Illucens*. Однако рацион 90 мг/лич/сут пшеничных отрубей был оптимальным и удовлетворял потребности личинки в питательных веществах для набора биомассы, а также обеспечивал высокую степень деградации субстрата. Полученное содержание протеина (36–43 %) в экспериментах с отрубями подтверждает возможность применения сухой предкукольной муки в комбикормовой промышленности.

Ключевые слова: рисовые и пшеничные отруби, рацион кормления, биоконверсия корма, деструкции кормового субстрата, аквакультура

Kamoliddin S. Tuychiyev, Yelena N. Ginatullina

*Scientific Research Institute of Fishery, Yangiyul district,
Tashkent region, Republic of Uzbekistan*

EFFICIENCY OF THE CEREAL BRANS FED TO HERMETIA ILLUCENS LARVAES

Abstract. In the paper is presented the result of one experimental study on the growing of the black soldier fly *Hermetia Illucens* (Diptera: Stratiomyidae) on wheat and rice brans (from 7 days old to the prepupal stage of larvae). Feeding ration was given for larvae every four days in the following amounts: 45, 90 and 120 mg/larvae/day. For each experimental group (100 larvae, $n=3$) was calculated the indices related to its growth, mortality and feeding efficiency of wheat and rice brans. In general, the results of study showed a trend, in which larger ration of wheat and rice brans contributed to higher biomass and faster growth of the *H. Illucens* larvae. However, for wheat bran feed the diet 90 mg/l/d was the optimal and met both conditions: the nutrient requirement to gain of a big larvae biomass and provide a high degree of fed substrate degradation. The protein content of the prepupals in this experimental study was consisted from 36–43 % and confirmed the opportunity to usage of dry prepupa meal in the aquaculture feed industry.

Keywords: rice and wheat bran, feeding ration, feed bioconversion, feed substrate degradation, aquaculture

Введение. По данным ФАО [17], в настоящее время около 31 % от общего объема поставок животного белка в Азиатском регионе приходится на рыбный белок. Рыбная мука и рыбий жир являются



основными источниками пищи для приготовления кормов во многих странах с низким и средним уровнем дохода. Быстрое распространение аквакультуры приводит не только к увеличению спроса на рыбную муку, полученную из диких рыбных запасов, оказывая давление на естественные популяции рыб, но и к росту цен на этот кормовой источник. Скармливание рыбы рыбе не-эффективно для экономики и пагубно для природы. Так, для производства 1 кг выращенной рыбы требуется более 6 кг дикой рыбы, что особенно касается культуры плотоядных рыб [11]. В связи с этим альтернативные источники белка, в идеале животного происхождения, могут оказаться весьма привлекательной альтернативой для фермеров, продукт которых в настоящее время зависит от рыбной муки. Результаты исследований показывают, что насекомые представляют собой полноценный заменитель рыбной муки, рыбьего жира и протеиновых смесей [5]. У двукрылых насекомых белковый профиль схож с профилем рыбной муки, и он содержит большое количество незаменимых аминокислот [10]. Интересно, что жирнокислотный состав насекомых можно изменять, модулируя содержание кормового субстрата и корректировать таким образом соответствие кормовым предпочтениям видов рыб [7].

Черная львинка — двукрылое насекомое *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae), в больших количествах культивируемое в странах Юго-Восточной Азии, Индонезии, Нидерландах, Китае и США. Имеются примеры использования черной львинки для декомпозиции мусорных отходов [1]. Личинки черной львинки потенциально способны преобразовывать большое количество органических отходов в богатую белком биомассу. Это двукрылое насекомое имеет ряд преимуществ перед другими насекомыми для культивирования: высокая скорость переработки остатков любого растительного сырья, в том числе продуктов жизнедеятельности птиц и свиней (навоз), высокое содержание в личинках белка и незаменимых аминокислот, таких как метионин и лаурин. Кроме того, конечный продукт культивирования черной львинки — зоогумус — широко используется как натуральное органическое удобрение [15].

Таким образом, *H. illucens* можно рассматривать как рациональную альтернативу традиционным высокобелковым кормам, удовлетворяющую пищевые потребности интенсивно растущего молодняка птиц и рыб [13]. Замена рыбной муки живыми или сухими личинками *H. illucens* способствует лучшему использова-



нию и депонированию азота и, как следствие, более высокому приросту массы тела у домашних животных [14].

Наиболее предпочтительными субстратами для выращивания личиночной биомассы львинки в мире считаются зерновые и зерноплодово-овощные смеси. По нашим данным, наиболее доступным и дешевым пищевым субстратом для личинок *H. Illucens* в Узбекистане являются пшеничные отруби, которые доступны, питательны и легко готовятся в качестве корма [16]. В качестве альтернативы пшеничным мы в эксперименте также использовали рисовые отруби.

Целью исследования было сравнение показателей роста и времени развития, прироста биомассы черной львинки при разных количествах 2-х видов отрубей. В процессе эксперимента мы хотели получить ответы на следующие вопросы: какое оптимальное количество пшеничных и рисовых отрубей нужно ежедневно для хорошего усвоения корма и для достижения максимальной сухой массы личинок, в кратчайшие сроки развития; какая наибольшая общая скорость разложения пищевых субстратов по отношению ко времени развития личинок.

Методика исследований. Взрослых особей (мух) *H. illucens* выращивали при 14-часовом световом и 10-часовом темном фотопериоде. После вылупления из яиц, личинок содержали на минимальной питательной среде (45 мг/личинку/сут, далее в тексте — мг/л/д) до 7 дней, а потом начинали эксперименты на разных рационах питания.

В каждом эксперименте ($n=3$, три повторности) использовали по 100 шт. 7-дневных личинок. В начале эксперимента их помещали в пластиковые ящики, накрывали черной тканью и кормили пшеничными/рисовыми отрубями, рассчитанными на 1 сут на одну личинку: 45, 90 и 120 мг. Суточная норма пшеничных/рисовых отрубей рассчитывалась соответственно рациону и подавалась личинкам каждые четыре дня.

Кормление личинок отрубями продолжалось до тех пор, пока более 50 % личинок в ящике не преодолевали стадию предкуколки (личинки последнего возраста, узнаваемые по темному цвету).

Оставшийся после эксперимента корм использовали в расчетах как остаток, взвешивали и сушили в шкафу при температуре $+60^{\circ}\text{C}$ в течение 6 ч. Личинок в конце эксперимента, взвешивали (сырая биомасса) и затем высушили в сушильном шкафу при $+60^{\circ}\text{C}$ в течение 18 ч для определения сухой биомассы. Состав личинок



(предкулоков) и пшеничных/рисовых отрубей были проанализированы с помощью анализатора кормов (производство Китай).

Анализ данных. Рост личинок рассчитывали по приросту биомассы и выражали в скорости роста (GR) в соответствии с приведенным ниже уравнением:

$$GR(\%) = \frac{\text{Конечный вес} - \text{Начальный вес}}{\text{Время}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где «время» указывало количество дней, необходимое 50 % личинок, чтобы достигнуть фазы предкулоков.

Более высокий GR означает более быстрый рост личинок.

Коэффициент выживаемости (SR) определяли по приведенному ниже уравнению:

$$SR(\%) = \frac{\text{Количество выживших личинок}}{\text{Начальное количество личинок}} \cdot 100\%. \quad (2)$$

Способность личинок преобразовывать корм в свою биомассу (ECD) измеряли с помощью следующих показателей по приведенным ниже уравнениям [12]:

$$ECD(\%) = \frac{ECI}{AD} \cdot 100\%; \quad (3)$$

$$ECI(\%) = \frac{B}{(T - R)} \cdot 100\%; \quad (4)$$

$$AD(\%) = \frac{(T - R)}{R} \cdot 100\%, \quad (5)$$

где ECI – эффективность переваривания кормового субстрата; AD – ориентировочная усвояемость; B – конечная биомасса (сухая), мг; T – общее количество заданного корма, мг; R – сухой остаток корма, мг.

Чтобы учесть время, необходимое личинкам для уменьшения количества кормового субстрата, использовали индекс разложения субстрата (WRI) [S. Diener et al, 2009]:

$$WRI = \frac{(T - R) / T}{t} \cdot 100\%, \quad (6)$$

где $D = (T - R) / T$; t – количество дней, в течение которых личинки питались субстратом.



Статистический анализ. Данные каждого эксперимента ($n=3$) были статистически проанализированы с помощью one-way ANOVA с последующим апостериорным Tuckey тестом. Был проведен статистический анализ для определения разницы между каждыми экспериментальными группами (отдельно для рационов из пшеничных отрубей и отдельно для рационов из рисовых отрубей) во времени развития (дней), GR, SR, ECD и WRI ($p<0,05$). Весь анализ был выполнен с помощью компьютерной программы Statistica.

Результаты исследований и их обсуждение. Пищевая ценность пшеничных/рисовых отрубей и рост личинок. Анализ содержания питательных веществ в пищевом субстрате необходим, поскольку они влияют на рост и выживание личинок *H. illucens* [4]. Белки и углеводы требуются личинкам для их роста (производство биомассы), но избыточное количество углеводов в корме снизит эффективность его преобразования личинками. Избыточное количество углеводов не превращается в белок личинок *H. illucens*, а превращается в липиды, который используется черной львинкой как пищевой резерв на следующей фазе развития (от предкуколичной до взрослой стадии) [2].

Пищевая ценность пшеничных и рисовых отрубей, использованных в эксперименте, показана в табл. 1.

Таблица 1. Пищевая ценность пшеничных и рисовых отрубей
Table 1. Nutritional value of wheat and rice bran

Состав	Пшеничные отруби	Рисовые отруби
Содержание влаги	6,22	4,62
Белок	14,83	12,35
Жир	6,75	15,85
Зола	4,15	9,67
Фосфор	0,92	1,72
Кальций	1,35	1,90
Соли	0,26	0,75

Примечание. Анализ проводился на основе сухой массы отрубей.

Из приведенного анализа видно, что пшеничные и рисовые отруби имеют примерно одинаковое содержание белка (от 12–15 %) и разное содержание жира (в рисовых отрубях больше в 2,5 раза).



Баланс питательных веществ в пище и содержание компонентов пищи, таких как сырой белок и липиды, влияет на скорость роста личинок. Белок необходим как основное вещество для роста личинок. Липиды необходимы для развития и запаса пищи для взрослой жизни *H. illucens*. Сбалансированное питание при кормлении личинок позволяет им удовлетворять свои потребности в питательных веществах для вступления в следующую предкукольную фазу за более короткий период времени. Более высокая порция пищи положительно влияет на рост личинок черной львинки [8].

Показатели скорости роста личинок черной львинки, выращенной на пшеничных и рисовых отрубях, и их выживаемость даны в табл. 2.

Таблица 2. Время развития (от яйца до предкуколки), скорость роста личинок (GR) и коэффициент выживаемости (SR)

Table 2. Development time (from egg to prepupa), larval growth rate (GR) and survival rate (SR)

Пищевой рацион (мг/личинки/день)	Время развития, дней	Скорость роста GR (мг/сутки)	SR (%)
45 пшеничные	19,7±1,30a	0,3±0,07a	98,68±1,53a
90 пшеничные	16,9±1,20ab	0,47±0,11ab	98,67±2,31a
120 пшеничные	15,7±1,50b	0,6±0,06b	97,72±1,55a
45 рисовые	56,0±3,20a	0,09±0,01a	86,00±1,00a
90 рисовые	42,0±2,50 b	0,12± 0,01a	90,00±1,00b
120 рисовые	28,0±1,20c	0,37±0,07b	99,00±1,70c

Примечание. Отличающиеся буквы, которые следуют за средними значениями, означают достоверные различия в экспериментальных группах ($p < 0,05$).

Рацион из пшеничных и рисовых отрубей, даваемых с более высоким рационом за день, имеет в своем составе более сбалансированный состав по сравнению с кормом с низкой концентрацией. В экспериментах количество отрубей оказывало влияние на рост, время развития личинок и их предкукольный вес (табл. 2, рис. 1).

Личинки, которых ежедневно кормили 120 мг/л/д пшеничных и рисовых отрубей показали самое быстрое время развития – 15,7±1,5 и 28±1,0 дней, самую высокую скорость роста – 0,6±0,06 и 0,37±0,07 мг/сут и самую высокую предкукольную сухую мас-



су — $6,92 \pm 0,6$ и $5,73 \pm 0,7$ г соответственно. Личинки, которых кормили ежедневно 90 мг отрубей имели предкулочный вес $6,0 \pm 0,3$ и $3,72 \pm 0,17$ г, время развития — $16,9 \pm 1,2$ и $42 \pm 2,5$ дней соответственно для пшеничных и рисовых отрубей (табл. 2, рис. 1). Рацион в дозе 45 мг/л/д пшеничных и рисовых отрубей привел к уменьшению сухой массы предкулоков до $4,6 \pm 0,4$ и $3,88 \pm 0,5$ мг, и увеличению времени развития — $19,7 \pm 1,3$ и $56 \pm 3,2$ дней соответственно. Во всех рационах кормления пшеничными отрубями (45, 90, 120 мг/л/д) личинки закончили период развития и достигли предкулочной фазы и имели низкую смертность 1,7–2,3 % (табл. 2). В экспериментах с рисовыми отрубями все личинки закончили период развития и достигли предкулочной фазы, но низкую смертность 1–2 %, сравнимую с личинками из групп на пшеничных отрубях, имели только личинки с рационом 120 мг/личинка/сут; личинки, которых кормили 45 и 90 мг/личинка/сут имели смертность 10 % и выше.

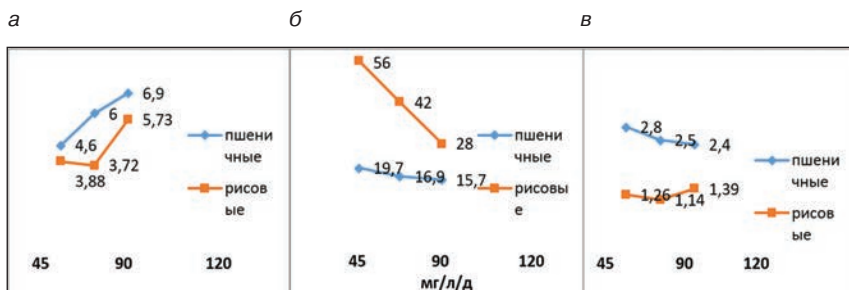


Рис. 1. Сухая биомасса В (а), время развития t (б) и индекс разложения WRI (в) для личинок *H. illucens* с использованием пшеничных и рисовых отрубей 45, 90 и 120 мг/лич/день

Fig. 1. Dry biomass B (a), development time t (б) and degradation index WRI (в) for *H. illucens* larvae using wheat and rice bran at 45, 90 and 120 mg/larva/day

Личинки черной львинки, потребляющие ежедневно отработанную кофейную гущу при максимальном кормовом рационе 200 мг/л/д развивались 25,3 дня; при минимальном рационе кормления кофейной гущей 12,5 мг/л/д уровень смертности личинок был очень высоким — около 80 % [Permana et al, 2018]. Причина этого, как указывают авторы, состояла в том, что испарение в пластиковом стаканчике, куда помещались личинки, про-



исходило быстрее при малом количестве корма. Отмечено, что быстрое испарение влаги из корма приводит к высокой смертности личинок [Gobby et al, 20013]. В нашем эксперименте с рисовыми отрубями (90 и 45 мг/л/д) мы добавляли воду в кормовой субстрат по мере ее испарения, и благодаря этому их смертность составила максимум 10 %.

Эффективность конверсии корма (ECD) и индекс разложения (WRI) субстрата. Индекс ECD определяет способность личинок превращать переваренную пищу в их биомассу. В случае с пшеничными отрубями более высокое значение ECD при меньшем рационе питания (45 мг/л/д) показывает, что количество усваиваемой пищи увеличивается при минимальном рационе. Более низкие значения ECD при максимальном рационе с пшеничными отрубями (табл. 3) показывают, что много корма приводит к увеличению скорости прохождения пищи в кишечнике личинок, а количество ассимилируемой пищи при этом уменьшается.

Таблица 3. Значения индексов ECD и WRI для *H. illucens* при кормлении пшеничными и рисовыми отрубями

Table 3. ECD and WRI index values for *H. illucens* fed with wheat and rice bran

Пищевой рацион (мг/л/д)	Эффективность конверсии корма (ECD)	Индекс разложения WRI
45 пшеничные	43,93±13,27a	2,57±0,20a
90 пшеничные	22,9±9,04ab	2,78±0,40a
120 пшеничные	15,87±4,91b	3,07±0,25a
45 рисовые	8,19±1,15a	1,26±0,07a
90 рисовые	7,22±2,84a	1,41±0,29a
120 рисовые	16,05±1,85b	1,39±0,08a

Примечание. Отличающиеся буквы, которые следуют за средними значениями, означают достоверные различия в экспериментальных группах ($p < 0,05$).

Переваренная личинками пища в этом случае не превращалась в биомассу, а использовалась для метаболизма [6]. В случае с рисовыми отрубями меньший рацион корма не приводил к увеличению индекса усвояемой пищи (ECD), а был ниже для рационов 45 и 90 мг/л/д. В то же время максимальный рацион рисовых отрубей (120 мг/л/д) приводил к большему эффекту от использования корма.



Предыдущие исследования других авторов показали, что куриный комбикорм для черной львинки имеет значение ECD в пределах 24,4–38,0 % [3], а отработанная кофейная гуща – 3,5–5,0 % [9]. В этом исследовании значения ECD при кормлении пшеничными отрубями достигали от 15,9–43,9 %, а при кормлении рисовыми – от 8,2–16,1 %.

Индекс WRI дает описание способности личинок редуцировать органическое вещество. Более высокие значения WRI показывают высокую способность личинок разрушать органический материал. Концентрация корма 45, 90 и 120 мг/л/д приводила к разложению пищи для пшеничных отрубей $2,57 \pm 0,20$; $2,78 \pm 0,40$ и $3,07 \pm 0,25$ % соответственно для трех рационов. Для рисовых отрубей значения составили $1,26 \pm 0,07$, $1,41 \pm 0,29$, $1,39 \pm 0,04$ соответственно для рационов 45, 90 и 120 мг/л/д (табл. 3, рис. 1).

В случае с пшеничными и рисовыми отрубями не наблюдалось статистической значимой разницы в значениях индекса WRI между рационами 45, 90 и 120 мг/л/д.

Согласно исследованиям других авторов, значения WRI для куриного корма и отработанной кофейной гущи, скармливаемой личинкам *H. illucens*, находились в диапазоне 1,1–3,8 [3] и 0,83–4,0 [9] соответственно. В нашем эксперименте значение WRI было больше для личинок, которых кормили пшеничными отрубями (от 2,57–3,07), чем для личинок с рисовым рационом (от 1,26–1,39). В обоих случаях с увеличением дозы рациона увеличивалось значение индекса разложения.

Нутриентный состав личинок и оптимальный рацион кормления.

Личинки *H. illucens* известны своей способностью накапливать белок до 40–50 %, когда они достигают стадии предкуколки. Продолжительность развития личинок черной львинки оказывает существенное влияние на их биохимический состав. В исследованиях [14], сухие предкуколки при выращивании на зерне фуражной пшеницы, показали более высокое содержание белка и более низкое содержание жира в организме по сравнению с личинками более раннего возраста, а именно 42,8 и 31,9 % и 37,6 и 38,3 % соответственно.

В нашем исследовании, хотя пшеничные и рисовые отруби изначально содержат небольшое количество белка, содержание белка в сухой биомассе предкуколок *H. illucens* было высоким (36–43 %), а содержание жира было более низким (11–21 %) (табл. 4) по сравнению с вышеприведенными данными.

Таблица 4. Биохимический состав предкуколок *H. illucens* при разных дозах кормления пшеничными и рисовыми отрубямиTable 4. Biochemical composition of *H. illucens* prepupae at different feeding doses of wheat and rice bran

Компонент	Рацион					
	120 мг/л/д		90 мг/л/д		45 мг/л/д	
	Отруби					
	пшенич- ные	рисовые	пшенич- ные	рисовые	пшенич- ные	рисовые
Влажность	11,6	2,66	10,1	2,78	8,37	1,15
Сырой протеин	41,3	36,25	38,9	36,42	40,9	42,9
Сырой жир	11,43	16,00	11,73	15,6	11,89	21,45
Сырая клетчатка	4,46	3,38	4,73	3,78	4,59	3,31
Сырая зола	22,8	16,92	20,35	15,29	20,38	22,90
Фосфор	1,01	3,80	0,99	3,31	1,07	5,18
Кальций	4,0	5,35	4,24	4,49	4,26	7,80
Натрий	0,38	0,41	0,32	0,47	0,37	0,55

При кормлении пшеничными отрубями было показано, что личинки *H. illucens* хорошо трансформировали белок из пшеничных отрубей и накапливали белковую биомассу почти в 2,5, а из рисовых в 3,5 раза больше, чем было в самих кормовых субстратах.

Закключение. Ежедневное количество пищи влияло на рост и развитие *H. illucens* от личиночной стадии до предкуколки. Результаты исследования показали тенденцию к тому, что большее количество пшеничных и рисовых отрубей способствует более высокому и быстрому росту личинок *H. Illucens*. Для личинок, выращенных на пшеничных отрубях, такая величина, как эффективность ECD, была самой высокой в группе с рационом 45 мг/л/д, но она статистически не отличалась от результата для группы с рационом 90 мг/л/д. Индекс ECD был статистически выше при рационе 90, чем при рационе 120 мг/лич/д. В то же время сухая биомасса предкуколок составила 6 и 6,9 г и период развития личинки до стадии предкуколки 16,9 и 15,7 дней для рационов 90 и 120 мг/л/д, соответственно. Учитывая, что указанные показатели сильно не отличались в обеих группах, а индекс разложения кормового субстрата WRI был одинаковым, мы предположили, что рацион 90 мг пшеничных отрубей на личинку в сутки был эффективнее, чем рацион 120 мг/л/д. Таким образом,



рацион 90 мг/л/д пшеничных отрубей удовлетворял как потребности личинки в питательных веществах, так и обеспечивал высокую степень деградации субстрата. При рационе 45 мг/л/д пшеничных отрубей, который мы использовали для кормления львинки до экспериментов, прирост биомассы оказался меньше по сравнению с другими рационами.

Для рисовых отрубей, исходя из параметров времени развития, значения индексов ECD и WRI, сухой биомассы предкуколки, более эффективным был рацион кормления 120 мг/л/д, а рацион 90 и тем более 45 мг/л/д был недостаточным. Сухая биомасса при максимальном рационе с рисовыми отрубями в 1,5 раза превышала биомассу, полученную для других рационов 5,73 г против 3,88 и 3,72 г; время развития личинки было короче почти в два раза по сравнению с другими группами – 28 дней против 42 и 52 дней.

Полученное содержание протеина в экспериментах с отрубями подтверждает возможность применения сухой предкуколочной муки в комбикормовой промышленности. Высокое содержание белка (36–43 %) в высушенной предкуколке *H. illucens*, питаемой зерновыми отрубями, усиливает ее потенциал в качестве муки при производстве кормов для животных.

Список использованных источников

1. Permana, A. D. Growth of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae fed on spent coffee ground / A. D. Permana, J. E. Putra // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2018. – Vol. 187, iss. 1. – Art. № 012070.
2. Alvarez, L. The role of black soldier fly, *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae) in sustainable waste management in northern climates: diss. ... for the degree of Dr. of Philosophy / L. Alvarez; Univ. of Windsor. – Windsor, 2012. – 158 l.
3. Cohen, A. C. Insect diets: science and technology / A. C. Cohen. – 2nd ed. – Boca Raton: CRC Press, 2015. – 473 p. – URL: <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/b18562/insect-diets-allen-carson-cohen> (date of access: 25.11.2024).
4. Diener, S. Conversion of organic material by black soldier fly larvae: establishing optimal feeding rates / S. Diener, C. Zurbügg, K. Tockner // Waste Management and Research. – 2009. – Vol. 27. – P. 603–610.
5. Gobby, P. The effects of larval diet on adult life-history traits of the black soldier fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) / P. Gobby,



- A. Martinez-Sanches, S. Rojo // *European Journal of Entomology*. – 2013. – Vol. 110, iss. 3. – P. 461–468.
6. Kusumah M. S. Pengembangbikan Black soldier fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) sebagai sumber pakan ikan: skripsi sarjana pertanian ITB / M. S. Kusumah ; 2016.
7. Review of the use insect in the diet of farmer fish / M. Henry, L. Gasco, G. Piccalo, E. Fountoulaki // *Animal Feed Science Tehnology*. – 2015. – Vol. 203. – P. 1–22.
8. Development of black soldier fly (Diptera) larvae fed dairy manure / H. M. Myers, J. K. Tomberlin, B. D. Lambert, D. Kattest // *Environmental Entomology*. – 2008. – Vol. 37, iss. 1. – P. 11–15.
9. State of the art on use of insects as animal feed / P. S. Makkar, G. Tram, V. Heuse, P. Ankers // *Animal Feed Science Tehnology*. – 2014. – Vol. 197. – P. 1–33.
10. *Bukkens*, S. G. F. The nutritional value of edible insects / S. G. F. *Bukkens* // *Ecology of Food and Nutrition*. – 1997. – Vol. 36. – P. 287–319.
11. Schipp, G. Is the use of fish meal and fish oil in aquaculture diets sustainable? / G. Schipp // *Northern Territory Government*. – 2008. – № 124. – P. 1–15.
12. Scriber, J. M. The nutritional ecology of immature insects / J. M. Scriber, F. Slansky // *Annual Review of Entomology*. – 1981. – Vol. 26, iss. 1. – P. 183–211.
13. Меланиновая белково-энергетическая добавка из личинок *Hermetia illucens* в питании телят / Р. В. Некрасов, А. А. Зеленченкова, М. Т. Чабаев, Н. А. Ушакова // *Сельскохозяйственная биология*. – 2018. – Т. 58, № 2. – С. 374–384.
14. Пендюрин, Е. А. Использование зоокомпоста Черной львинки в качестве органического удобрения / Е. А. Пендюрин, С. Ю. Рыбина, Л. М. Смоленская // *Аграрная наука*. – 2020. – № 7/8. – С. 106–110.
15. Fly prepupae as a feedstuff for Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* / S. St-Hilaire, C. Shepperd, J. Tombenein [et al.] // *Journal of the World Aquaculture Society*. – 2007. – Vol. 38. – P. 59–67.
16. Туйчиев, К. С. Выращивание личинок чёрной львинки (*Hermetia illucens* Linnaeus) на пшеничных отрубях и показатели их продуктивности / К. С. Туйчиев // *Universum: химия и биология: электрон. науч. журн.* – 2023. – № 6-1. – С. 40–42. – URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/15592> (дата обращения: 25.11.2024).
17. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры: достижение целей устойчивого развития / Прод. и с.-х. орг. Объед. Наций. – Рим: ФАО, 2018. – 209 с. – URL: <http://aquacultura.org/upload/files/pdf> (дата обращения: 25.11.2024).

**Reference**

1. Permana A. D., Putra J. E. Growth of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae fed on spent coffee ground. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2018, vol. 187, iss. 1, art. 012070.
2. Alvarez L. *The role of black soldier fly, Hermetia illucens (L.) (Diptera: Stratiomyidae) in sustainable waste management in northern climates: diss. ... for the degree of Dr. of Philosophy*. Windsor, 2012. 158 l.
3. Cohen A. C. *Insect diets: science and technology*. 2nd ed. Boca Raton, CRC Press, 2015. 473 p. Available at: <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/b18562/insect-diets-allen-carson-cohen> (accessed: 25.11.2024).
4. Diener S., Zurbrugg C., Tockner K. Conversion of organic material by black soldier fly larvae: establishing optimal feeding rates. *Waste Management and Research*, 2009, vol. 27, pp. 603–610.
5. Gobby P., Martinez-Sanchez A., Rojo S. The effects of larval diet on adult life-history traits of the black soldier fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *European Journal of Entomology*, 2013, vol. 110, iss. 3, pp. 461–468.
6. Kusumah M. S. *Pengembangbikan Black soldier fly, Hermetia illucens (Diptera: Stratiomyidae) sebagai sumber pakan ikan : skripsi sarjana pertanian ITB* [Breeding Black soldier fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) as a source of fish food: ITB agriculture undergraduate thesis].
7. Henry M., Gasco L., Piccalo G., Fountoulaki E. Review of the use insect in the diet of farmer fish. *Animal Feed Science Tehnology*, 2015, vol. 203, pp. 1–22.
8. Myers H. M., Tomberlin J. K., Lambert B. D., Kattest D. Development of Black soldier fly (Diptera) larvae fed dairy manure. *Environmental Entomology*, 2008, vol. 37, iss. 1, pp. 11–15.
9. Makkar P. S., Tram G., Heuse V., Ankers P. State of the art on use of insects as animal feed. *Animal Feed Science Tehnology*, 2014, vol. 197, pp. 1–33.
10. Bukkens S. G. F. The nutritional value of edible insects. *Ecology of Food and Nutrition*, 1997, vol. 36, pp. 287–319.
11. Schipp G. Is the use of fish meal and fish oil in aquaculture diets sustainable? *Northern Territory Government*, 2008, no. 124, pp. 1–15.
12. Scriber J. M., Slansky F. The nutritional ecology of immature insects. *Annual Review of Entomology*, 1981, vol. 26, iss. 1, pp. 183–211.
13. Nekrasov R. V., Zelenchenkova A. A., Chabaev M. T., Ushakova N. A. Melanin protein-energy additive from *Hermetia illucens* larvae in the nutrition of calves. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* [Agricultural Biology], 2018, vol. 58, no. 2, pp. 374–384 (in Russian).
14. Pendyurin E. A., Rybina S. Yu., Smolenskaya L. M. Using black soldier's compost as an organic fertilizer. *Agrarnaya nauka* [Agricultural Science], 2020, no. № 7/8, pp. 106–110 (in Russian).



15. St-Hilaire S., Sheppard C., Tombenein J., Irving S., Newton L., McGuire M. A., Mosley E. E., Hardy R. W., Sealey W. M. Fly prepupae as a feedstuff for Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 2007, vol. 38, pp. 59–67.
16. Tuichiev K. S. Growing black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* Linnaeus) on wheat bran and their productivity indicators. *Universum: khimiya i biologiya: electron. nauch. zhurn.* [Universum: Chemistry and Biology: electronic sci. j.], 2023, no. 6-1, pp. 40–42. Available at: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/15592> (accessed: 25.11.2024) (in Russian).
17. Sostoyanie mirovogo rybolovstva i akvakultury: dostizhenie tselei ustoiчивого razvitiya [The state of World fisheries and aquaculture: Meeting the sustainable development goals]. Rim, FAO, 2018. 209 p. Available at: <http://aquacultura.org/upload/files/pdf> (accessed: 25.11.2024) (in Russian).

Сведения об авторах

Туйчиев Камолиддин Собирович — младший научный сотрудник, Научно-исследовательский институт рыбоводства (ул. Чирчикская, 1, 111808, Янгийский район, Ташкентская область, Республика Узбекистан). E-mail: toychiyevkamoliddin4@gmail.com

Елена Николаевна Гинатуллина — кандидат биологических наук, доцент, заведующий лабораторией рыбоводства в естественных водоемах, Научно-исследовательский институт рыбоводства (ул. Чирчикская, 1, 111808, Янгийский район, Ташкентская область, Республика Узбекистан). E-mail: ginatullina@yandex.ru

Information about authors

Kamoliddin S. Tuychiyev — Junior Researcher, Scientific Research Institute of Fishery (1, Chirchik Str., 111808, Yangiyul district, Tashkent region, Republic of Uzbekistan). E-mail: toychiyevkamoliddin4@gmail.com

Yelena N. Ginatullina — PhD (Biological), Associate Professor, Head of the Laboratory of Fishery in natural lakes, Scientific Research Institute of Fishery (1, Chirchik Str., 111808, Yangiyul district, Tashkent region, Republic of Uzbekistan). E-mail: ginatullina@yandex.ru



АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ



УДК 639.3.053.7

Поступила в редакцию 26.09.2024

Received 26.09.2024

**В. Г. Костоусов, О. Д. Апсолихова, Г. П. Прищепов,
Т. И. Попиначенко, В. И. Лишко, В. А. Ласица**

*Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси,
Минск, Республика Беларусь*

О СОСТОЯНИИ РЫБОЛОВСТВА И РЫБНЫХ РЕСУРСОВ РЫБОПРОМЫСЛОВЫХ ОЗЕР НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «НАРОЧАНСКИЙ» НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Аннотация. Рассмотрены современное состояние рыболовства и запасов рыб на шести рыбопромысловых озерах Национального парка «Нарочанский». Изучена рыболовная нагрузка для каждого из озер, динамика промыслового и любительского вылова на современном этапе эксплуатации, определена степень использования рыбных ресурсов в условиях функционирования национального парка, показан рост значения любительского вылова. На фоне произошедших изменений в экосистемах водоемов и в рыболовной нагрузке определены основные тренды изменения промысловых запасов как ресурсной базы рыболовства.

Ключевые слова: озеро, рыболовство промысловое и любительское, динамика вылова, состояние запасов рыб

**Vladimir G. Kostousov, Olga D. Apsolikhova, Georgy P. Prishchepov,
Taisia I. Popinachenko, Vladislav I. Lishko, Vladislav A. Lasitsa**

*Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus*

ON THE STATE OF FISHERIES AND FISH RESOURCES OF FISHING LAKES OF THE NATIONAL PARK “NAROCHANSKY” AT THE PRESENT STAGE

Abstract. The current state of fisheries and fish stocks in six fishing lakes of the Narochansky National Park is considered. The fishing load for each of the lakes, the dynamics of commercial and amateur catch at the current stage of operation are studied, the degree of use of fish resources in the conditions of the functioning of the national park is determined, and the growth of the importance of amateur catch is



shown. Against the background of changes in the ecosystems of water bodies and in the fishing load, the main trends in the change of commercial stocks as a resource base for fisheries are determined.

Keywords: lake, commercial and recreational fishing, catch dynamics, state of fish stocks

Введение. На территории Национального парка «Нарочанский» насчитывается более 40 озерных водоемов различной площади, часть из которых имеет рыбопромысловое значение и используется в целях рыболовства. Озера занимают 19 % территории национального парка и являются структурообразующим элементом его системы. Водоемы парка обеспечивают население широким спектром необходимых экосистемных услуг, которые включают воду для питья, ирригации, рыболовства, отдыха, поддержания биоразнообразия, круговорота и аккумуляции биогенных веществ и загрязнителей. Природные ресурсы озер также включают комплекс животных и растений, которые имеют экологическое, экономическое и эстетическое значение, определяя рекреационную значимость и привлекательность водоема. Функционирование озерной экосистемы определяется взаимовлиянием ее структурных элементов, поэтому решение вопросов повышения качественной значимости одного звена неминуемо затрагивает и другие звенья. Деятельность Национального парка «Нарочанский» позволяет на научной основе регулировать вопросы, связанные с использованием природного потенциала озер и снижением негативного влияния человека на водные экосистемы. С учетом особого статуса территории использование природных ресурсов парка должно быть направлено в сторону развития туристического и рекреационного потенциала водоемов. В то же время нецелесообразным является отказ от рыбохозяйственного использования озер, поскольку направление деятельности влияет на социально-экономический статус региона, водоемы остаются ценным источником рыбной продукции в регионе, а получаемый из них продукт в целом отвечает росту туристической привлекательности. Современный этап развития экосистем озер Нарочанского региона и их биологических сообществ можно адекватно оценивать по данным последнего десятилетнего периода. Этого срока достаточно, чтобы выявить наличие выраженных трендов и при этом дать характеристику именно современного состояния.



Такая характеристика является возможной благодаря проводимому мониторингу и учету рыболовной нагрузки. В представленной статье рассматриваются материалы по шести крупным озерам национального парка, используемым для осуществления рыбного промысла и организации платного любительского рыболовства, полученные в результате выполнения научно-исследовательского проекта по разработке мероприятий в план управления национальным парком за 2021–2023 гг. При этом использованы как данные, полученные в рамках данного проекта, так и имеющиеся результаты собственных наблюдений, произведенных ранее. В оценке ихтиологических данных был использован ретроспективный анализ за больший промежуток времени, что дало возможность более объективно исследовать процессы трансформации рыбных ресурсов во времени, произвести расчеты и представить результаты исследований на современном этапе эволюции анализируемых водоемов.

Объекты исследований, материалы и методики. Объектами исследований служили шесть крупных озер на территории национального парка «Нарочанский», направление рыбохозяйственной деятельности которых предусматривает промысловое рыболовство [1]. Перечень анализируемых водоемов и их основные морфометрические характеристики приведены в табл. 1.

Таблица 1. Перечень анализируемых озер и их морфометрические характеристики

Table 1. List of analyzed lakes and their morphometric characteristics

Показатель	Значения по рассматриваемым озерам					
	Баторино	Мястро	Мядель	Свирь	Вишневское	Швакшты Большие
Площадь зеркала, км ²	6,25	13,10	16,20	22,28	9,97	9,56
Глубина, м: максимальная	5,5	11,3	24,6	8,7	6,3	5,3
средняя	2,4	5,4	6,3	4,7	2,0	2,3
Длина озера, км	3,5	5,8	6,3	14,12	4,38	4,2
Ширина озера максимальная, км	2,4	4,5	4,0	2,27	3,52	3,4
Длина береговой линии, км	15,09	24,0	30,92	31,15	13,6	13,05

В анализе современного состояния рыболовства использовали данные отчетной статистики национального парка, представляе-



мые пользователям по форме 1-РХ за последние годы по объемам и видовой структуре вылова, результаты собственных наблюдений и анализов промысловых уловов, а также имеющиеся фондовые и литературные данные [2–9]. Обработку промыслово-ихтиологических данных для оценки состояния запасов рыб проводили с использованием единой методики расчетов [10].

Результаты и обсуждение. Все шесть анализируемых водоемов в Нарочанском регионе традиционно использовали для целей рыбного промысла. Статистика рыбного промысла имеется, начиная с конца 1940-х – начала 1950-х гг., с изменением организационной структуры рыбного промысла и формированием единого рыбодобывающего предприятия (в начале рыболовецкого колхоза, затем рыбзавода) [11, 12]. Более ранние сведения не сохранились либо носят эпизодический характер. Проведенные на тот момент научные исследования (1953, 1959, 1960) позволили установить, что в анализируемых озерах отмечалось от 16 до 21 вида аборигенных и вселенных рыб. Современный состав жилой ихтиофауны этих же озер представлен 27 видами рыб, относящихся к 10 семействам, в том числе в оз. Мястро – 20, Баторино – 20, Мядель – 19, Свирь – 22, Вишневокское – 19, Швакшты Большие – 20 видов рыб [7]. Обогащение ихтиофауны произошло за счет интродукции некоторых хозяйственно-значимых рыб, часть из которых образовала самовоспроизводящиеся популяции (судак, карась серебряный), остальные являются нагуливающими вселенцами (каarp, белый амур, пестрый толстолобик, угорь). Некоторые виды рыб, описанные ранее, в силу малых размеров и невысокой численности, в настоящее время не отмечены, а их наличие требует уточнения.

Современная рыболовная нагрузка на водные биологические ресурсы озер складывается из промыслового лова, осуществляемого промысловыми бригадами ГПУ «НП «Нарочанский», и лова рыбаками-любителями на основании реализуемых путевок. Относительно постоянно облавливают промысловыми орудиями только озера Свирь, Баторино и Швакшты Большие. Обловы других осуществляют не ежегодно, периоды облова чередуются пропусками на год-два. Любительское рыболовство осуществляют по реализуемым национальным парком путевкам, количество которых и объемы вылова по ним могут различаться по годам. Объемы достигнутого вылова обоими направлениями рыболовства регулируются соответствующими квотами годового вылова, устанавли-



ваемыми Минсельхозпродом для пользователя рыболовными угодьями на основании режимов рыбоводно-биологического использования, определенных соответствующими рыбоводно-биологическими обоснованиями (РБО), прошедшими обязательную государственную экологическую экспертизу. В динамике рыболовной нагрузки по большинству водоемов преобладающее значение имеет любительский вылов (рис. 1).

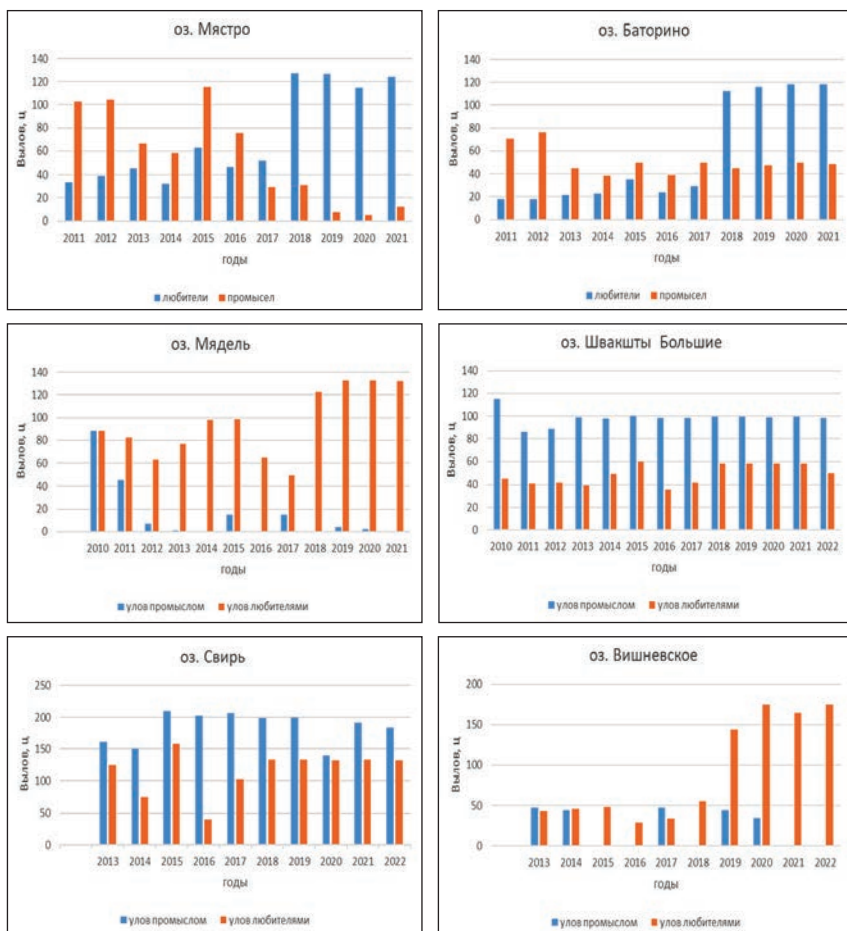


Рис. 1. Соотношение промыслового и любительского вылова рыбы по анализируемым озерам

Fig. 1. The ratio of commercial and amateur fishing in the analyzed lakes



Биоресурсы водных экосистем определяются видовым составом и количественным развитием основных групп гидробионтов растительного и животного происхождения. Основным биологическим ресурсом анализируемых водоемов являются туводные виды рыб, служащие объектами промыслового и любительского рыболовства. Объемы допустимого годового вылова по каждому конкретному водоему устанавливаются приказами Министерства сельского хозяйства и продовольствия в виде допустимых лимитов и квот вылова (промысловой и любительской). Поскольку на территории национального парка любительское рыболовство по перечню анализируемых водоемов осуществляется только по реализуемым путевкам, имеется механизм учета рыболовной нагрузки и степени использования ресурсов рыб.

По предоставленным Национальным парком «Нарочанский» отчетным данным промыслового и любительского вылова рыбы за период 2011–2022 гг., выполнение квот промыслового вылова по оз. Мястро колеблется в пределах 6,2–76,8 %, платного любительского вылова – 19,8–99,4 %. По оз. Баторино аналогичные показатели составили 61,1–102,7 % и 48,6–89,7 %. В связи с недовыполнением квот промыслового вылова и на фоне снижения рыбопродуктивности озер в целом, было пересмотрено распределение годовых квот в пределах выделяемого лимита по указанным водоемам в пользу увеличения вылова любительским рыболовством, что способствовало некоторому росту и оптимизации степени эксплуатации рыбных ресурсов. Так, общее выполнение допустимого лимита вылова по оз. Мястро возросло с 24,5 % в 2017 г. до 63,0 % в 2021 г., по оз. Баторино с 81,6 % в 2017 г. до 91,0 % в 2021 г. (табл. 2), что следует расценивать как механизм совершенствования режима эксплуатации водных биологических ресурсов в соответствии с концепцией предосторожного рыболовства [13]. Увеличение квот любительского вылова по этим водоемам позволило увеличить и количество реализуемых путевок на право лова, которое возросло в 2,6–4,5 раза по сравнению со среднегодовыми показателями на предыдущем этапе эксплуатации.

По оз. Мядель выполнение квот промыслового вылова колеблется в пределах 2,2–25,5 % (в отдельные годы лова не было вовсе), платного любительского вылова – 33,6–92,0 %. По оз. Швакшты Большие аналогичные показатели составили 99,1–99,98 % и



63,5–87,9 %. В связи с недовыполнением квот промыслового вылова и на фоне некоторого снижения рыбопродуктивности оз. Мядель в целом также было увеличено количество реализуемых любителям путевок (в пределах выделяемых годовых квот), что способствовало некоторому росту общего вылова и оптимизации степени эксплуатации рыбных ресурсов. Так, общее выполнение допустимого лимита вылова по оз. Мядель возросло с 25,9 % в 2017 г. до 73,8 % в 2022 г. Увеличение количества реализуемых путевок на право лова по оз. Швакшты также способствовало повышению эффективности использования рыбных ресурсов, в результате чего степень освоения выделяемых лимитов вылова выросла с 84,3 % в 2017 г. до 93,8 % в 2022 г. (табл. 2). Таким образом, произошедшее за последний пятилетний период общее увеличение реализации путевок (по оз. Мядель – в 2,7, по оз. Швакшты – в 1,4 раза) способствовало более полному освоению продукции рыб на современном этапе развития экосистем водоемов. Выполнение квот промыслового вылова по оз. Вишневецкое колеблется в пределах 75,4–87,8 % (в отдельные годы лова не было вовсе), платного любительского вылова – 32,0–99,7 % (табл. 2). По оз. Свирь аналогичные показатели составили 52,5–99,8 % и 77,5–99,9 %.

Таблица 2. Фактические объемы вылова рыбы из озер и выполнение лимита вылова за последние пять лет

Table 2. Actual volumes of fish caught from lakes and the fulfillment of the catch limit over the past five years

Год	Доводимая квота промыслового вылова, ц	Достигнутый объем промыслового вылова, ц	Доводимая квота любительского вылова, ц	Достигнутый объем любительского вылова, ц	Выполнение лимита, %
оз. Мястро					
2017	150,0	29,36	180,0	51,4	24,5
2018	85,0	31,26	128,0	127,19	74,4
2019	85,0	7,48	128,0	126,67	74,4
2020	85,0	5,25	128,0	127,87	63,0
2021	85,0	12,4	128,0	124,19	63,0
оз. Баторино					
2017	50,0	49,99	49,0	29,53	81,6
2018	50,0	45,0	133,0	112,56	86,1



Окончание табл. 2

Год	Доводимая квота промыслового вылова, ц	Достигнутый объем промыслового вылова, ц	Доводимая квота любительского вылова, ц	Достигнутый объем любительского вылова, ц	Выполне- ние лимита, %
2019	50,0	47,17	133,0	115,74	89,0
2020	50,0	49,5	133,0	132,53	91,9
2021	50,0	48,34	133,0	118,25	91,0
оз. Мядель					
2017	100,0	14,83	146,0	49,0	25,9
2018	100,0	0,0	146,0	122,7	49,9
2019	100,0	4,16	146,0	133,0	55,8
2020	100,0	2,21	146,0	132,98	55,0
2021	100,0	0,0	146,0	132,40	53,8
2022	50	12,74	133	122,40	73,8
оз. Швакшты Большие					
2017	100,0	98,09	66,0	41,91	84,3
2018	100,0	99,41	66,0	58,0	94,8
2019	100,0	99,69	66,0	57,86	94,9
2020	100,0	98,96	66,0	58,0	94,6
2021	100,0	99,98	58,0	56,87	99,3
2022	100,0	98,47	58,0	49,75	93,8
оз. Вишневское					
2017	100	47,61	61	26,5	46,0
2018	50	0	175	56,0	24,9
2019	50	43,9	175	145,2	84,0
2020	50	34,7	175	174,5	93,0
2021	50	0	175	159,7	71,0
2022	50	0	175	146,7	65,2
оз. Свирь					
2017	210	206,7	150	71,24	77,2
2018	200,4	199,02	133,6	103,5	90,6
2019	200,4	199,9	133,6	133,5	99,8
2020	200,4	139,4	133,6	132,6	81,4
2021	200,4	191,1	133,6	133,4	97,2
2022	200,4	105,3	133,6	118,8	67,1

Анализ экономической эффективности ведения рыболовства позволяет вносить в планы управления более взвешенные реше-



ния применительно эксплуатации водных биологических ресурсов.

В то же время рост любительской нагрузки неравномерно распределяется по ресурсам отдельных популяций рыб. Видовая структура любительского лова обусловлена доминированием определенных групп рыб и сложившимися предпочтениями рыболовов-любителей. Так, по данным учета, в составе уловов по озерам Свирь и Вишневское доминируют лещ (19,1–41,6 %), плотва (14,1–26,2 %) и окунь (13,1–15,5 %), из крупных хищников – щука. (до 6,6 %). По озерам Мядель и Швакшты доминирующим видом в уловах любителей выступает лещ (62,6–81,8 %), из крупных хищников – щука (до 9,9 %). Сходная картина наблюдается и по озерам Мясстро – Баторино. Так по оз. Мясстро на долю щуки в уловах любителей приходится 30,2–36,4 %, окуня 27,9–36,7 %, тогда как плотвы только 18,5–21,0 %, а леща всего до 8 %. По оз. Баторино доля леща в среднем 25,4 %, плотвы 22,8 %, окуня 17,2 %, тогда как щуки 24,5 %. Долевое значение прочих видов рыб (лινь, карась, красноперка, карп и др.) существенно ниже указанных массовых видов. Следовательно, любительский вылов базируется преимущественно на небольшом спектре массовых рыб, что необходимо учитывать в планировании рыбоводно-мелиоративных мероприятий (зарыбление молодьо щуки).

Состояние ихтиофауны оценивается не только видовой структурой ихтиоценозов, но и состоянием отдельных популяций рыб и рыбного стада в целом. На фоне процессов, произошедших и имеющих место в системе Нарочанских озер, наблюдается закономерное снижение промысловой рыбопродуктивности (улов на промысловое усилие или с единицы площади), что привело к снижению общего вылова рыбы и изменению структуры получаемых уловов. Наиболее наглядно в анализируемом регионе эти процессы проявились по системе оз. Нарочь, где уже к началу – середине 1990-х гг. отмечены проявления деэвтрофикации. В последующие годы (со сдвигом в несколько лет) аналогичные процессы отмечены и для озер Мясстро и Баторино. Процессы деэвтрофикации затронули механизмы соответствия условий обитания и обеспечения рыб доступной кормовой базой, что нашло отражение в снижении рыбопродуктивности водоемов. Установлено, что промысловый запас рыбного стада, определяемый



по интенсивности рыболовства, по всем трем озерам Нарочанской группы имел тенденцию к снижению на разных этапах становления их экосистем [38, 71]. В частности, на фоне снижения общей рыболовной нагрузки определенная биомасса рыб (общая ихтиомасса) на протяжении 1980–1990–2000–2010-х гг. и до настоящего времени изменялась в сторону уменьшения в следующем порядке: оз. Мястро 172→130→128→82,6 кг/га; оз. Баторин – 133→100→81→78 кг/га.

В определенной степени процессы, связанные с изменением статуса территории и водосборов водоемов в ее пределах, коснулись и озер Мядель, Швакшты Большие, Свирь и Вишневецкое, хотя здесь это вызвано другой природой факторов. Определенные в разные периоды величины промыслового запаса рыбного стада анализируемых озер представлены в табл. 3.

Таблица 3. Промыслово-ихтиологические данные по анализируемым озерам на разных этапах хозяйственного освоения

Table 3. Fishery and ichthyological data on the analyzed lakes at different stages of economic development

Годы	Кратность облова	Показатель интенсивности вылова	Средняя промысловая рыбопродукция, кг/га	Промысловый запас рыб, кг/га
Оз. Баторино				
1989	1,0	0,260	21,3	81,9
1995	1,68	0,390	32,3	82,8
2000	1,86	0,429	16,04	63,4
2006	0,65	0,104	7,3	70,2
2009	1,49	0,237	13,3	56,9
2018	0,70	0,13	7,1	54,6
Оз. Мястро				
1989	1,25	0,170	13,8	81,2
1995	1,42	0,230	18,9	82,2
2000	1,64	0,281	11,07	79,3
2006	1,0	0,156	14,06	90,1
2009	0,44	0,077	7,0	90,4
2018	0,56	0,090	5,2	57,8
оз. Мядель, 1620 га				
1990	0,60	0,060	3,49	58,2
1996–1999	0,46	0,048	2,43	50,6



Окончание табл. 3

Годы	Кратность облова	Показатель интенсивности вылова	Средняя промысло- вая рыбопродукция, кг/га	Промысловый запас рыб, кг/га
2000–2004	0,46	0,048	2,62	54,6
2007–2008	0,18	0,035	1,90	54,3
2017	0,22	0,022	0,90	40,5
2022	0,13	0,012	0,79	58,3
оз. Швакшты Большие, 956 га				
1986–1990	1,60	0,400	24,9	62,3
2000–2006	1,50	0,237	11,5	48,5
2008–2009	0,75	0,202	10,8	53,6
2011–2014	0,58	0,153	6,9	45,1
2017	0,70	0,189	10,3	54,5
2018	0,60	0,160	9,2	57,5
2022	0,62	0,185	10,3	62,4
оз. Вишневское, 997 га				
1990	0,44	0,133	11,1	91,1
1996–1999	0,23	0,070	5,7	84,3
2000–2004	0,11	0,032	2,6	87,8
2007–2008	0,22	0,065	5,4	79,9
2018	0,22	0,066	4,8	72,7
2023	0,033	0,094	2,9	30,9
оз. Свирь, 2228 га				
1986–1990	1,79	0,536	43,0	103,0
1991	2,7	0,320	19,6	61,2
2000	1,62	0,274	12,09	85,0
2004	2,2	0,270	17,7	68,0
2006	0,42	0,126	10,5	86,1
2008	0,60	0,179	14,9	90,5
2009	1,6	0,25	13,1	52,4
2011–2014	0,39	0,116	9,7	85,8
2017	0,37	0,111	9,3	89,3
2018	1,10	0,180	9,3	57,5
2019	0,33	0,095	9,0	94,5
2023	0,30	0,09	7,8	89,6

Анализируя данные табл. 3 можно сделать вывод, что максимальные величины запасов рыб по обоим озерам были зафиксиро-



рованы до начала 1990-х гг. (оз. Мядель — 58,2 кг/га, оз. Швакшты Большие — 62,3 кг/га). Формирование более высоких биомасс рыбного стада на фоне достаточно высокой интенсивности промыслового рыболовства при преобладании в уловах малоценных видов (прежде всего плотвы и окуня) объясняется ростом скорости образования продукции рыб в интервале достаточно высоких значений промысловой смертности за счет изменения возрастной структуры и существенного омоложения промысловых стад [14]. В последующий период (2000–2021 гг.) было отмечено снижение величин запасов для обоих водоемов, что связываем с комплексом причин, каждая из которых в отдельном озере выступала на первый план. В частности, для оз. Мядель снижение интенсивности вылова (с 0,6 до 0,2) не привело к росту запасов в целом, поскольку промысловая нагрузка в настоящее время приходится на небольшой спектр видов и возрастных групп.

По оз. Швакшты Большие отмечен даже некоторый рост величин промыслового запаса рыбного стада, что свидетельствует о процессах определенной стабилизации ресурсной базы рыболовства в новых условиях на основе трансформированного ихтиокомплекса [15–17]. Анализ собранных данных из озер Швакшты и Мядель показывает, что в современный период хозяйственного освоения водоема в составе уловов из оз. Швакшты Большие существенно преобладает лещ (в среднем от 64,5 до 88 %) На долю ранее многочисленной плотвы в анализируемый период в среднем приходится менее 2 %, окуня — менее 4 %.

Максимальные величины запасов рыб по озерам Свирь и Вишневское были зафиксированы до начала 1990-х гг. (оз. Вишневское — 91,1 кг/га, оз. Свирь — 103,0 кг/га). В последующий период (2000–2021 гг.) явного снижения величин запасов для обоих водоемов отмечено не было. В частности, для оз. Вишневское снижение интенсивности вылова (с 0,4 до 0,2) не привело к росту запасов в целом, поскольку промысловая нагрузка в настоящее время приходится на небольшой спектр видов и возрастных групп. По оз. Свирь отмечен даже некоторый рост величин промыслового запаса рыбного стада, что свидетельствует о процессах определенной стабилизации ресурсной базы рыболовства в новых условиях на основе трансформированного ихтиокомплекса (табл. 3).



Закключение. Водоемы эксплуатируются путем ведения промыслового рыболовства и организации платного любительского рыболовства. Объемы промыслового вылова имеют тенденцию к постепенному сокращению, что вызвано снижением интенсивности рыболовства, выражаемой через кратность облова. Причины снижения интенсивности рыболовства носят комплексный характер, в том числе: гидроэкологические — снижение доступности тоневых участков применяемым орудиям рыболовства вследствие увеличения прозрачности воды и продвижения зоны зарастания на большие глубины (оз. Мясстро); социальные — утрату тоневых участков (оз. Мядель) вследствие снижения численности рыбаков и ассортимента применяемых орудий рыболовства; экономические — высокой численности мелкого леща при относительно невысокой стоимости уловов и проблемах его сбыта (озера Баторино, Вишневское, Швакшты).

В современных условиях основное направление использования рыбных ресурсов озер Мясстро, Баторино, Мядель, Вишневское — рекреационное рыболовство, объем вылова которым превысил объемы промыслового вылова. Для оз. Свирь в силу достаточно ценного состава уловов и величин запаса определяющее значение имеют как промысловое, так и любительское рыболовство. Для оз. Швакшты основным видом рыбохозяйственной деятельности должно оставаться промысловое рыболовство. Суммарный объем вылова (промыслового и любительского) не превышает биологически обоснованных лимитов вылова.

На фоне снижения интенсивности рыболовства и имевших место структурных перестроек в экосистемах озер изменились показатели продукционных возможностей ихтиоценозов. Определенная промысловая биомасса рыб (промысловый запас) с конца 1980-х гг. до настоящего времени для озер Мясстро, Баторино, Мядель имеет тенденцию к уменьшению. Максимальные величины ихтиомассы для озер Мясстро и Баторино были определены на этапе эвтрофирования Нарочанских озер (период конца 1980-х гг.), к середине — концу 1990-х они снизились примерно на 25 %, а с середины 2000-х и по настоящее время находятся на относительно низком уровне — порядка 47–58 % от первоначальной величины.

По оз. Мядель максимальные величины ихтиомассы были определены на этапе интенсивного хозяйственного освоения (пе-



риод конца 1980-х — начала 1990 -х гг.), к концу 1990-х они снизились примерно на 13 %, а с конца 2000-х и по настоящее время находятся на уровне, близком к первоначальному.

Снижение промыслового запаса рыбы в оз. Швакшты Большие отмечено для 2000-х гг. и происходило на фоне структурных изменений в ихтиоценозе, связанных с изменениями в экосистеме, вызванными средообразующим воздействием растительных рыб. В результате отмечено замещение относительно короткоциклических видов (плотва, окунь) на более длиннотелые (лещ). Последнее привело к определенной разбалансировке отношений «корм-рыба» и некоторому снижению величин промысловых запасов к 2011–2014 гг. (примерно на 28 %). Нарастание биомасс возрастных групп на фоне стабильного рыбного промысла способствовало росту устойчивости запасов на более высоком современном уровне.

По оз. Свирь снижение величин промыслового запаса отмечено после завершения периода эксплуатации в режиме нагульного хозяйства (1980-е гг.), когда производились массовые посадки нагуливающих видов рыб. В последующий период наблюдалось чередование низких и высоких величин запасов, что можно объяснить существенным колебанием прилагаемой интенсивности рыболовства по чередующимся годам. В настоящее время величины запаса возросли и соответствуют трофическому и рыбохозяйственному уровню водоема.

По оз. Вишневское ихтиомасса промысловой части рыбного стада достаточно долгое время оставалась относительно стабильной, но по результатам последнего облова получены существенно меньшие показатели. Причиной можно считать опять же недостаточную интенсивность рыболовства в условиях накопления младшевозрастных групп тугорослого леща, не позволяющую получить объективные данные.

Список использованных источников

1. Перечень рыболовных угодий, предоставленных в безвозмездное пользование государственным природоохранным учреждениям и лесохозяйственным организациям Управления делами Президента Республики Беларусь: прил. 2 к распоряжению Президента Респ. Беларусь от 03 июня 2008 г. № 156рп; в ред. распоряжения Президента Респ. Беларусь от 29 дек. 2016 г. № 219 рп.



2. Боровик, Е. А. Рыбопромысловые озера Белоруссии / Е. А. Боровик. — Минск, Наука и техника, 1970. — 200 с.
3. Невядомская, П. С. Амурский сазан как объект рыбного хозяйства в озерах Баторин и Мястро / П. С. Невядомская, Г. В. Гладкий, А. Ф. Орловский // Материалы XVI конференции по изучению внутренних водоемов Прибалтики. Часть 1 (Лимнология), 18–21 мая 1971 г. / Карел. респ. группа Прибалт. отд-ния Ихтиол. комис. [и др.]. — Петрозаводск, 1971. — С. 135–137.
4. Влияние интенсификации рыбоводства на экосистему озера Свирь / Т. В. Копылова, Г. А. Инкина, В. Г. Костоусов [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси / Акад. аграр. наук Респ. Беларусь, Белорус. науч.-исслед. и проект.-конструкт. ин-т рыб. хоз-ва. — Минск, 1995. — Вып. 13. — С. 58–71.
5. Костоусов, В. Г. Структура ихтиоценозов и направление сукцессий в них на примере озер национальных парков Республики Беларусь / В. Г. Костоусов // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: материалы II Междунар. науч. конф., 22–26 сент. 2003 г., Минск — Нарочь / Белорус. гос. ун-т [и др.]; сост. и общ. ред. Т. М. Михеевой. — Минск, 2003. — С. 589–591.
6. Костоусов, В. Г. Оценка величины запасов рыбных ресурсов в разнотипных озерах национальных парков Беларуси / В. Г. Костоусов // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: материалы II Междунар. науч. конф., 22–26 сент. 2003 г., Минск — Нарочь / Белорус. гос. ун-т [и др.]; сост. и общ. ред. Т. М. Михеевой. — Минск, 2003. — С. 591–592.
7. Костоусов, В. Г. Состав и структура ихтиофауны водоёмов национального парка «Нарочанский» / В. Г. Костоусов // Динамика биологического разнообразия фауны, проблемы и перспективы устойчивого использования и охраны животного мира Беларуси: тез. докл. IX зоол. науч. конф. / НАН Беларуси, Ин-т зоологии; редкол.: М. Е. Никифоров (гл. ред.) [и др.]. — Минск, 2004. — С. 219.
8. Костоусов, В. Г. Изменение продуктивности ихтиоценозов как ответ на деэвтрофикацию озер Нарочанской группы / В. Г. Костоусов // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: тез. докл. IV Междунар. науч. конф. 12–17 сент. 2011 г., Минск — Нарочь / Белорус. гос. ун-т; сост. и общ. ред. Т. М. Михеевой. — Минск, 2011. — С. 147–148.
9. Трансформация ихтиоценоза озера Свирь при изменении уровня рыбохозяйственной деятельности / В. Г. Костоусов, И. И. Оношко, Т. И. Попиначенко, А. А. Углянец // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: [сб. науч. тр.] / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству. — Минск, 2011. — Вып. 27. — С. 151–159.



10. Методические рекомендации по определению запасов рыб в водоемах Беларуси / НАН Беларуси, Ин-т рыб. хоз-ва; сост. В. Г. Костоусов. — Минск: Ин-т рыб. хозяйства, 2004. — 24 с.
11. Савина, Н. О. Сырьевые рыбные запасы Нарочанской группы озер / Н. О. Савина // Труды Пятой научной конференции по изучению внутренних водоемов Прибалтики: (Минск, 16–20 апр. 1957 г.) / Белорус. гос. ун-т, Ин-т биологии АН БССР; под ред. Г. Г. Винберга. — Минск, 1959. — С. 109–117.
12. Организация рационального рыбного хозяйства на водоемах Нарочанского рыбзавода: отчет о НИР (заключ.) / Белорус. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва; рук. Н. О. Савина. — Минск, 1960. — 266 с.
13. Бабаян, В. К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ) = Precautionary Approach to Total Allowable Catch (TAC): анализ и рекомендации по применению / В. К. Бабаян. — М.: ВНИРО, 2000. — 191 с.
14. Шибаев, С. В. Основы промысловой ихтиологии = Basics of fishery ichthyology / С. В. Шибаев. — Калининград: Калинингр. гос. техн. ун-т, 2006. — 336 с.
15. Остапеня, А. П. Изменение экологической ситуации в озере Большие Швакшты и его причины / А. П. Остапеня, Т. В. Жукова // Доклады Национальной академии наук Беларуси. — 2009. — Т. 53, № 3. — С. 98–101.
16. Анализ экосистемного ответа гидрологического комплекса «озеро-река» на проведение рыбоводных мероприятий / В. Г. Костоусов, Т. И. Попиначенко, И. Н. Баран [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: [сб. науч. тр.] / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству. — Минск, 2016. — Вып. 32. — С. 169–197.
17. Оценка воздействия рыбоводных мероприятий на экосистему озера и эффективность ведения рыболовного хозяйства / В. Г. Костоусов, Б. В. Адамович, Т. В. Жукова, И. Н. Селивончик // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. — 2016. — № 3. — С. 94–98.

Reference

1. List of fishing grounds granted for gratuitous use to state environmental institutions and forestry organisations of the Presidential Property Management Directorate of the Republic of Belarus: app. 2 to Decree of the President of the Republic of Belarus № 156rp of June 03, 2008: in ed. of the Decree of the President of the Republic of Belarus of 29 December 2016 № 219rp. (in Russian).
2. Borovik E. A. *Rybopromyslovye ozero Belorussii* [Fishing lakes of Belarus]. Minsk, Nauka i tekhnika, 1970. 200 p. (in Russian).



3. Nevyadomskaya P. S., Gladkii G. V., Orlovskii A. F. Amur carp as an object of fisheries in lakes Batorino and Myastro. *Materialy XVI konferentsii po izucheniyu vnutrennikh vodoemov Pribaltiki. Chast' 1 (Limnologiya)*, 18–21 maya 1971 g. [Proceedings of the XVI conference on the study of inland waters of the Baltic States. Part 1 (Limnology), 18–21 May, 1971]. Petrozavodsk, 1971, pp. 135–137 (in Russian).
4. Kopylova T. V., Inkina G. A., Kostousov V. G., Lemeza Z. F., Retyukhina S. S., Yuganov V. A. The impact of fish farming intensification on the ecosystem of Lake Svir. *Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sb. nauch. tr.* [Issues of fisheries in Belarus: collection of sci. papers]. Minsk, 1995, iss. 13, pp. 58–71 (in Russian).
5. Kostousov V. G. The structure of ichthyocenoses and the direction of succession in them using the example of lakes in national parks of the Republic of Belarus. *Ozernye ekosistemy: biologicheskie protsessy, antropogennaya transformatsiya, kachestvo vody: materialy II Mezdunar. nauch. conf., 22–26 sent. 2003 g., Minsk – Naroch' [Lake ecosystems: biological processes, anthropogenic transformation, water quality: proc. of II Intern. sci. conf., 22–26 Sept., 2003, Minsk – Naroch].* Minsk, 2003, pp. 589–591 (in Russian).
6. Kostousov V. G. Estimation of fish stocks in different types of lakes in national parks of Belarus. *Ozernye ekosistemy: biologicheskie protsessy, antropogennaya transformatsiya, kachestvo vody: materialy II Mezdunar. nauch. conf., 22–26 sent. 2003 g., Minsk – Naroch' [Lake ecosystems: biological processes, anthropogenic transformation, water quality: proc. of II Intern. sci. conf., 22–26 Sept., 2003, Minsk – Naroch].* Minsk, 2003, pp. 591–592 (in Russian).
7. Kostousov V. G. Composition and structure of ichthyofauna of water bodies of the Narochansky National Park. *Dinamika biologicheskogo raznoobraziya fauny, problemy i perspektivy ustoichivogo ispol'zovaniya i okhrany zhivotnogo mira Belarusi: tez. dokl. IX zool. nauch. conf.* [Dynamics of biological diversity of fauna, problems and prospects of sustainable use and protection of fauna of Belarus: abstr. of IX zool. Sci. conf.]. Minsk, 2004, p. 219 (in Russian).
8. Kostousov V. G. Changes in the productivity of ichthyocenoses as a response to deeutrophication of lakes of the Naroch group. *Ozernye ekosistemy: biologicheskie protsessy, antropogennaya transformatsiya, kachestvo vody: tez. dokl. IV Mezdunar. nauch. conf., 12–17 sent. 2011 g., Minsk – Naroch' [Lake ecosystems: biological processes, anthropogenic transformation, water quality: proc. of IV Intern. sci. conf., 12–17 Sept., 2011, Minsk – Naroch].* Minsk, 2011, pp. 147–148 (in Russian).
9. Kostousov V. G., Onoshko I. I., Popinachenko T. I., Uglyanets A. A. Transformation of ichthyocenosis of Lake Svir under changing level of fishery activities. *Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: [sb. nauch. tr.] [Issues of fisheries in Belarus: collection of sci. papers].* Minsk, 2011, iss. 27, pp. 151–159 (in Russian).



10. Kostousov V. G. (compiler). *Metodicheskie rekomendatsii po opredeleniyu zapasov ryb v vodoemakh Belarusi* [Methodological recommendations for determining fish stocks in water bodies of Belarus]. Minsk, Institut Rybnogo Khozyaistva NAN Belarusi, 2004. 24 p. (in Russian).
11. Savina N. O. Raw fish stocks of the Naroch group of lakes. *Trudy Pyatoi nauchnoi konferentsii po izucheniyu vnutrennikh vodoemov Pribaltiki: (Minsk, 16–20 apr. 1957 g.)* [Proceedings of the Fifth Scientific Conference on the Study of Inland Water Bodies of the Baltic States: (Minsk, 16–20 Apr. 1957)]. Minsk, 1959, pp. 109–117 (in Russian).
12. Savina N. O. (head). *Organizatsiya ratsional'nogo rybnogo khozyaistva na vodoemakh Narochanskogo rybzavoda: otchet o NIR (zaklyuch.)* [Organization of rational fisheries in the reservoirs of the Naroch Fish Factory: research rep. (conclusion)]. Minsk, 1960. 266 p. (in Russian).
13. Babayan V. K. *Predostorozhnyi podkhod k otsenke obshchego dopustimogo ulova (ODU): analiz i rekomendatsii po primeneniyu* = Precautionary Approach to Total Allowable Catch (TAC): [analysis a. recommendations for use]. Moskva, VNIRO, 2000. 191 p. (in Russian).
14. Shibaev S. V. *Osnovy promyslovoi ikhtiologii* = Basics of fishery ichthyology. Kaliningrad, Kaliningradskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet, 2006. 336 p. (in Russian).
15. Ostapenya A. P., Zhukova T. V. Changes in the ecological situation in Lake Bolshiye Shvakshty and its causes. *Doklady Natsional'noi akademii nauk Belarusi* = Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus, 2009, vol. 53, no. 3, pp. 98–101 (in Russian).
16. Kostousov V. G., Popinachenko T. I., Baran I. N., Selivonchik I. N., Adamovich B. V., Zhukova T. V., Veres Yu. K., Savich I. V., Makarevich O. A. Analysis of the ecosystem response of the hydrological complex «lake-river» to fish farming activities // *Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: [sb. nauch. tr.]* [Issues of fisheries in Belarus: collection of sci. papers]. Minsk, 2016, iss. 32, pp. 169–197 (in Russian).
17. Kostousov V. G., Adamovich B. V., Zhukova T. V., Selivonchik I. N. Assessment of the impact of fish farming activities on the lake ecosystem and the efficiency of fisheries management. *Vesci Natsyjanal'nej akademii navuk Belarusi. Seryja agrarnykh navuk* = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series, 2016, no. № 3, pp. 94–98 (in Russian).

Сведения об авторах

Костюсов Владимир Геннадьевич — кандидат биологических наук, доцент, заместитель директора по научной работе, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: vkostousov@tut.by. ORCID: 0000–0002–3926–9432

Апсолохова Ольга Дмитриевна — кандидат биологических наук, заведующий лабораторией лабораторий рыбоводства и рыболовства в естественных



водоемах, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Прищепов Георгий Прокофьевич – старший научный сотрудник лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Попинченко Таисия Ивановна – научный сотрудник лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Лишко Владислав Иванович – младший научный сотрудник лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Ласица Владислав Александрович – младший научный сотрудник лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Information about authors

Vladimir G. Kostousov – Ph.D. (Biology), Associate Professor, Deputy Director of Science, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: vkostousov@tut.by. <http://orcid.org/0000-0002-3926-9432>

Olga D. Apsolikhova – Ph.D. (Biology), Head of Laboratory of Fish Breeding and Fishing in Natural Water Bodies, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Georgy P. Prishchepov – Senior Researcher, Laboratory of Fish Breeding and Fishing in Natural Water Bodies, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Taisia I. Popinachenko – Researcher, Laboratory of Fish Breeding and Fishing in Natural Water Bodies, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Vladislav I. Lishko – Junior Researcher, Laboratory of Fish Breeding and Fishing in Natural Water Bodies, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Vladislav A. Lasitsa – Junior Researcher, Laboratory of Fish Breeding and Fishing in Natural Water Bodies, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lablakeirh@gmail.com



УДК 574.1

Поступила в редакцию 16.09.2024

Received 16.09.2024

О. Д. Апсолихова, Т. И. Попиначенко, В. Д. Сенникова, В. И. Лishko*Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси,
Минск, Республика Беларусь*

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ ЗЕЛЬВЯНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ БИОМОНИТОРИНГА

Аннотация. Проведен биомониторинг состояния экосистемы Зельвянского водохранилища. Исследован гидрохимический режим, состав и степень развития сообществ гидробионтов. Определены степень зарастания водоема, видовая структура и количественное развитие фито-, зоопланктона и зообентоса, подтвержден эвтрофный тип водоема. Установлено, что за тридцатилетний период продукция зоопланктона уменьшилась практически в два раза под влиянием рыб-планктофагов, численность и биомасса зообентоса увеличилась более чем в три раза за счет моллюсков, гидрохимический режим водоема не претерпел существенного изменения.

Ключевые слова: водохранилище, гидрохимия, макрофиты, фитопланктон, зоопланктон, зообентос

**Olga D. Apsolikhova, Taisia I. Popinachenko,
Violetta D. Sennikova, Vladislav I. Lishko**

*Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus*

ASSESSMENT OF THE CURRENT STATE OF THE ECOSYSTEM ZELVYANSKY RESERVOIR ACCORDING TO THE RESULTS OF BIOMONITORING

Abstract. Biomonitoring of the state of the ecosystem of the Zelvyansky reservoir was carried out. The hydrochemical regime, composition and degree of development of aquatic communities. The degree of overgrowth of the reservoir, the species structure and quantitative development of phyto-, zooplankton and zoobenthos were determined, and the eutrophic type of the reservoir was confirmed. It was established that over a thirty-year period, zooplankton production decreased almost twice under the influence of planktivorous fish, the



number and biomass of zoobenthos increased more than three times due to mollusks, and the hydrochemical regime of the reservoir did not undergo significant changes.

Keywords: reservoir, hydrochemistry, macrophytes, phytoplankton, zooplankton, zoobenthos

Введение. Экологически благоприятное состояние водохранилища является обязательным для обеспечения его эффективного функционирования. Любая водная экосистема, находясь в равновесии с факторами внешней среды, имеет сложную систему подвижных биологических связей, которые нарушаются под воздействием антропогенных факторов. Их влияние отражается на видовом составе водных сообществ и соотношении численности слагающих их видов. Рациональное использование водохранилища и сохранение биологических ресурсов, в том числе и рыбных, в условиях динамики естественных и антропогенных факторов невозможно без детального изучения качества водной экосистемы [1].

Зельвянское вдхр. расположено в Зельвенском районе Гродненской области, к югу от г. п. Зельва. Относится к типу речных, руслово-пойменных, чашей служит пойма р. Зельвянка. Котловина вытянута с северо-запада на юго-восток. Площадь водохранилища составляет 1136,6 га, соотношение площадей пелагиали и литорали 2:1. Максимальная глубина — 7,5 м, средняя — 2,6 м. Котловина водохранилища делится на три участка: нижний — приплотинный (имеет озерные черты), верхний (речной) и переходный (озерно-речной). Нижний участок охватывает акваторию от плотины до створа у дд. Коралино и Лавриновичи. Характеризуется преобладающими глубинами 3–4 м и более широкой акваторией. Прибрежные мелководья занимают небольшую площадь. Верхний участок водохранилища более мелководный (1–1,5 м в среднем), занимает акваторию выше створа дд. Ивашкевичи и Ростевичи. На всем его протяжении хорошо выражена русловая ложбина. Переходный участок занимает площадь между указанными створами [2].

Водохранилище введено в эксплуатацию в 1983 г. с целью аккумуляции воды весеннего половодья для увлажнения и орошения земель, регулирования стока р. Зельвянка, противопожарных и рекреационных нужд, а также для целей рыбозаведения. В настоящее время эксплуатируется как рекреационный водоем — на



берегах находятся турбаза, гостиничный комплекс, агроусадьбы, пляж, развито любительское рыболовство, проводятся чемпионаты Беларуси по ловле рыбы. Водохранилище включено в республиканский перечень рыболовных угодий, пригодных для ведения рыболовного хозяйства и может быть передано юридическим лицам в аренду для целей промыслового рыболовства и (или) организации платного любительского [3].

Комплексное исследование экосистемы Зельвянского вдхр. впервые проведено в 1996 г., водоем характеризовался как неглубокий эвтрофный, воды которого были отнесены к классу удовлетворительной чистоты [2].

Целью данной работы явилась оценка экосистемы Зельвянского вдхр. на современном этапе развития по результатам проведенного биомониторинга и сравнение результатов с предыдущими исследованиями.

Материалы и методы исследований. Исследования на водохранилище проведены в период с июля по ноябрь 2023 г. в рамках научно-исследовательской работы «Ихтиологическое исследование вдхр. Зельвянского с целью его восстановления и оздоровления среды обитания рыб и стабилизации ресурсов ихтиофауны».

Отбор проб осуществляли в верхнем бьефе водохранилища на трех участках, характеризующих основные экотопы:

- 1 — на нижнем участке, у дамбы в районе д. Бережки;
- 2 — на переходном участке, между д. Бережки и д. Лавриновичи;
- 3 — на верхнем участке, между дд. Каролин и Лавриновичи.

Сбор и обработку материала по характеристике качества среды и развитию основных групп гидробионтов осуществляли по стандартным методикам гидрохимических и гидробиологических исследований [4–8].

Видовой состав гидробионтов определяли по пособиям из серии «Фауна СССР» [9]. Определение сезонной продукции водных беспозвоночных проведено по средней биомассе и сезонным РВ-коэффициентам для эвтрофных озер Беларуси [10]. Отобраны и обработаны пробы на общий химический анализ и окисляемость воды, пробы зоопланктона и зообентоса, фитопланктона и макрофитной растительности.

Результаты исследований. Гидрохимический режим. Газовый режим водоема в летне-осенний период характеризуется полным



насыщением кислородом на нижнем и переходном участках (в среднем — 8,66–8,97 мг/л) и понижением содержания кислорода на верхнем участке до 60 % насыщения (5,62 мг/л). Однако невысокая прозрачность воды (от 0,5 до 1,0 м) свидетельствует о том, что в придонных слоях при штилевой погоде дефицит кислорода может также возникать на переходном и нижнем участках.

Реакция воды щелочная (рН составляет 8,1–8,4). Жесткость невысока, обусловлена в основном катионами кальция и магния, концентрация общего железа находится в пределах нормы (табл. 1).

Таблица 1. Показатели качества воды вдхр. Зельвянское в 1996 г и 2023 г.
Table 1. Water quality indicators of the Zelvenskoye reservoir in 1996 and 2023

Показатель	Единицы измерения	Пост. МПР и ООС №13 [12]	Данные 1996 г.	Данные 2023 г.		
				верхний участок	переходный участок	нижний участок
Прозрачность	м	0,75–1,0	0,5	1,0	0,5	0,5
Температура	°С	До 28	21,5	18,4	18,9	20,7
рН	ед.	6,5–8,5	8,3	8,1	8,4	8,2
Концентрация O ₂	мг/л	Более 6,0	7,27	5,62	8,66	8,97
Насыщение O ₂	%	Расчётно	78	60	93	100
Концентрация NH ₄ ⁺	мгN/л	До 0,39	1,45	0,90	0,88	0,71
Концентрация NO ₂ ⁻	- // -	До 0,05	0,013	0,015	0,011	0,014
Концентрация NO ₃ ⁻	- // -	До 0,024	0,22	0,63	0,60	0,58
Концентрация Р _{мин}	мгР/л	До 9,03	0,055	0,017	0,016	0,019
Жесткость общая	мг-экв./л	Не уст.	3,05	3,7	3,8	3,8
Концентрация Ca ²⁺	мг/л	Не норм.	44	52	56	56
Концентрация Mg ²⁺	-//-	Не норм.	10,9	12,0	12,2	12,2
Концентрация Fe _{общ}	- // -	До 0,195	0,05	0,18	0,20	0,18
Окисляемость перманганатная	мгО/л	До 15,0	11,5	12,95	12,57	12,19

На исследованных участках верхнего бьефа водохранилища колебания показателей качества воды незначительны. Наиболее низкий показатель азота аммонийного (ионы NH₄⁺) отмечен на нижнем участке водохранилища (0,71 мгN/л), наиболее высокий — на переходном (0,90 мгN/л), что свидетельствует о поступлении



некоторых дополнительных количеств минерального азота с водосбора. Содержание нитратного азота (NO_3^-) снижается от верхнего участка (0,63 мгN/л) к нижнему (0,58 мгN/л), а концентрация минеральных форм фосфора, ионов кальция и магния, жесткость воды возрастают.

Воду вдхр. Зельвянское по содержанию аммонийных форм азота следует характеризовать как «умеренно загрязненную», по содержанию нитрит- и нитрат-ионов — как «слабо загрязненную» [11]. Содержание минерального фосфора, ионов кальция и магния находится в пределах нормы (табл. 1). Величина перманганатной окисляемости составляет в среднем 12,57 мгО/л, что свидетельствует о накоплении органических веществ, и позволяет характеризовать воду как «умеренно загрязненную» по данному показателю [11].

Существенных изменений в большинстве показателей качества воды по сравнению с 1996 г. в водохранилище не отмечено (табл. 1) и по-прежнему по общепринятой гидробиологической классификации вода соответствует «достаточно чистой». Вода вдхр. Зельвянское по солевому составу за годы исследований не претерпела изменений и относится к гидрокарбонатно-кальциевому типу. Анализ гидрохимических показателей характеризует вдхр. Зельвянское как эвтрофное, «слабо»- и «умеренно загрязненное» [11].

Макрофиты. Зарастаемость вдхр. Зельвянское неравномерна и на разных участках отличается, что обусловлено глубиной и характером грунтов. Прибрежные участки мелководий до глубины 1 м зарастают жесткой надводной растительностью с образованием сплошной полосы зарастания, и лишь акватория у дамбы на нижнем участке водохранилища протяженностью около 3 км свободна от зарастания. Правобережье водохранилища имеет ширину зарастания 5–8 м, левобережье — 10–15 м с отдельными участками до 50–70 м. Акватория водоема от верхней части водохранилища до д. Новоселки практически полностью зарастает кувшинкой. Заросли тростника на данном участке достигают 30 % от площади акватории, в средней части — около 15 %, ближе к дамбе — не более 5–10 %. В целом, площадь зарастания вдхр. Зельвянское надводными макрофитами оценивается в среднем 20 %, погруженными и с плавающими листьями — около 35 %.



В ассоциациях надводных макрофитов доминирует тростник (от 40 до 85 %), встречаемость камыша, рогоза и осоки достигает 20 %, хвоща, гречиши земноводной и вербейника — около 4 % от общей. Практически по всему ложу водохранилища, выставленному грубодетритовыми и сапропелевыми илами, отмечено произрастание рдестов, кувшинки белой, кубышки желтой, элодеи. На переувлажненных участках прибрежной полосы отмечен стрелолист, из плавающих форм — ряска малая.

Фитопланктон. В исследованных пробах фитопланктона вдхр. Зельвянское выявлено 17 таксонов водорослей, относимых к 5 отделам, в том числе: зеленых — 5, сине-зеленых — 3, диатомовых — 6, пиропитовых — 2, эвгленовых — 1.

Основу количественных показателей фитопланктона вдхр. Зельвянское в период проведенных исследований формировали диатомовые водоросли как по численности, так и по биомассе (58,2 % от общей численности и 62,3 % от общей биомассы соответственно). Второй по значению группой являются зеленые водоросли. Их численность достигала 833,33 тыс. экз./л (29,9 %), биомасса — 1,95 мг/л (18,1 %). Численность сине-зеленых водорослей — 250 тыс. экз./л (9,0 %), биомасса — 0,81 мг/л (7,5 %). В составе цианобактерий (сине-зеленых водорослей) обнаружен потенциально токсичный вид *Microcystis aeruginosa*, численность которого на момент обследования оказалась не особенно велика. Численность пиропитовых и эвгленовых составила по 1,5 %, биомасса — 2,5 и 9,7 % от общей соответственно. В пространственном распределении минимальные показатели численности и биомассы фитопланктона отмечены на верхнем участке (250 тыс. экз./л и 0,51 мг/л), максимальные — на среднем участке водохранилища — 4875 тыс. экз./л и 22,05 мг/л, на нижнем участке численность фитопланктона составила 3250 тыс. экз./л, биомасса — 9,81 мг/л соответственно (табл. 2).

Общая численность фитопланктона вдхр. Зельвянское составила 2791,67 тыс. экз./л, биомасса — 10,79 мг/л, что характеризует водоем как эвтрофный со средней биологической продуктивностью [13].

В целом среди микроводорослей вдхр. Зельвянское преобладали α - β -мезосапробы, что дает основание характеризовать воды по развитию фитопланктона как «умеренно загрязненные» [13].



Таблица 2. Количественные показатели развития фитопланктона вхдр. Зельвянское в летний период наблюдений 2023 г.
Table 2. Quantitative indicators of phytoplankton development in the Zelvianskoye reservoir during the summer observation period of 2023

Отделы водорослей	Количество видов	Численность, тыс. экз./л				
		1*	2*	3*	суммарная средняя численность	%
Зеленые	5	—	1625	875	833,3	29,9
Сине-зеленые	3	—	375	375	250,0	9,0
Диатомовые	6	250	1250	3375	1625,0	58,2
Пирифитовые	2	—	—	125	41,7	1,5
Эвгленовые	1	—	—	125	41,7	1,5
Итого	17	250	3250	4875	2791,7	100

Биомасса, мг/л					
1*	2*	3*	суммарная средняя биомасса	%	
—	3,26	2,6	1,95	18,1	
—	1,69	0,73	0,81	7,5	
0,51	4,86	14,79	6,72	62,3	
—	—	0,80	0,27	2,5	
—	—	3,13	1,04	9,7	
0,51	9,81	22,05	10,79	100	

Примечание. 1* — верхний; 2* — нижний; 3* — переходный участки водохранилища.

Зоопланктон. Первоначальные исследования кормовой базы вхдр. Зельвянское осуществлены в 1986 г., в период формирования его экосистемы. В тот период среднесезонная численность зоопланктона достигала 121,79 тыс. экз./м³, биомасса — 7,9 г/м³. В сообществе зоопланктона по численности преобладали веслоногие рачки, по биомассе — ветвистоусые. По исследованиям 1996 г. как в количественном отношении, так и в биомассе превалировали уже веслоногие ракообразные. Суммарная численность зоопланктона составляла 546 тыс. экз./м³, биомасса — 12,24 г/м³ [2].

В 2023 г. сообщество зоопланктона вхдр. Зельвянское было представлено основными таксономическими группами: коловратками, ветвистоусыми и веслоногими ракообразными. В составе сообщества отмечено: коловраток — 8, ветвистоусых — 8 и веслоногих рачков — 3 вида. В структуре сообщества зоопланктона численно превалировали α - β -мезосапробные виды. Похожий со-



став был отмечен в исследованиях 1996 г.: коловраток — 12, ветвистоусых — 9 и веслоногих рачков — 3 вида с превалированием α - β -мезосапробных видов.

По исследованиям, проведенным в 2023 г., как по численности — 178,9 тыс. экз./м³ (47,4 %), так и по биомассе — 6,77 г/м³ (73,0 %) доминировали ветвистоусые ракообразные (табл. 3). Среди ветвистоусых ракообразных комплекс доминант составляли *D. cucullata*, *B. longirostris*, *B. coregoni*, *Ch. sphaericus*. Из копепод наибольшую биомассу давал *C. strenuus*. Средняя численность веслоногих ракообразных составила 60,3 тыс. экз./м³ (15,9 %), биомасса — 2,33 г/м³ (25,2 %). Значение коловраток в общей биомассе незначительно — 0,17 г/м³ (1,8 %). В видовом составе среди коловраток доминировали виды р. *Keratella*.

Таблица 3. Сравнительные показатели численности, биомассы и продукции зоопланктона вдхр. Зельвянское 1996 и 2023 годов

Table 3. Comparative indicators of abundance, biomass and production of zooplankton in the Zelvianskoye reservoir in 1996 and 2023

Группы организмов	Всего видов	Численность		Биомасса		Продукция за вычетом ра- циона хищников кг/га
		тыс. экз./м³	%	г/м³	%	
1996 г.						
Коловратки	12	67	12,3	0,18	1,5	
Ветвистоусые	9	120	22,0	5,14	42,0	
Веслоногие	3	359	65,8	6,92	56,5	
Всего	24	546	100,0	12,24	100,0	4525,3
2023 г.						
Коловратки	8	138,5	36,7	0,17	1,8	
Ветвистоусые	8	178,9	47,4	6,77	73,0	
Веслоногие	3	60,3	15,9	2,33	25,2	
Всего	19	377,7	100	9,27	100	2540,2

Пространственное распределение зоопланктона по участкам водохранилища в целом соответствовало накоплению лимнофильных признаков. Наименьшие показатели численности и биомассы отмечены в верхнем участке — 180 тыс. экз./м³ и 3,97 г/м³, на среднем участке водохранилища они возрастают до 482 тыс. экз./м³ и 10,0 г/м³, максимума достигают на нижнем участке — 454,2 тыс. экз./м³ и 13,8 г/м³ соответственно. В целом такая карти-



на свойственна большинству речных водохранилищ и укладывается в общепринятые представления о формировании биотопических комплексов зоопланктона. Биомасса ветвистоусых ракообразных на нижнем участке была в 3 раза выше, чем на верхнем, что может косвенно свидетельствовать о возрастании признаков лимнической экосистемы по сравнению с лотической.

Средняя биомасса организмов зоопланктона вдхр. Зельвянское составила $9,27 \text{ г/м}^3$, численность — $377,7 \text{ тыс. экз./м}^3$, что позволяет характеризовать его как высококормный водоем. Сообщество зоопланктона водохранилища можно охарактеризовать как кладоцерно-копеподное, что в целом дает основание охарактеризовать весь водоем как эвтрофный [13]. Показатели численности, биомассы и продукции зоопланктона представлены в табл. 3.

Количественные показатели зоопланктона 1996 г. и 2023 г. не претерпели значительных изменений (рис. 1). По показателям биомассы 1996 г. ($12,24 \text{ г/м}^3$) вдхр. Зельвянское характеризовалось как весьма высококормное, в 2023 г. ($9,27 \text{ г/м}^3$) — как высококормное [13] (табл. 3). Продукция зоопланктона в 1996 г. составляла $4525,3 \text{ кг/га}$, в 2023 г. — $2540,2 \text{ кг/га}$, что может свидетельствовать о более сильном прессе за счет выедания рыбами-планктофагами.

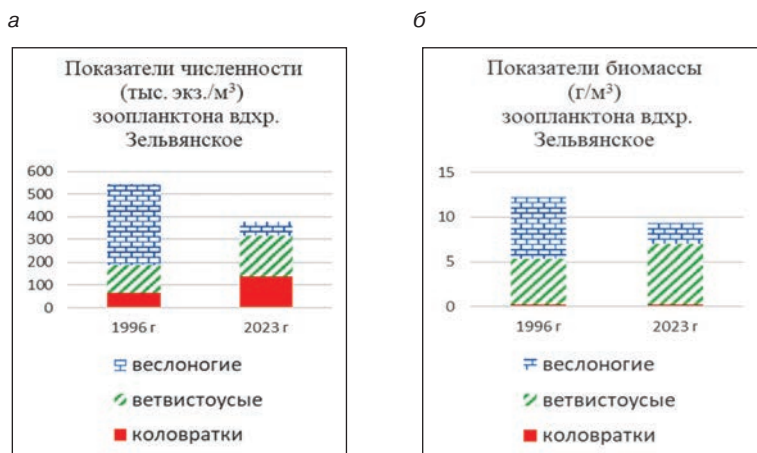


Рис. 1. Динамика численности (а) и биомассы (б) зоопланктона вдхр. Зельвянское в 1996 и 2023 гг.

Fig. 1. Dynamics of abundance (а) and biomass (б) of zooplankton in the Zelyvskoye Reservoir in 1996 and 2023



Зообентос. При рассмотрении сообщества зообентоса вдхр. Зельвянское можно выделить несколько биотопов. Грунты в литорали до глубины 1 м представлены песком, местами заиленным, местами заросшим жесткой надводной растительностью. На глубине 1,5 м грунты представлены грубодетритовыми илами, на глубине 3–4 м – тонкодетритовыми и сапропелевыми илами.

Сообщество донных беспозвоночных вдхр. Зельвянского в 2023 г. было представлено личинками комаров-хирономид, олигохетами, моллюсками, пиявками, гусеницами бабочек, вышими раками (бокоплавы). Максимальная биомасса зообентоса (16,1 г/м²) зафиксирована в верхней части водохранилища. Такие высокие показатели биомассы объясняются обилием моллюсков в этой зоне водохранилища, представленных *Dreissena polymorpha*, *Bithynia tentaculata*, *Planorbis planorbis*, *Theodoxus fluviatilis* (предпочитающим каменистые субстраты). Суммарная численность моллюсков (без учета *D. polymorpha*) в вдхр. Зельвянское составила 110 экз./м², биомасса – 7,2 г/м² (табл. 4). Минимальные значения биомассы зафиксированы на переходном (среднем) участке (5,3 г/м²), где основу биомассы составляли хирономиды, представленные *Chironomus f.l. plumosus*, *Procladius skuse*, *Glyptotendipes gr. gripekoveni*. На каменистых грунтах на верхнем участке биомасса хирономид составляла 0,11 г/м². Общая численность хирономид составила 484 экз./м², биомасса – 2,53 г/м². Доля пиявок в общей численности составляет 3,8 %, биомасса – 1,2 % (табл. 4).

Общая биомасса организмов составила 10,65 г/м², численность – 1151,5 экз./м², что позволяет охарактеризовать вдхр. Зельвянское как высококормный водоем [13]. Так как *D. polymorpha* не всегда доступна как кормовой объект для рыб, ее показатели в общей численности и биомассе не учитывали. Мелкие особи дрейссены, оседающие на мягкой растительности, также могут потребляться рыбами-бентофагами, что еще более увеличивает кормность данного водоема.

Сравнивая показатели численности и биомассы зообентоса 1996 г. с данными 2023 г., можно отметить их рост более чем в 3 раза за счет моллюсков. Также отмечается увеличение численности олигохет (в 1996 г. составили 0,8 %, в 2023 г. – 43,9 % от общей численности), хотя их биомасса изменилась незначительно (в 1996 г. составляла 0,4 %, в 2023 г. – 6,6 %) (табл. 4, рис. 2).



Таблица 4. Показатели численности, биомассы и продукции зообентоса вдхр. Зельвянское, 1996 и 2023 гг.

Table 4. Indicators of abundance, biomass and production of zoobenthos in the Zelvyanskoye Reservoir, 1996 and 2023

Группы организмов	Численность		Биомасса		Продукция за вычетом рациона хищников кг/га
	экз./м²	%	г/м²	%	
1996 г.					
Хирономиды	363	95,8	2,55	96,9	
Олигохеты	3	0,8	0,01	0,4	
Прочие	13	3,4	0,07	2,7	
Всего	379	100,0	2,63	100,0	142,2
2023 г.					
Хирономиды	484	42,0	2,53	23,8	
Олигохеты	506	43,9	0,7	6,6	
Моллюски (без <i>D. polymorpha</i>)	110	9,6	7,2	67,6	
Пиявки	44	3,8	0,13	1,2	
Прочие	7,5	0,7	0,09	0,8	
Всего	1151,5	100,0	10,65	100,0	476,6
<i>D. polymorpha</i>	220		56,70		

а



б



Рис. 2. Динамика численности (а) и биомассы (б) зообентоса вдхр. Зельвянское в 1996 и 2023 гг.

Fig. 2. Dynamics of abundance (а) and biomass (б) of zoobenthos in the Zelvyanskoye Reservoir in 1996 and 2023



Пространственное распределение организмов зообентоса по акватории водохранилища не проявляет тех закономерностей, что присущи зоопланктону. По мере удаления от берега наблюдаются определенные изменения, связанные со сменой видов в сообществе. В центральных частях акватории возрастает значение хирономид, которые здесь представлены преимущественно детритоядными и хищными формами, уменьшается значение олигохет. Достаточно высокая численность олигохет (725 экз./м^2) зафиксирована в прибрежной зоне.

При сравнении результатов исследований зообентоса за 1986 г., когда ихтиологический комплекс в водохранилище не был сформирован окончательно, с данными, полученными в 1996 г., оказалось, что в 1996 г. численность донных организмов вдхр. Зельвянское уменьшилась в 7,5 раза, а биомасса — в 3,2 раза [2]. Такая разница могла свидетельствовать о завершении структурных перестроек в составе ихтиоценоза с возрастанием на тот момент в водоеме роли рыб-бентофагов над планктофагами. В результате возрастания пресса выедания рыбами зообентоса, его продукция в 1996 г. составляла 142,2 кг/га, в то время как менее используемая рыбами продукция зоопланктона достигала 4525,3 кг/га [2].

В 2023 г. продукция зообентоса по сравнению с 1996 г. увеличилась более чем в 3 раза и составила 476,6 кг/га. Данное увеличение объясняется возрастанием доли продукции относительно мелких «кормовых» моллюсков. Увеличение продукции зообентоса и уменьшение продукции зоопланктона практически в 2 раза по сравнению с 1996 г. может свидетельствовать об увеличении младших возрастных групп рыб — потребителей зоопланктона.

Выводы.

1. Вдхр. Зельвянское отнесено к эвтрофным водоемам с удовлетворительным газовым и температурным режимами. Гидрохимический режим за сравниваемый тридцатилетний период не претерпел существенного изменения, значительных отличий по исследованным участкам водохранилища не наблюдается.

2. Площадь зарастания вдхр. Зельвянское надводными макрофитами оценивается в среднем 20 %, погруженными и с плавающими листьями — около 35 %, что характеризует его как заросшее.



3. В сообществе фитопланктона вдхр. Зельвянское преобладали α - β -мезосапробы, что дает основание характеризовать воды как «умеренно загрязненные». Видовая структура и количественное развитие фитопланктона подтверждают эвтрофный тип водохранилища.

4. Пространственное распределение зоопланктона по участкам водохранилища в целом соответствует накоплению лимнофильных признаков. В структуре сообщества зоопланктона численно превалировали α - β -мезосапробные виды. По показателям биомассы 1996 г. вдхр. Зельвянское характеризовалось как весьма высококормное, в 2023 г. — как высококормное. Уменьшение продукции зоопланктона по сравнению с 1996 г. практически в два раза может свидетельствовать о более сильном прессе за счет выедания рыбами-планктофагами.

5. Общая биомасса организмов зообентоса позволяет охарактеризовать вдхр. Зельвянское как высококормный водоем. Отмечается увеличение численности и биомассы зообентоса по сравнению с 1996 г. более чем в три раза за счет моллюсков.

Список использованных источников

1. Волкова, И. В. Оценка качества воды водоемов рыбохозяйственного назначения / И. В. Волкова, Т. С. Ершова, С. В. Шипулин. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Юрайт, 2024. — 294 с. — (Профессиональное образование).
2. Костоусов, В. Г. Состояние экосистемы Зельвянского водохранилища / В. Г. Костоусов, Т. В. Копылова, И. И. Оношко [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. / Белорус. науч.-исслед. и проект.-конструкт. ин-т рыб. хоз-ва. — Минск, 1997. — Вып. 15. — С. 174–178.
3. Республиканский перечень рыболовных угодий, пригодных для ведения рыболовного хозяйства: постановление М-ва сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь от 21 апреля 2022 г. № 42 // Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. — URL: <https://mshp.gov.by/ru/fishing-ru/view/respublikanskij-perechen-rybolovnyh-ugodij-prigodnyh-dlja-vedenija-rybolovnogo-hozjajstva-8678/> (дата обращения: 01.08.2024).
4. Алекин, А. О. Химический анализ вод суши: (при стационарном их изучении) / А. О. Алекин. — Л.: Гидрометеиздат, 1954. — 199 с.
5. Жадин, В. И. Реки, озера и водохранилища СССР, их фауна и флора / В. И. Жадин, С. В. Герд. — М.: Учпедгиз, 1961. — 599 с.



6. Унифицированные методы анализа вод СССР / Гос. ком. гидрометеорологии и контроля природ. среды СССР, Гос. ком. Совета Министров СССР по науке и технике. — Л.: Гидрометеиздат, 1978. — Вып. 1. — 144 с.
7. Жадин, В. И. Методы гидробиологического исследования: [учеб. пособие] / В. И. Жадин. — М.: Высш. шк., 1960. — 191 с.
8. Дзюбан, Н. А. Методы сбора и учета количественного материала в гидробиологических исследованиях / Н. А. Дзюбан. — М.: Высш. шк., 1974.
9. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР: планктон и бентос / Г. Г. Винберг, О. И. Чибисова, Н. С. Гаевская [и др.]; отв. ред.: Л. А. Кутикова, Я. И. Старобогатов. — Л.: Гидрометеиздат, 1977. — 511 с.
10. Биопродуктивность озер Белоруссии / Белорус. гос. ун-т; под ред. П. Г. Петровича. — Минск: Изд.-во БГУ, 1971. — 191 с.
11. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши / О. П. Оксийук, В. Н. Жукинский, Л. П. Брагинский [и др.] // Гидробиологический журнал. — 1993. — Т. 29, № 4. — С. 62–76.
12. Об установлении нормативов качества воды поверхностных водных объектов: постановление М-ва природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь от 30 марта 2015 г. № 13 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. — URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W21529808> (дата обращения: 01.08.2024).
13. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов Северо-Запада СССР / М. Л. Пидгайко, Б. М. Александров, Ц. И. Иоффе [и др.] // Известия Государственного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства. — Л., 1968. — Т. 67: Улучшение и увеличение кормовой базы для рыб во внутренних водоемах СССР. — С. 205–228.

Reference

1. Volkova I. V., Ershova T. S., Shipulin S. V. *Otsenka kachestva vody vodoemov rybokhozyaistvennogo naznacheniya* [Assessment of the water quality of fisheries reservoirs]. 2nd ed., corrected a. expanded. Moscow, Yurait, 2024. 294 p. (in Russian).
2. Kostousov V. G. et al. The state of the ecosystem of the Zelven reservoir. *Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sb. nauch. tr.* [Issues of fisheries in Belarus : collection of sci. papers]. Minsk, 1997, iss. 15, pp. 174–178 (in Russian).
3. The Republican list of fishing grounds suitable for fishing: resolution of the Min. of Agr. a. Food of the Republic Belarus, 21 Apr. 2022, № 42.



- Ministerstvo sel'skogo khozyaistva i prodovol'stviya Respubliki Belarus'* [Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Belarus]. (in Russ.) Available at: <https://mshp.gov.by/ru/fishing-ru/view/respublikanskij-perechen-rybolovnyx-ugodij-prigodnyx-dlja-vedenija-rybolovnogo-xozjajstva-8678/> (accessed: 01.08.2024).
4. Alekin A. O. *Khimicheskii analiz vod sushi : pri statsionarnom ikh izuchenii* [Chemical analysis of land waters: in case of stationary study]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1954. 199 p. (in Russian).
 5. Zhadin V. I., Gerd S. V. *Reki, ozera i vodokhranilishcha SSSR, ikh fauna i flora* [Rivers, lakes and reservoirs of the USSR, their fauna and flora]. Moscow, Uchpedgiz, 1961. 599 p. (in Russian).
 6. *Unifitsirovannye metody analiza vod SSSR* [Unified methods of water analysis of the USSR]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1978, iss. 1, 144 p. (in Russian).
 7. Zhadin V. I. *Metody gidrobiologicheskogo issledovaniya* [Methods of hydrobiological research]. Moscow, Vysshaya shkola, 1960. 191 p.
 8. Dzyuban N. A. *Metody sbora i ucheta kolichestvennogo materiala v gidrobiologicheskikh issledovaniyakh* [Methods of collecting and accounting quantitative material in hydrobiological studies]. Moscow, Vysshaya shkola, 1974. (in Russian).
 9. Kutikova L. A., I. Starobogatov Ya. (eds.). *Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Evropeiskoi chasti SSSR: plankton i bentos* [Determinant of freshwater invertebrates of the European part of the USSR: plankton and benthos]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1977. 511 p. (in Russian).
 10. Petrovich P. G. (ed.). *Bioproduktivnost' ozer Belorussii* [Bioproductivity of lakes in Belarus]. Minsk, The Publ. House of the Belarus. State Univ., 1971. 191 p. (in Russian).
 11. Oksiyuk O. P., Zhukinskaya V. N., Braginskaya L. P., Linnik P. N., Kuz'menko M. I., Klenus V. G. Comprehensive ecological classification of the quality of surface waters of the land. *Gidrobiologicheskii zhurnal = Hydrobiological Journal*, 1993, vol. 29, no. 4, pp. 62–76 (in Russian).
 12. On the establishment of water quality standards for surface water bodies : resolution of the Min. of Nature resources a. Environmental Protection Republic of Belarus, 30 March, 2015 № 13. Natsional'nyi pravovoi Internet-portal Respubliki Belarus' [National Legal Internet Portal of the Republic of Belarus]. (in Russ.) Available at: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W21529808> (accessed: 01.08.2024).
 13. Pidgaiko M. L. et al. Brief biological and production characteristics of reservoirs of the North-West of the USSR. *Izvestiya Gosudarstvennogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ozernogo i rechnogo rybnogo khozyaistva* [Proceedings of the State Scientific Research Institute of Lake and River Fisheries]. Leningrad, 1968, vol. 67 : Improving and increasing the food supply for fish in the inland waters of the USSR, pp. 205–228 (in Russian).



Сведения об авторах

Апсoliхова Ольга Дмитриевна — кандидат биологических наук, заведующий лабораторией лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Попиначенко Таисия Ивановна — научный сотрудник лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Сенникова Виолетта Дмитриевна — старший научный сотрудник лаборатории прудового и индустриального рыбоводства, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Лишко Владислав Иванович — младший научный сотрудник лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Information about the authors

Olga D. Apsolikhova — Ph.D. (Biology), Head of Laboratory of Fish Breeding and Fishing in Natural Water Bodies, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Taisia I. Popinachenko — Researcher, Laboratory of Fish Breeding and Fishing in Natural Water Bodies, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Violetta D. Sennikova — Senior researcher of the Laboratory of Pond and Industrial Fish Farming, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Vladislav I. Lishko — Junior Researcher, Laboratory of Fish Breeding and Fishing in Natural Water Bodies, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lablakeirh@gmail.com

УСТОЙЧИВОСТЬ ГИДРОБИОНТОВ И КОНТРОЛЬ НАД ПАТОГЕНАМИ



С. М. Дегтярик¹, Е. И. Бычкова², М. М. Якович²,
Т. А. Говор¹, Е. В. Максимьюк¹, С. В. Полоз¹,
Е. И. Гребнева³, Г. В. Слободницкая¹, А. В. Беспалый¹,
И. К. Голушкова¹

¹Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси,
Минск, Республика Беларусь

²Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по биоресурсам, Минск, Республика Беларусь

³Отделение аграрных наук Национальной академии наук Беларуси,
Минск, Республика Беларусь,

ВИДОВОЙ СОСТАВ БАКТЕРИОФЛОРЫ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ВИДОВ РЫБ В РЫБОВОДНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ И ЕСТЕСТВЕННЫХ ВОДОЕМАХ БЕЛАРУСИ

Аннотация. В данной статье представлены результаты всесезонных исследований бактериофлоры интродуцированных рыб разных видов, разводимых в рыбоводных хозяйствах Беларуси и обитающих в естественных водоемах республики. Определен видовой состав палочковой и кокковой микрофлоры рыб. Отмечены потенциально опасные для рыб представители бактериофлоры. Установлено, что бактериофлора рыб в Беларуси в период исследований была представлена 39 видами бактерий, для некоторых из них была прослежена сезонная динамика встречаемости. К наиболее часто встречающимся этиологическим агентам бактериальных болезней рыб относятся представители родов *Aeromonas* и *Pseudomonas*.

Ключевые слова: бактериофлора рыб, встречаемость бактерий, бактериальные болезни рыб, аквакультура



Sviatlana M. Dziahtsiaryk¹, Elizaveta I. Bychkova², Marya M. Yakovich²,
Tatsiana A. Hovar¹, Yauheniya U. Maksimuk¹, Sviatlana V. Polaz¹,
Alena I. Hrebneva³, Halina U. Slabodnitskaya¹, Aliaksei V. Biaspaly¹,
Ina K. Haluskova¹

¹*Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus*

²*Scientific and Practical Center of National Academy of Sciences of Belarus for
Bioresources, Minsk, Republic of Belarus*

³*Department of Agrarian Sciences of the National Academy of Sciences
of Belarus, Minsk, Republic of Belarus*

THE SPECIES COMPOSITION OF BACTERIOFLORA OF INTRODUCED FISH SPECIES IN FISH FARMS AND NATURAL WATER BODIES OF BELARUS

Abstract. This article presents the results of all-season studies of the bacterial flora of introduced fish of different species bred in fish farms of Belarus and inhabiting natural water bodies of the republic. The species composition of rod and coccal microflora of fish has been determined. Potentially dangerous representatives of bacterial flora for fish have been noted. It has been established that the bacterial flora of fish in Belarus during the study period was represented by 39 species of bacteria, for some of which the seasonal dynamics of occurrence has been traced. The most common etiologic agents of bacterial diseases of fish include representatives of the genera *Aeromonas* and *Pseudomonas*.

Keywords: fish bacterial flora, occurrence of bacteria, bacterial diseases of fish, aquaculture

Введение. При интродукции новых видов рыб существует вероятность заноса возбудителей болезней, ранее не встречавшихся на данной территории и тем самым представляющих опасность для аборигенных видов рыб и способных вызвать возникновение и развитие эпизоотий. Этому способствуют, в первую очередь, неконтролируемые перевозки рыбы и нарушение карантина, невыполнение или несвоевременное выполнение профилактических мероприятий.

В рыболовные хозяйства республики с интродуцированными видами рыб в свое время были завезены бактерии и паразиты, ранее на территории республики не встречавшиеся. За несколько десятилетий они широко распространились по рыболовным хо-



зяйствам, а затем — и по естественным водоемам страны. Примером могут служить завезенные с Дальнего Востока с амурским сазаном в 60-е гг. XX в. цестоды *Khawia sinensis* Hsu, 1935 и *Schyzocotyle acheilognathi* (Yamaguti, 1934), паразитирующие в кишечнике преимущественно карповых рыб, а также нематода *Philometroides lusiana* (Vismanis, 1966) (синоним *Philometroides cyprini* (Ishii, 1931)). Еще одним примером подобного рода стал завоз в республику весной 1977 года производителей амурского сазана, вместе с которыми был завезен штамм бактерий *Aeromonas hydrophila*, ранее у нас не встречавшийся. В результате во всех хозяйствах, получивших сазана, как у собственных, так и у завезенных рыб была отмечена острая вспышка аэромоноза и гибель 30–70 % производителей. Следует упомянуть также бактерии *Shewanella putrefaciens*, впервые выделенные на территории республики в конце 2014 г. Вероятнее всего, они проникли в южные районы Беларуси по водотокам, с водой и рыбой, и в настоящее время распространяются по территории республики. Указанный вид является близкородственным таким опасным возбудителям болезней, как представители р. *Pseudomonas*.

В настоящее время в мире существует огромное множество опасных (или потенциально опасных) для рыб бактерий, постоянно мутирующих, усиливающих свою вирулентность. Большинство из них до настоящего времени не встречались на территории Беларуси, однако существует опасность их проникновения в наши водоемы [1].

Материалы и методы. Обследована рыба из рыбоводных организаций различного типа: прудовых хозяйств (ОАО ОРХ «Селец», ОАО «Рыбокомбинат «Любань», ОАО «Рыбхоз «Красная Слобода», ОАО «Рыбхоз «Свислочь», ОАО «Рыбхоз «Волма», ОАО «Рыбхоз «Локтыши», ХРУ «Вилейка», СПУ «Изобелино»); организаций, занимающихся индустриальным рыбоводством (ФХ «Василек», УО БГСХА, ДГ-центр); арендаторов водоемов (оз. Белое и Черное, ООО «Сервисный центр «Веста», ОАО «Гродненская табачная фабрика «Неман», ГУ «Главное управление по обслуживанию дипломатического корпуса и официальных делегаций «Дипсервис», Логойское охотничье-рыболовное хозяйство «МАКОВЗА», ИП Станевич).

Материалом для микробиологических исследований служили представители интродуцированных видов рыб различных возраст-



ных групп (каarp, карась серебряный, пестрый толстолобик, белый амур, ленский осетр, стерлядь, малек осетровых рыб, форель радужная, гибрид осетра и белуги). Все эти рыбы были подвергнуты бактериологическому анализу. Бактериологические исследования проводили согласно существующим методикам [2–5]. Первичные посевы из внутренних органов рыбы производили на твердую среду – мясопептонный агар (МПА). Видовую принадлежность бактерий определяли согласно определителю Берджи [6] и при помощи тест-системы API 20E. Основная часть исследований проведена в течение 2016–2017 гг., периодический сбор данных продолжался в 2018–2024 гг.

Результаты исследований. Бактериологические посевы производили как от рыб с наличием клинических признаков бактериальной инфекции (экзофтальмия и ерошение чешуи, язвы и гиперемизированные участки на поверхности тела, экссудат в полости тела), так и от клинически здоровых рыб. Видовой состав и встречаемость представителей бактериофлоры у рыб интродуцированных видов в 2016–2017 гг. представлены в таблице.

Таблица. Видовой состав и встречаемость бактерий у рыб, разводимых в рыбоводных хозяйствах и выловленных в естественных водоемах республики

Table. Species composition and occurrence of bacteria in fish bred in fish farms and caught in natural water bodies of the republic

Вид бактерий	Вид рыбы	Количество обследованной рыбы (бак. посевы), экз.	Количество зараженной рыбы, экз.	Встречаемость*, %
<i>Aeromonas hydrophila</i>	Ленский осетр	40	6	15,0
	Стерлядь	30	3	10,0
	Карп	81	11	13,6
	Пестрый толстолобик	31	5	16,1
	Форель	10	5	50,0
	Белый амур	20	4	20,0
	Карась серебряный	28	4	14,3
	Малек осетровых рыб (стерлядь, белуга, ленский осетр и их гибриды)	50	2	4,0



Окончание таблицы

Вид бактерий	Вид рыбы	Количество обследованной рыбы (бак. посевы), экз.	Количе- ство за- раженной рыбы, экз.	Встре- чае- мость*, %
<i>Pseudomonas sp.</i>	Белый амур	5	1	20,0
	Ленский осетр	10	4	40,0
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Карп	38	5	13,2
	Карась серебряный	10	2	20,0
	Пестрый толстолобик	5	1	20,0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Карп	8	2	25,0
	Стерлядь	5	1	20,0
	Ленский осетр	5	1	20,0
<i>Shewanella putrefaciens</i>	Белый амур	25	3	12,0
	Карп	25	5	20,0
	Ленский осетр	5	1	20,0
<i>Hafnia alvei</i>	Ленский осетр	10	1	10,0
	Пестрый толстолобик	10	1	10,0
<i>Ochrobacter anthropi</i>	Карп	1	1	—
<i>Citrobacter braakii</i>	Ленский осетр	3	1	33,3
<i>Raoultella ornithinolytica</i>	Ленский осетр	3	1	33,3
<i>Bacillus sp.</i>	Карп	3	1	33,3
<i>Plesiomonas shigelloides</i>	Ленский осетр	8	2	25,0
<i>Flavobacterium sp.</i>	Карп	5	1	20,0
<i>Enterobacter amnigenus</i>	Карп	25	1	4,0
<i>Serratia odorifera</i>	Карп	5	1	20,0
<i>Serratia liquefaciens</i>	Карп	5	1	20,0
<i>Proteus mirabilis</i>	Ленский осетр	5	1	20,0
<i>Salmonella sp.</i>	Ленский осетр	5	1	20,0
<i>Salmonella choleraesuis arizonae</i>	Стерлядь	5	1	20,0

* Встречаемость — процент рыб, из внутренних органов и крови которых были выделены бактерии, от общего количества рыб, от которых производились бакпосевы.



Данные, представленные в таблице, свидетельствуют о том, что у интродуцированных видов рыб обнаружено 17 видов бактерий — грамотрицательных палочек, к которым относится подавляющее большинство потенциальных возбудителей болезней рыб. Бактерии *Bacillus sp.* относятся к грамположительным палочкам и не представляют угрозы для рыб — объектов аквакультуры.

Как видно из таблицы, наиболее распространенным агентами бактериальных инфекций у интродуцированных видов рыб, являются бактерии р. *Aeromonas*, а наиболее распространенным видом данного рода — *Aeromonas hydrophila*, грамотрицательные палочки, являющиеся потенциальными возбудителями аэромоноза рыб (таблица). Они встречались практически повсеместно в течение всего периода исследований и были выделены от форели, карпа, карася серебряного, белого амура, пестрого толстолобика, малька осетровых рыб, а также стерляди и ленского осетра старшего возраста.

Бактерии р. *Pseudomonas* (*Pseudomonas sp.*, *Ps. fluorescens* и *Ps. aeruginosa*) встречались несколько реже. Они также являются представителями условно-патогенной для рыб микрофлоры, способны вызывать заболевание псевдомоноз. Псевдомонады более холодолюбивы, чем аэромонады, поэтому чаще выделялись в холодное время года (февраль—апрель), чем в мае и летом. Представители указанного рода выделены от карпа, карася серебряного, белого амура, пестрого толстолобика, ленского осетра и стерляди.

Shewanella putrefaciens обнаружена у карпа, белого амура и ленского осетра. По старой классификации указанные бактерии относили к р. *Pseudomonas*, затем вычленили р. *Achromobacter*, в последние годы появился отдельный род *Shewanella*. Они считаются более южными, теплолюбивыми бактериями, на территории республики появились, предположительно, около 10–12 лет назад и сейчас периодически встречаются в рыбоводных хозяйствах как в теплое (май, август), так и в холодное (февраль) время года. Влияние их на организм рыб в наших условиях еще недостаточно изучено, однако, являясь близкородственными бактериям р. *Pseudomonas*, они наверняка способны вызывать патологический процесс.

Остальные грамотрицательные палочки отмечены единично, как правило, были выделены от 1–2 экз. 1–2 видов рыб каждая: *Hafnia alvei* от ленского осетра и пестрого толстолобика, *Ochrobacter*



anthropi, *Flavobacterium* sp., *Enterobacter amnigenus*, *Serratia odorifera* и *Serratia liquefaciens* — от карпа, *Citrobacter braakii*, *Raoulterra ornitolytica*, *Salmonella* sp. и *Proteus mirabilis* — от ленского осетра, *Salmonella choleraesius arizonae* — от стерляди.

Hafnia alvei встречается в организмах млекопитающих, птиц, рептилий, рыб, в сточных водах и грунтах, и даже в продуктах питания. О способности вызывать болезни у рыб сведений не обнаружено. Некоторые штаммы используют для производства сыров как пробиотики.

Flavobacterium sp. обнаружен в печени производителя карпа. Некоторые виды этого рода условно-патогенны, могут вызывать спорадические инфекции у человека. Широко распространены в природе и могут быть обнаружены в почве, воде, сточных водах, мясе, рыбе, овощах, молочных продуктах. Они способны не только персистировать в организме рыб, но и при определенных условиях — вызывать патологический процесс [6].

Enterobacter amnigenus — выделенный из почки карпа обитатель кишечника человека и животных, встречающийся в почве, воде, пищевых продуктах, на растениях [6]; энтеробактеры различных видов относят к этиологическим агентам язвенного поражения рыб, показана их способность инициировать септицемию [7].

Бактерии *Proteus mirabilis*, изолированные из жабр ленского осетра обитают в воде, способны вызывать инфекции мочеполовой системы и респираторного тракта, кишечные инфекции у человека, встречаются в организме рыб и других животных [8]; в литературе описаны случаи протейной инфекции у рыб [9], а также заболевания «протеоз», которое может являться причиной гибели рыб в естественных водоемах и в аквакультуре [10].

Plesiomonas shigelloides, выделенные в июле из печени двухлетка ленского осетра — частые обитатели грунтов и вод, встречаются у рыб и других водных животных, иногда у млекопитающих; о способности вызывать болезни рыб сведений нет [6].

Serratia odorifera и *S. liquefaciens*, выделенные из язвы и экссудата карпа, — условно-патогенные бактерии, обитают в почве, воде, различных пищевых продуктах и препаратах, включая лекарственные, в желудочно-кишечном тракте грызунов и насекомых [6]. Могут вызывать инфекции мочевыводящих и дыхательных путей у человека. В зарубежной литературе имеются сведения



о заболеваниях рыб (американская паляя, атлантический лосось, радужная форель [7, 11–13].

Из крови сеголетка ленского осетра изолированы бактерии *Salmonella sp.*, из почки сеголетка стерляди — *Salmonella choleraesuis arizonae*. Бактерии р. *Salmonella* обитают в воде, почве, встречаются у различных видов пойкилотермных и гомойотермных животных, могут встречаться на продуктах питания. Патогенные штаммы способны вызывать инфекционные болезни у человека. Довольно часто контаминируют организм рыб, не вызывая клинических признаков заболевания [6, 7].

Citrobacter braakii широко распространены в окружающей среде, так как их обнаруживают в самых разнообразных пищевых продуктах, воде, почве, различных стоках. Цитробактеры выделяют из кишечника и мочевыводящих путей человека, лошадей, крупного рогатого скота, свиней, собак, грызунов, птиц, рептилий и насекомых. Заболевания, вызванные бактериями рода *Citrobacter*, или ассоциацией его с другими возбудителями болезней, могут возникать у рыб, домашних животных, диких животных, пчел. Имеет также еще очень важное значение и то, что цитробактеры проявляют сравнительно высокую химиорезистентность [14].

Ochrobacter anthropi являются естественными обитателями окружающей среды и считаются условно-патогенными микроорганизмами низкой вирулентности для человека [14].

Raoulterra ornithinolytica могут быть выделены из воды, почвы, растений и иногда из слизистой оболочки млекопитающих, включая образцы слизистой оболочки человека. У лиц с низким иммунитетом может вызывать инфекции с тяжелым течением. В последние годы сообщалось о нескольких штаммах *R. ornithinolytica*, устойчивых к нескольким антибиотикам, что привело к увеличению числа инфекций, ассоциированных с данным видом [15].

Кроме того, из крови, внутренних органов и экссудата обследованных рыб выделены кокки и грамположительные палочки (*Bacillus sp.*).

Bacillus sp. обнаруживаются в сточных водах и, по некоторым данным, являются деструкторами поверхностно активных веществ (ПАВ), не вызывают заболеваний рыб [14].

Исследования бактериобиоты интродуцированных видов рыб осуществлялись также в 2018–2024 гг., т. е. периодически проводятся по настоящее время. При этом следует отметить, что за



время исследований были выделены и идентифицированы как ранее встречавшиеся виды бактерий, так и впервые изолированные, среди которых *Proteus vulgaris* (выделен из селезенки карпа), *Photobacterium damsela* (из почки толстолобика), *Stenotrophomonas maltophilia* (из экссудата карпа и брюшной полости личинки стерляди), *Staphylococcus epidermidis* (из крови карася серебряного), *Enterobacter sakazakii* (из селезенки карася серебряного), *Rodentibacter pneumatropicus* (из печени карпа), *Micrococcus sp.* (из селезенки толстолобика), *Pseudomonas orientalis* (из содержимого язвы на поверхности тела карпа), *Vibrio alginoliticus* (из почки карпа), *Vibrio vulnificus* (из печени карпа), *Leuconostoc sp.* (из почки карася серебряного), *Granulicatella adiacens* (из почки гибрида осетра и белуги), *Rhizobium radiobacter* (из печени осетра), *Agrococcus lahaulensis* (из брюшной полости личинки стерляди), *Aeromonas finlandensis* (из брюшной полости личинки стерляди), *Acinetobacter lwoffii* (из брюшной полости личинки стерляди), *Klebsiella pneumoniae* (из содержимого язвы на поверхности тела ленского осетра), *Kluyvera sp.* (из почки ленского осетра), *Chryseobacterium indologenes* (из крови ленского осетра), *Edwardsiella tarda* (из паренхиматозных органов ленского осетра).

Для некоторых чужеродных бактерий наблюдалась определенная сезонная динамика встречаемости (рис. 1 и 2).

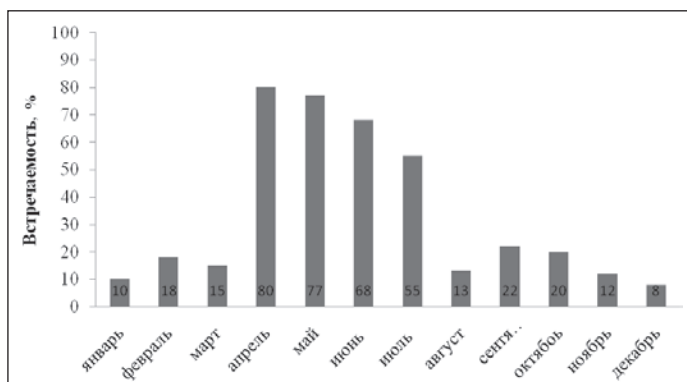


Рис. 1. Сезонная динамика встречаемости бактерий *Aeromonas hydrophila* у рыб интродуцированных видов, выращиваемых в рыбодоводных организациях Беларуси в 2016–2018 гг.

Fig. 1. Seasonal dynamics of the occurrence of *Aeromonas hydrophila* bacteria in fish of introduced species grown in fish farms of Belarus in 2016–2018

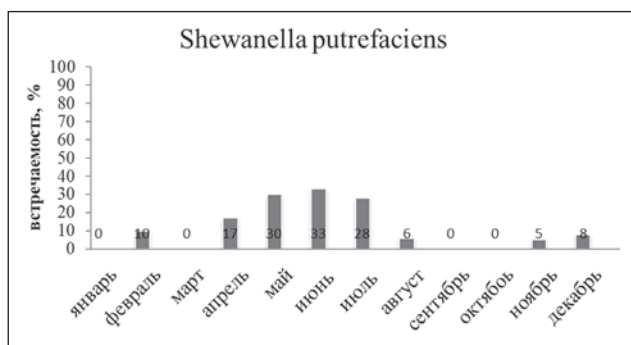


Рис. 2. Сезонная динамика встречаемости бактерий *Shewanella putrefaciens* у рыб интродуцированных видов, выращиваемых в рыбоводных организациях Беларуси (2016–2018 гг.)

Fig. 2. Seasonal dynamics of the occurrence of *Shewanella putrefaciens* bacteria in fish of introduced species grown in fish farms in Belarus (2016–2018)

Данные, представленные на рис. 1, свидетельствуют о наличии сезонной динамики встречаемости бактерий *A. hydrophila* у рыб. Указанные бактерии выделялись из внутренних органов и крови рыб (карпа, белого амура, пестрого толстолобика, карася серебряного, стерляди, ленского осетра, форели радужной) в течение всего года — как в течение вегетационного сезона, так и в зимнее время. В течение января-марта уровень встречаемости был низким — бактерии выделялись от 10–18 % обследованных рыб. Данный показатель резко возрастает в апреле-мае (до 80–77 %). Это связано с выходом рыбы из зимовки. Во время зимовки рыба не питается несколько месяцев, она истощена, у нее ослаблен иммунитет. Рыба начинает активно питаться детритом, особенно в тех хозяйствах, где не осуществляется раннее кормление. При этом она контаминирует свой организм аэромонадами, которые являются, как правило, постоянными обитателями воды и грунтов. В это время наиболее велика вероятность возникновения опасного заболевания — аэромоноза. Затем рыба начинает активно питаться комбикормами, естественным кормом, физиологический и иммунный статус организма восстанавливается, в результате иммунная система легко справляется с бактериями: в июне-июле наблюдается снижение, а в августе — резкое снижение бакобсеменности внутренних органов и крови рыб аэромонадами.



Бактерии *Sh. putrefaciens* встречались у рыб гораздо реже, чем *A. hydrophila*, однако некоторая сезонная зависимость прослеживается (рис. 2). Пик встречаемости приходится на апрель – июль (17–33 %). Это, очевидно, связано с тем, что указанные бактерии относятся к теплолюбивым видам и предпочитают повышенные температуры. В остальные месяцы они либо не встречались, либо встречались редко (5–10 %).

Закключение. У представителей интродуцированных видов рыб обнаружено 39 видов бактерий, среди которых 34 вида – потенциальные возбудители заболеваний (*Aeromonas hydrophila*, *Pseudomonas* sp., *Shewanella putrefaciens*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Flavobacterium* sp., *Enterobacter amnigenus*, *Serratia odorifera*, *Serratia liquefaciens*, *Proteus mirabilis*, *Salmonella* sp., *Salmonella choleraesuis arizonae*, *Hafnia alvei*, *Ochrobacter anthropi*, *Citrobacter braakii*, *Raoultella ornithinolytica*, *Proteus vulgaris*, *Photobacterium damsela*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Staphylococcus epidermidis*, *Enterobacter sakazakii*, *Rodentibacter pneumatropicus*, *Micrococcus* sp., *Pseudomonas orientalis*, *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio vulnificus*, *Leuconostoc* sp., *Aeromonas finlandensis*, *Acinetobacter lwoffii*, *Klebsiella pneumoniae*, *Plesiomonas shigelloides*, *Kluyvera* sp., *Chryseobacterium indologenes*, *Edwardsiella tarda*).

К наиболее часто встречающимся видам бактерий относятся представители родов *Aeromonas* и *Pseudomonas*.

Список использованных источников

1. Агеец, В. Ю. Ихтиопатология сегодня и завтра / В. Ю. Агеец, С. М. Дегтярик // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству. – Минск, 2014. – Вып. 30. – С. 75–87.
2. Ихтиопатология: учебник / Н. А. Головина, Ю. А. Стрелков, В. Н. Воронин [и др.]; под ред. Н. А. Головиной, О. Н. Бауера. – М.: Мир, 2003 – 448 с. – (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).
3. Методы общей бактериологии: учеб.-метод. пособие / сост.: Д. А. Васильев, И. Г. Швиденко, С. Н. Золотухин [и др.]. – Ульяновск: Ульян. гос. с.-х. акад., 2003. – 132 с.
4. Методические указания по диагностике, профилактике и лечению бактериальных инфекций (аэромоноз, псевдомоноз) у растительноядных рыб: утв. Гл. упр. ветеринарии Минсельхозпрода Респ. Беларусь 16.02.2005 г. / В. В. Кончиц [и др.]. – Минск: [б. и.], 2005. – 8 с.



5. Юхименко, Л. Н. Временные рекомендации по выделению и идентификации аэромонад / Л. Н. Юхименко, В. Ф. Викторова, И. Фаркаш. — М.: ВНИИПРХ, 1987. — 14 с.
6. Грамположительные палочки и кокки, образующие эндоспores / Р. Беркли, Э. Бок, Д. Бун [и др.] // Определитель бактерий Берджи: в 2 т. / Р. Беркли, Э. Бок, Д. Бун [и др.]; под ред. Дж. Хоулта [и др.]; пер. с англ. под ред. Г. А. Заварзина. — 9-е изд. — М., 1997. — Т. 2. — С. 567–572.
7. Ларцева, Л. В. Рыбы и гидробионты — переносчики возбудителей инфекционных болезней человека / Л. В. Ларцева. — Астрахань: Изд-во Касп. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз., 2003. — 99 с.
8. Юхименко, Л. Н. Современное состояние проблемы аэромоноза рыб / Л. Н. Юхименко, Г. С. Койдан // Экспресс-информация / Всерос. науч.-исслед. ин-т рыб. х-ва. — М., 1997. — Вып. 2. — С. 1–5.
9. Методические указания по определению чувствительности к антибиотикам возбудителей инфекционных болезней сельскохозяйственных животных : утв. Гл. упр. ветеринарии М-ва сел. хоз-ва и продовольствия СССР 30.10.1971 г. // Лабораторные исследования в ветеринарии. Бактериальные инфекции: справочник / сост.: Б. И. Антонов [и др.]; под ред. Б. И. Антонова. — М., 1986. — С. 270–278.
10. Иктиопатология: учебник / Н. А. Головина, Ю. А. Стрелков, В. Н. Воронин [и др.]; под ред. Н. А. Головиной, О. Н. Бауера. — М.: Мир, 2003 — 448 с. — (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).
11. Llewellyn, L. C. A bacterium with similarities to the redmouth bacterium and *Serratia liquefaciens* (Grimes and Hennerty) causing mortalities in hatchery reared salmonids in Australia / L. C. Llewellyn // Journal of Fish Diseases. — 1980. — Vol. 3, № 1. — P. 22–29.
12. Isolation of *Serratia plymuthica* as an opportunistic pathogen in rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson / F. P. Nieto, L. R. Lopez, V. Santos [et al.] // Journal of Fish Diseases. — 1990. — Vol. 13. — P. 175–177.
13. McIntosh, D. Recovery of an extremely proteolytic form of *Serratia liquefaciens* as a pathogen of Atlantic salmon, *Salmo Salar*, in Scotland / D. McIntosh, B. Austin // Journal of Fish Biology. — 1990. — Vol. 36, № 5. — P. 765–772.
14. Каталог представителей бактериофлоры осетровых рыб / Е. В. Максимьюк, С. М. Дегтярик, С. В. Полоз, Т. А. Говор. — Минск: Беларус. навука, 2024. — 42 с.
15. A case report of community-acquired *Raoultella ornithinolytica* infection in a healthy, young individual / X. Chen, X. Zhou, J. Cao [et al.] // BMC Infectious Diseases. — 2021. — Vol. 21, № 1. — Art. № 1095. — URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8542406/> (date of access: 01.08.2024).

**Reference**

1. Ageets V. Yu., Degtyarik S. M. Ichthyopathology today and tomorrow. *Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sb. nauch. tr.* [Issues of fisheries in Belarus: collection of sci. papers]. Minsk, 2014, iss. 30, pp. 75–87 (in Russian).
2. Golovina N. A., Strelkov Yu. A., Voronin V. N., Golovin P. P., Evdokimova E. B., Yukhimenko L. N. *Ikhtiopatologiya* [Ichthyopathology]. Moscow, Mir, 2003. 448 p. (in Russian).
3. Vasil'ev D. A. (ed.) et al. *Metody obshchei bakteriologii* [Methods of general bacteriology]. Ulyanovsk, Ulyanovsk State Agr. Acad., 2003. 132 p. (in Russian).
4. Konchits V. V. et al. *Metodicheskie ukazaniya po diagnostike, profilaktike i lecheniyu bakterial'nykh infektsii (aeromonoz, psevdomonoz) u rastitel'noyadnykh ryb: utv. Gl. upr. veterinarii Minsel'khozproda Resp. Belarus' 16.02.2005 g.* [Guidelines for the diagnosis, prevention and treatment of bacterial infections (aeromonosis, pseudomonosis) in herbivorous fish: approved by the Head of the Dep. of Veterinary Medicine of the Min. of Agr. a. Food of the Republic Belarus 16 Febr. 2005]. Minsk, 2005. 8 p. (in Russian).
5. Yukhimenko L. N., Viktorova V. F., Farkash I. *Vremennye rekomendatsii po vydeleniyu i identifikatsii aeromonad* [Temporary recommendations for the allocation and identification of aeromonads]. Moscow, VNIIPRKh, 1987. 14 p. (in Russian).
6. Berkli R. et al. Gram-positive rods and cocci forming endospores. *Opredelitel' bakterii Berdzhii: v 2 t.* [The determinant of Bergey bacteria: in 2 vol.]. 9th ed. Moscow, 1997, vol. 2, pp. 567–572 (in Russian).
7. Lartseva L. V. *Ryby i gidrobionty – perenoschiki vozbuditelei infektsionnykh boleznei cheloveka* [Fish and aquatic organisms are carriers of pathogens of human infectious diseases]. Astrakhan', Publ. House Caspian Sci. Research Inst. of Fisheries, 2003. 99 p. (in Russian).
8. Yukhimenko L. N., Koidan G. S. The current state of the problem of aeromonosis of fish. *Ekspress-informatsiya* [Express information]. Moscow, 1997, iss. 2, pp. 1–5 (in Russian).
9. Methodological guidelines for determining antibiotic sensitivity of pathogens of infectious diseases of farm animals: approved by the Head of the Dep. of Veterinary Medicine of the Min. of Agr. a. Food of the USSR on 30 Oct. 1971. *Laboratornye issledovaniya v veterinarii. Bakterial'nye infektsii: spravochnik* [Laboratory research in veterinary medicine. Bacterial infections: a ref. guide]. Moscow, 1986, pp. 270–278 (in Russian).
10. Golovina N. A., Strelkov Yu. A., Voronin V. N., Golovin P. P., Evdokimova E. B., Yukhimenko L. N. *Ikhtiopatologiya* [Ichthyopathology]. Moscow, Mir, 2003. 448 p. (in Russian).
11. Llewellyn L. C. A bacterium with similarities to the redmouth bacterium and *Serratia liquefaciens* (Grimes and Hennerty) causing mortalities in



- hatchery reared salmonids in Australia. *Journal of Fish Diseases*, 1980, vol. 3, no. 1, pp. 22–29.
12. Nieto F. P., Lopez L. R., Santos V., Nunez S., Toranzo A. E. Isolation of *Serratia plymuthica* as an opportunistic pathogen in rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *Journal of Fish Diseases*, 1990, vol. 13, pp. 175–177.
13. McIntosh D., Austin B. Recovery of an extremely proteolytic form of *Serratia liquefaciens* as a pathogen of Atlantic salmon, *Salmo Salar*, in Scotland. *Journal of Fish Biology*, 1990, vol. 36, no. 5, pp. 765–772.
14. Maksim'yuk E. V., Degtyarik S. M., Poloz S. V., Govor T. A. *Katalog predstavitelei bakterioflory osetrovyykh ryb* [Catalog of representatives of the bacterioflora of sturgeon fish]. Minsk, Belaruskaya navuka, 2024. 42 p. (in Russian).
15. Xiaonan Chen, Xinjian Zhou, Jun Cao, Ke Ma, Zhijie Xia. A case report of community-acquired *Raoultella ornithinolytica* infection in a healthy, young individual. *BMC Infectious Diseases*, 2021, vol. 21, no. 1. Available at: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8542406/> (accessed: 01.08.2024).

Сведения об авторах

Дегтярик Светлана Михайловна — кандидат биологических наук, доцент, заведующий лабораторией болезней рыб, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lavrushnek@mail.ru

Бычкова Елизавета Игнатьевна — доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией паразитологии, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам (ул. Академическая, 27, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: bychkova@biobel.by. ORCID: 0000-0003-3760-3385

Якович Мария Митрофановна — старший научный сотрудник лаборатории паразитологии, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам (ул. Академическая, 27, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: yakovichmm@tut.by. ORCID: 0000-0002-6296-8821

Говор Татьяна Альфонсовна — научный сотрудник лаборатории болезней рыб, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: govorta@tut.by

Максимюк Евгения Владимировна — научный сотрудник лаборатории болезней рыб, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: jenua_maksimjuk@mail.ru

Полоз Светлана Васильевна — кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории болезней рыб, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lana.poloz@gmail.com



Гребнева Елена Ивановна — кандидат ветеринарных наук, главный специалист, Отделение аграрных наук Национальной академии наук Беларуси (пр. Независимости, 66, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: grebneva@presidium.bas-net.by

Слободницкая Галина Владимировна — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории болезней рыб, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: slobodnickaja.g.v@gmail.com

Беспалый Алексей Викторович — кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории болезней рыб, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: salmotmf@gmail.com

Голушкова Инна Константиновна — кандидат сельскохозяйственных наук, начальник отдела маркетинга и НТИ, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: domryb3@mail.ru

Information about authors

Sviatlana M. Dziahtsiaryk — Ph.D. (Biological), Associate professor, Head of the Laboratory of Fish Diseases, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lavrushnek@mail.ru

Elizaveta I. Bychkova — D.Sc (Biological), Professor, Head of the Laboratory of Parasitology, Scientific and Practical Center of National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: bychkova@biobel.by. ORCID: 0000-0003-3760-3385

Marya M. Yakovich — Senior Researcher, Laboratory of Parasitology, Scientific and Practical Center of National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: yakovichmm@tut.by. ORCID: 0000-0002-6296-8821

Tatiana A. Hovar — Researcher, Laboratory of Fish Diseases, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: govorta@tut.by

Yauheniya U. Maksimjuk — Researcher, Laboratory of Fish Diseases, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: jenya_maksimjuk@mail.ru

Sviatlana V. Polaz — Ph.D. (Veterinary), Laboratory of Fish Diseases, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lana.polo@tut.by

Elena I. Hrebneva — Ph.D. (Veterinary), Chief Specialist, Department of Agrarian Sciences of the National Academy of Sciences of Belarus (66, Independence Ave., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: grebneva@presidium.bas-net.by

Halina U. Slabodnitskaya — Ph.D. (Agricultural), Associate Professor Laboratory of Fish Diseases, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus



(22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: slobodnickaja.g.v@gmail.com

Aliaksei V. Biaspaly — Ph.D. (Agricultural), Senior Research Fellow Laboratory of Fish Diseases, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: salmotmf@gmail.com

Ina K. Haluskova — Ph.D. (Agricultural), Head of Marketing and NTI Department, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: domryb3@mail.ru

УДК 639.3.03

Поступила в редакцию 16.09.2024
Received 16.09.2024

**А. Р. Курбанов¹, С. М. Дегтярик², С. В. Полоз², Ш. М. Миролимова³,
Г. А. Бекмуродова³, Н. О. Титова¹, Ж. Н. Номонов¹, А. В. Беспальный²,
Г. В. Сlobодницкая², Е. В. Максимьюк², Т. А. Говор², Е. И. Гребнева⁴**

¹Научно-исследовательский институт рыбоводства при Государственном комитете ветеринарии и развития животноводства Республики Узбекистан, Республика Узбекистан, Ташкентская область, Янгиюльский район, ССГ Кукаламзор

²Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси, Минск, Республика Беларусь

³Институт микробиологии при Академии наук Республики Узбекистан, Ташкент, Республика Узбекистан

⁴Отделение аграрных наук Национальной академии наук, Минск, Республика Беларусь

ПАЗАРИТОФАУНА РЫБ – ОБЪЕКТОВ АКВАКУЛЬТУРЫ БЕЛАРУСИ И УЗБЕКИСТАНА

Аннотация. В данной статье представлены результаты исследований паразитофауны рыб, разводимых в рыбоводных хозяйствах Беларуси и Узбекистана. Изучен видовой состав паразитофауны рыб в обеих странах, определен круг рыб-хозяев и уровень инвазии, отмечены черты сходства и различия паразитофаун рыб обеих стран. Установлено, что паразитофауна рыб в Беларуси в период исследований была представлена 10 видами паразитов, паразитофауна рыб Узбекистана — 8 видами. Общими представителями паразитофауны рыб обеих стран являются трематоды р. *Diplostomum*, инфузории *Ichthyophthirius multifiliis* и цестоды *Khawia sinensis*.



Ключевые слова: паразитофауна рыб, болезни рыб, аквакультура, ихтиопатология, Беларусь, Узбекистан

Abdulla R. Kurbanov¹, Sviatlana M. Degtyarik², Sviatlana V. Polaz²,
Shakhlo M. Mirolimova³, Gullola A. Bekmurodova³, Natalia O. Titova¹,
Jaloliddin N. Nomonov¹, Aliaksei V. Biaspaly², Halina U. Slobodnitskaya²,
Yauheniya U. Maksimiyuk², Tatsiana A. Hovar², Alena I. Grebneva⁴

¹Scientific Research Institute of Fishery, Yangiyul district, Tashkent region,
Republic of Uzbekistan

²Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus

³Institute of Microbiology of the Academy of Sciences of the Republic
of Uzbekistan, Tashkent, Republic of Uzbekistan

⁴Department of Agrarian Sciences of the National Academy of Sciences
of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

PARASITOFUNA OF FRESHWATER FISHES IN AQUACULTURE OF BELARUS AND UZBEKISTAN

Abstract. In the article show the results of studies of the parasitofauna of fish bred in fish farms in Belarus and Uzbekistan. Was studied the species composition of the parasitofauna of fish in this countries, were determined the range of host fish and the indexes of invasion, were noted and the similarities and differences in the parasite fauna of fish in this countries. It was found that the parasitofauna of fish in Belarus during the study period was represented by 10 species of parasites, and the parasitofauna of fish in Uzbekistan was represented by 8 species. Common representatives of the parasitofauna of fish in both countries are trematodes of the genus *Diplostomum*, ciliates of the species *Ichthyophthirius multifiliis* and cestodes of the species *Khawia sinensis*.

Keywords: parasitofauna of fish, fish diseases, aquaculture, ichthyopathology, Belarus, Uzbekistan

Введение. Проблема проявления и обострения болезней рыб под воздействием природных и антропогенных факторов существует во всех странах, занимающихся аквакультурой. Выращиваемая в рыбоводных организациях рыба подвергается воздействию различных технологических факторов: регулярные обловы при



весенней и осенней пересадках, искусственное кормление, удобрение прудов, увеличение плотностей посадки.

Кроме того, усугубляется воздействие ряда неблагоприятных экологических факторов, таких как резкие перепады температур, экстремальное содержание кислорода, «цветение» сине-зеленых водорослей. Это приводит к усиленному размножению патогенной и условно-патогенной микрофлоры, а также различных стадий паразитов и их промежуточных хозяев на рыбе и в водной среде. У рыб, выращиваемых в условиях аквакультуры, по ряду причин снижается уровень иммунной защиты, а следовательно, повышается заболеваемость и гибель. Бактерии и паразиты, присутствующие у рыб, обитающих в естественных водоемах, в виде носительства, в условиях интенсивного рыбоводства под воздействием перечисленных выше факторов способны бурно развиваться и наносить значительный ущерб рыбоводным организациям.

Кроме того, внесение избыточного количества корма и минеральных удобрений способствует накоплению в прудах зоопланктона и зообентоса, в том числе промежуточных хозяев возбудителей многих опасных заболеваний (кавиоза, ботриоцефалеза, филометраидоза и др.) [1].

Развитие аквакультуры в Узбекистане и Беларуси вносит существенный вклад в увеличение рыбной продукции и воспроизводство промысловых рыб. Широкое распространение в обеих странах получило прудовое рыбоводство по выращиванию карпа, белого и пестрого толстолобиков, белого амура, форели радужной, осетровых и других видов рыб. Это предусматривает максимальное зарыбление озер и водохранилищ, а также уплотненные посадки рыбы в выростных, нагульных и в зимовальных прудах рыбоводных организаций и обуславливает тесный контакт, что влечет за собой риск возникновения паразитарных и бактериальных заболеваний.

Материалы и методы. Материалом для исследований служили:

- Беларусь: разновозрастные рыбы сем. Карповых (карп, карась серебряный, пестрый толстолобик, белый амур, линь, плотва, верховка) и сем. Осетровых (стерлядь, ленский осетр, осбел (гибрид осетра и белуги));
- Узбекистан: сазан (карп), белый толстолобик, белый амур, радужная форель, густера, карась серебряный.



Работа была выполнена на базе лаборатории болезней рыб РУП «Институт рыбного хозяйства» и НИИ рыбоводства Узбекистана. Сбор паразитологического материала произведен в хозяйствах, определенных как полигоны для исследования: ОАО «Опытный рыбхоз «Селец» (Брестская обл., Беларусь), СПУ «Изобелино», РУ «Вилейка», (Минская обл., Беларусь), ЧТУП «Клёвый берег» (Гродненская обл., Беларусь), ООО «ТСТ Fish-cluster» (Ташкентская обл., Узбекистан), фермерское хозяйство «D.V. GroupEco» (Наманганская обл., Узбекистан), фермерское хозяйство «Ibragimov Doston Fayz» (Ферганская обл., Узбекистан), унитарная компания «Xarrot fish house» (Ташкентская обл., Узбекистан), и ООО «Nur sof» (Сырдарьинская обл., Узбекистан).

Паразитологические исследования проведены по общепринятым методикам [2]. Вначале осуществляли клинический осмотр с оценкой состояния поверхности тела, плавников и жабр, поиском крупных эктопаразитов (пиявки, ракообразные); методом компрессионной микроскопии изучали соскобы с поверхности тела и жабр с целью поиска мелких эктопаразитов (инфузории, моногенетические сосальщики). Затем следовало патологоанатомическое вскрытие с оценкой состояния внутренних органов, поиска паразитов в полости тела, во всех внутренних органах, мускулатуре, хрусталиках и стекловидном теле глаз, кишечнике.

Для определения видовой принадлежности паразитов пользовались «Определителем паразитов пресноводных рыб» [3] и учебно-методической литературой [1, 4, 5]. Исследования проведены в течение в течение апреля 2022 г. — июня 2024 г.

Результаты исследований.

Республика Узбекистан. ООО ТСТ «Fish Cluster» (Кыўу-чирчикский р-н, Ташкентская обл.). В 2023 г. в хозяйстве проведено паразитологическое обследование сазана (*Cyprinus carpio*), белого толстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix*) и белого амура (*Stenopharyngodon idella*). Было обнаружено, что из 22 экз. сазана 7 экз. (31,8 %) были заражены эктопаразитом *Lernaea cyprinacea*. Интенсивность инвазии составила 1–4 паразита на рыбу (рис. 1).

Согласно результатам наших исследований, было установлено, что эктопаразит *L. cyprinacea*, распространенный в рыбоводных хозяйствах Ташкентской области, паразитирует в сазане. Этот



паразит приводит к тому, что рыба не только теряет свое товарное качество, но и заражается вторичной инфекцией, что наносит большой экономический ущерб фермерским хозяйствам. Для предотвращения заболевания рекомендуется уделять пристальное внимание ранам рыбы, выращиваемой в фермерских хозяйствах, а для предотвращения проникновения паразита в хозяйство следует привезенную рыбу держать в карантине, и только после этого выпускать в пруды.

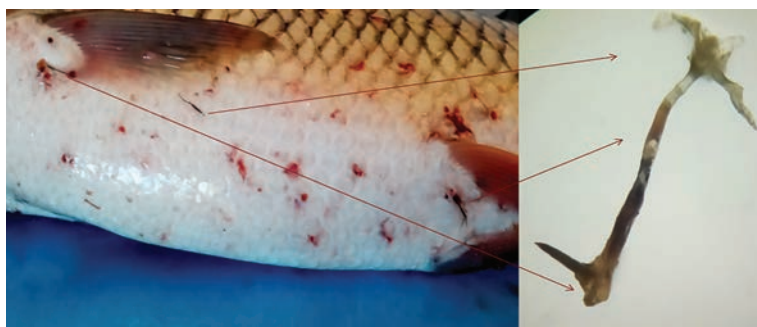


Рис. 1. Рыба, зараженная лернеями
Fig. 1. Fish that were infected with Lernaea

В зимний период (2023–2024 г.) паразитологическому обследованию подвергнуты карп, белый толстолобик и белый амур. У карпа выявлено наличие инфузорий *Ichthyophthirius multifiliis*. На ранних стадиях заболевания у рыб не наблюдалось никаких изменений. По мере роста интенсивности инвазии начинались изменения поведения рыбы: она начинала совершать хаотичные движения, поднималась к поверхности воды, плавала по кругу, затем опускалась на дно. Сильно зараженная рыба впоследствии теряла свою активность, подходила к берегам и на приток, не реагировала на внешние раздражители.

В 2024 г. в указанном хозяйстве были обследованы карп и белый толстолобик, по 10 экз. каждого вида. При наблюдении за рыбами отмечено незначительное потемнение покровов тела и изменения поведения (заторможенность движений, плавание на боку, близко к поверхности воды, скопление у притока, удары о стенки бассейна). Кроме того, отмечены небольшие некротические участки на жабрах.

В соскобах, взятых из ран, поверхности тела и жабер, обнаружены моногенетические сосальщики *p. Dactylogyrus* (рис. 2).



Рис. 2. Обследование жабер карпа и паразитирующие в них гельминты *p. Dactylogyrus*

Fig. 2. Study of carp gills and parasitic helminths of the genus *Dactylogyrus*

Анализируя сложившуюся ситуацию, можно сделать вывод, что основной причиной изменения поведения рыб могло стать поражение жабр, вызванное паразитическими моногенетическими (возможно, осложненное проникновением бактериальных агентов).

Унитарная компания «Харрот фиш хаус» (Янгиюльский р-н, Ташкентская обл.). Проведено обследование разных возрастных групп сазана (*Cyprinus carpio*) и белого толстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix*) в осенний период и в период зимовки.

При обследовании в осенний период у сазана и белого толстолобика в кишечниках отмечено наличие цестод *Bothriocephalus opsariichthydis* Yamaguti, 1934 (рис. 3). Этот вид цестод вызывает ботриоцефалез у рыб. Экстенсивность инвазии составила 16,7–34,7 %, интенсивность инвазии составила 1–4 экземпляра на рыбу (табл. 1). Средняя зараженность рыб ботриоцефалезом составила 28,6 %.



Рис. 3. Белый толстолобик, пораженный *Bothriocephalus opsariichthydis*
 Fig. 3. *Hypophthalmichthys molitrix* that were infected with *Bothriocephalus opsariichthydis*

Таблица 1. Поражение рыб в водоемах УК «Xarrot fish house»
 ботриоцефалюсами
 Table 1. Fish infestation with *Bothriocephalus* in water bodies
 of the UK «Xarrot fish house»

Вид рыбы	Количество обследованных рыб	ЭИ		ИИ, экземпляр
		количество пораженных	%	
Сазан	12	2	16,7	1–2
Белый толстолобик	23	8	34,7	1–4
Всего	35	10	28,6	1–4

Примечание. ИЭ – экстенсивность инвазии; ИИ – интенсивность инвазии.

Таким образом, по результатам исследований было установлено, что рыба была на 28,6 % (в среднем) поражена возбудителем ботриоцефалеза; это приводит не только к потере рыбой своих товарных свойств, но и к развитию вторичной инфекции, что наносит большой экономический ущерб фермерским хозяйствам.

ООО «DB group еso» (Учкурганский район, Наманганская обл.).
 В этом фермерском хозяйстве выращивают радужную форель (*Oncorhynchus mykiss*). Водоснабжение прудов осуществляется из реки Норин. В зимний период обследовано 15 экз. молоди радужной форели. Отмечено, что рыбы плавали вяло, наблюдались пятнистые кровоизлияния на коже и жабрах, гемморрагический гастроэнтерит, спленит, нефрит, изменение печени, некротическое со-

стояние жабер, распад плавников, выпадение чешуи, потемнение и изъязвление кожи (рис. 4).

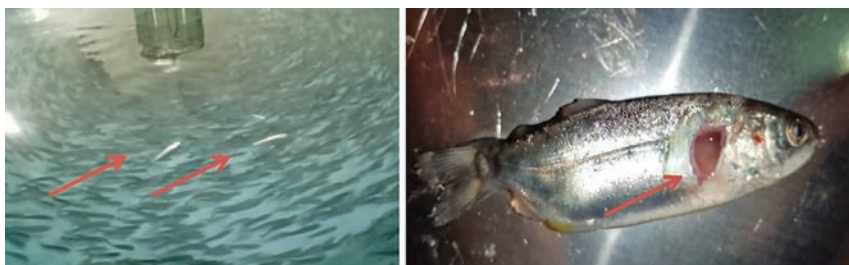


Рис. 4. Состояние рыб в фермерском хозяйстве «DB group eco»
Fig. 4. Condition of fish in the fish farm “DB group eco”

При паразитологическом обследовании рыбы экто- и эндопаразитов не обнаружено. Бактериологические образцы были взяты с поверхности тела и из внутренних органов рыбы.

Фермерское хозяйство «Ibragimov Doston Fayz» (Ёвуйский р-н, Ферганская обл.). В ходе паразитологических исследований в указанном хозяйстве в зимний период (2023–2024 гг.) при обследовании белого толстолобика были обнаружены возбудители кавиоза: при вскрытии рыбы в кишечниках были обнаружены цестоды *Khawia sinensis* (ЭИ – 20 %, ИИ – 3–5 пар./рыбу), при исследовании образцов, взятых из ануса рыбы, обнаружены яйца *Khawia sp.* При обследовании карпа и густеры из этого хозяйства (общим количеством 16 экз.) обнаружены инфузории *Ichthyophthirius multifiliis* (ЭИ – 25 %, ИИ – 1–4 пар./рыбу), моногенеи *Dactylogyrus vastator* (ЭИ – 25 %, ИИ – 1–3 пар./рыбу), цестоды *Khawia sinensis* (ЭИ – 12,5 %, ИИ – 1–2 пар./рыбу) и ракообразные *Argulus foliaceus* (ЭИ – 6,25 %). В настоящее время установлено, что наиболее многочисленным в хозяйстве является *Ichthyophthirius multifiliis* (табл. 2). Общая экстенсивность инвазии паразитами составила 37,5 %, интенсивность была равна 1–4 единицам.

Таким образом, максимальная зараженность паразитами густеры и карпа составила 25 %, интенсивность инвазии не превышала 4 паразита на рыбу.

Учитывая результаты полного обследования хозяйства, можно предположить, что заражение произошло в основном от живого корма и от диких и сорных рыб, беспрепятственно заходящих из



водоисточника в пруды вследствие отсутствия рыбосороуловителей на водоподаче.

Таблица 2. Показатели зараженности карпа и густеры паразитами в фермерском хозяйстве «Ibragimov Doston Fayz»

Table 2. Indexes infestation of parasites of *Cyprinus carpio* and *Blicca bjoerkna* in fish farm «Ibragimov Doston Fayz»

№ п/п	Вид паразита	ФХ «Ibragimov Doston Fayz»			
		Обследовано – 16 рыб			
		Заражено – 6 рыб			
		ИЭ		ИИ	
		Количество рыб	% соотношение	min	max
1	<i>Khawia sinensis</i>	2	12,5	1	2
2	<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	4	25	1	4
3	<i>Dactylogyrus vastator</i>	3	25	1	3
4	<i>Argulus foliaceus</i>	1	6,25	1	1
Всего		6	—	—	—

ООО «Nur sof» (Сырдарьинский р-н, Сырдарьинская обл.). Исследования проводились в период зимовки и в весенний период. При проведении паразитологического обследования рыбы во время зимовки в хрусталиках глаз карпа обнаружены трематоды *Diplostomum spathaceum*. Зараженность рыб варьировала от 1,6 % до 3,8 %, а интенсивность инвазии составляла 2–4 паразита на рыбу.

В весенний период при обследовании карпа (*Cyprinus carpio*), серебряного карася (*Carassius auratus gibelio*), белого амура (*Stenopharyngodon idella*), белого толстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix*) установлено заражение личиночной формой нематоды *Raphidascaris acus*, вызывающей у рыб заболевание рафидаскаридоз. Возбудителем рафидаскаридоза являются личиночная и взрослая формы нематоды *R. acus*, относящейся к семейству *Anisakidae*. Взрослые нематоды паразитируют в кишечнике и печени хищных рыб. В качестве первого промежуточного хозяина отмечаются водные беспозвоночные (личинки насекомых, олигохеты, моллюски, хирономиды). Вторыми промежуточными хозяевами выступают карповые рыбы, в организме которых происходит дальнейшее развитие личинок. Рыбы заражаются рафидаскаридами при поедании зараженных хирономид и олигохет.



У большинства рыб, инфицированных *R. acus*, наблюдается изменение цвета печени, истончение стенок кишечника. Исследования показывают, что этот возбудитель болезни широко распространен в пресноводных водоемах Сырдарьинского района, общий ущерб составляет 5,1 %, II 1–3 шт. у серебряного карася, ЭИ 4,8 %, II 1–2 шт. у толстолобика.

Республика Беларусь. ОАО «Опытный рыбхоз «Селец» (Березовский р-н, Брестская обл.). В течение периода исследований регулярно проводили паразитологический анализ рыбы в двух отделениях хозяйства — «Центральное» и «Белоозерск». Обследованы карп, белый амур, пестрый толстолобик, ленский осетр, стерлядь, осбел (гибрид осетра и белуги), стербел (гибрид стерляди и белуги) разных возрастов — от личинки до производителей.

При обследовании рыб внешние патологии, как правило, не выявлялись. При вскрытии отмечалось, что внутренние органы в целом в норме, без изменений, за исключением печени осетровых рыб, которая часто была белесого либо землистого цвета, мажущейся консистенции, что к паразитарным заболеваниям отношения не имеет.

При микроскопии соскобов с жабр карпа из отд. «Центральное» обнаружены инфузории рр. *Trichodina* (ЭИ — 20 %, ИИ — 1–2 пар./рыбу) и *Ichthyophthirius* (единичные), моногенетически сосальщики р. *Gyrodactylus* (ЭИ — 80%, ИИ — 1–12 пар./рыбу), в хрусталиках глаз — метацеркарии трематод р. *Diplostomum* (ЭИ — 20–40 %, ИИ — 1–2 пар./рыбу). В соскобах с жабр ленского осетра обнаружены *Trichodina* (ЭИ — 50 %, ИИ — 1 пар./рыбу), *Ichthyophthirius* (ЭИ — 17 %, ИИ — 3 пар./рыбу). В хрусталиках глаз обнаружены *Diplostomum* (ЭИ 50 — 100 %, ИИ — 15–33 пар./рыбу).

В хрусталиках глаз ленского осетра из отд. «Белоозерск» обнаружены метацеркарии трематод р. *Diplostomum* (ЭИ — 100 %, ИИ — 5–37 пар./рыбу).

При клиническом осмотре и вскрытии сеголетков белого амура и пестрого толстолобика особенностей не отмечено. В соскобах с жабр толстолобиков обнаружены моногенеи *Dactylogyrus* (ЭИ — 80 %, ИИ — до 25 пар./рыбу), *Trichodina* (ЭИ — 10 %, ИИ — 1 пар./рыбу). В хрусталиках глаз обнаружены *Diplostomum* (ЭИ — 90 %, ИИ — 3–49 пар./рыбу).



В соскобах с жабер белого амура обнаружены моногении *Dactylogyrus* (ЭИ – 50 %, ИИ – 1–4 пар./рыбу), в хрусталиках глаз – *Diplostomum* sp. (ЭИ – 40 %, ИИ – 1–4 пар./рыбу).

На поверхности тела и жабрах стерляди, содержащейся в отд. «Белоозерск», выявлены инфузории р. *Trichodina* (ЭИ – 100 %, ИИ – 5–11 пар. в п. зр.).

РУ «Вилейка» (Вилейский р-н, Минская обл.). Осуществлялось ихтиопатологическое обследование сеголетков, двух- и трехлетков карпа. Внешних патологий в подавляющем большинстве случаев не обнаружено, внутренние органы в пределах нормы. В весенний период у двухлетка карпа при компрессионной микроскопии жабер обнаружены единичные моногенетические сосальщики *Dactylogyrus* sp. (ЭИ – 20 %, ИИ – 1–3 пар./рыбу), в кишечниках выявлено большое количество цестод *Khawia sinensis* (ЭИ – 50 %, ИИ – 2–11 пар./рыбу). В хрусталиках глаз обнаружены метацеркарии трематод р. *Diplostomum* (сеголетки карпа ЭИ – 100 %, ИИ – 1–5 пар./рыбу, трехлетки карпа ЭИ – 80 %, ИИ – 1–3 пар./рыбу), в кишечнике трехлетка карпа – *Khawia sinensis* (ЭИ – 20 %, ИИ – 6 пар./рыбу).

В осенне-зимний период обследованы карп, карась серебряный, пестрый толстолобик, белый амур, линь, плотва. По результатам паразитологических исследований обнаружены метацеркарии трематод р. *Diplostomum*: пестрый толстолобик (ЭИ – 100 %, ИИ – 26–51 пар./рыбу), белый амур (ЭИ – 100 %, ИИ – 1–23 пар./рыбу), карп (ЭИ – 50 %, ИИ – 2 пар./рыбу). В соскобах с жабр пестрого толстолобика обнаружены моногении р. *Dactylogyrus* (ЭИ – 50 %, ИИ – 2 пар./рыбу), в кишечнике карпа – цестоды *Bothriocephalus* sp. (ЭИ – 50 %, ИИ – 1 пар./рыбу). Проведено также обследование карпа-двухгодовика из садков на водоподающем канале. На жабрах обнаружены моногении р. *Dactylogyrus* (ЭИ – 35 %, ИИ – 1–4 пар./рыбу), на поверхности тела – инфузории р. *Trichodina* (ЭИ – 55 %, ИИ – 1–13 пар. в п. зр.).

Весной проведено ихтиопатологическое обследование товарного карпа двухгодовика из зимовального пруда № 5 и садков на водоподающем канале, в которые рыба была пересажена из указанного пруда. У рыб из пруда на жабрах обнаружены моногении р. *Dactylogyrus* (ЭИ – 20 %, ИИ – 1–2 пар./рыбу), на поверхности тела – инфузории *Ichthyophthirius multifiliis* (ЭИ – 10 %, ИИ – 1–3 пар. в п. зр.). У карпов из садков обнаружены те же паразиты,

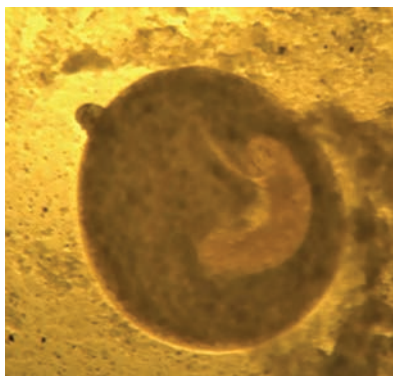


Рис. 5. Трофонт *Ichthyophthirius multifiliis* (микроскопия соскоба с поверхности тела карпа)

Fig. 5. Trophont of *Ichthyophthirius multifiliis* (microscopy of scrapings from the body surface of carp)

но в гораздо большем количестве: на жабрах — *Dactylogyrus* sp. (ЭИ — 100 %, ИИ — 3–18 пар./рыбу), на поверхности тела — инфузории р. *Ichthyophthirius multifiliis* (ЭИ — 100 %, ИИ — до 25 пар. в п. зр.). Таким образом, налицо резкое возрастание экстенсивности и интенсивности инвазии эктопаразитами при повышении скученности рыбы. Карпы в садках были покрыты «манной крупой» — видимыми невооруженным глазом трофонтами р. *Ichthyophthirius* (рис. 5).

В летний период обследован товарный карп-трехлеток и

сеголеток карпа. У 1 экз. карпа-трехлетка на жабрах обнаружены моногенеи р. *Dactylogyrus* (ЭИ — 10 %, ИИ — 2 пар./рыбу), в кишечниках у 2 экз. — молодые формы цестоды *Khawia sinensis* (ЭИ — 20 %, ИИ — 3–8 пар./рыбу). В хрусталиках глаз у сеголетков карпа выявлены метацеркарии *Diplostomum* sp. (ИИ — 1–9 пар./рыбу, ЭИ — 17–33 %). Проведено также обследование сеголетков белого амура. Отмечено наличие на жабрах моногенетических сосальщиков *Dactylogyrus* sp. (ЭИ — 100 %, ИИ — 1–3 пар./рыбу), в хрусталиках глаз — метацеркарий трематод р. *Diplostomum* (ЭИ — 100 %, ИИ — 65–130 пар./рыбу).

СПУ «Изобелино» (Молодечненский р-н, Минская обл.). Во время зимовки проведено обследование двухлетков и трехлетков карпа, трехлетков белого амура и пестрого толстолобика. Внешних патологий не обнаружено, внутренние органы в пределах нормы. У трехлетков карпа выявлено носительство рачков *Argulus* sp. (ЭИ — 50 %, ИИ — 1–3 пар./рыбу), на жабрах — инфузорий р. *Trihodina* (ЭИ — 25 %, ИИ — 1–2 пар./рыбу), в кишечниках трехлетков карпа обнаружены цестоды *Khawia sinensis* (ЭИ — 50 %, ИИ — 1–2 пар./рыбу). В соскобах с жабер двухлетка карпа обнаружены моногенеи р. *Dactylogyrus* (ЭИ — 33 %, ИИ — 1–2 пар./рыбу). В жабрах трехлетка белого амура обнаружены моно-



генеи р. *Dactylogyrus* (ЭИ – 50 %, ИИ – 1–3 пар./рыбу), в хрусталиках глаз – метацеркарии трематод р. *Diplostomum* (ЭИ – 25–50 %, ИИ – 1–3 пар./рыбу). В жабрах трехлетков пестрого толстолобика обнаружены моногенеи р. *Dactylogyrus* (ЭИ – 100 %, ИИ – 1–8 пар./рыбу).

В весенний (преднерестовый) период в СПУ «Изобелино» провели обследование следующих видов рыб: двухгодовик толстолобика и белого амура; годовик и производители карпа. У толстолобиков в хрусталиках глаз выявлены трематоды р. *Diplostomum* sp. (ИИ – 1–15 пар./рыбу, ЭИ – 100 %). У белого амура в соскобах с жабр обнаружены единичные моногенетические сосальщики *Dactylogyrus* sp. (ИИ – 4 пар./рыбу, ЭИ – 10 %), в хрусталиках глаз выявлены трематоды р. *Diplostomum* sp. (ИИ – 1–10 пар./рыбу, ЭИ – 100 %).

Карп (годовик): на поверхности тела обнаружен паразитический рачок *Argulus* sp. (ИИ – 1 пар./рыбу, ЭИ – 5 %). У производителей карпа паразитов не выявлено.

ЧПТУП «Клёвый берег» (Кореличский р-н, Гродненская обл.).

В летний период 2022 г. обследованы карп, карась серебряный, верховка. На жабрах карпа отмечено носительство моногенетических сосальщиков *Dactylogyrus* sp. (ЭИ – 20 %, ИИ – 1–2 пар./рыбу). У карася серебряного на поверхности тела обнаружены язвы небольшого размера, 1–2 на рыбу; жабрах – *Dactylogyrus* sp. (ЭИ – 32 %, ИИ – 1–2 пар./рыбу). В хрусталиках глаз – верховки метацеркарии трематод р. *Diplostomum* (ЭИ – 75 %, ИИ – 5–30 пар./рыбу), в полости тела – плероцеркоиды цестод *Ligula intestinalis* (ЭИ – 50 %, ИИ – 1–2 пар./рыбу).

В осенне-зимний период 2022–2023 гг. в ЧПТУП «Клёвый берег» проведено паразитологическое обследование карпа, белого амура, карася серебряного. При паразитологическом исследовании на поверхности тела карпа обнаружены ракообразные *Argulus* sp. (ЭИ – 26,7 %, ИИ – 1–2 пар./рыбу), моногенеи *Dactylogyrus* sp. (ЭИ – 20 %, ИИ – 1–4 пар./рыбу), в хрусталиках глаз – метацеркарии трематод р. *Diplostomum* (ЭИ – 13,3 %, ИИ – 1–2 пар./рыбу). В соскобах с поверхности тела белого амура обнаружены ракообразные *Argulus* sp. (ЭИ – 20 %, ИИ – 1–2 пар./рыбу), моногенеи *Dactylogyrus* sp. (ЭИ – 26,7 %, ИИ – 2–3 пар./рыбу), в хрусталиках глаз – метацеркарии трематод р. *Diplostomum* (ЭИ – 60 %, ИИ – 2–5 пар./рыбу). В соскобах с поверхности тела



карася серебряного обнаружены ракообразные *Argulus sp.* (ЭИ – 5 %, ИИ – 2 пар./рыбу).

Весной 2023 г. обследован карась серебряный; отмечено, что рыба клинически здорова, внутренние органы в норме. Обнаружены моногенетические сосальщики *Dactylogyrus sp.* (ЭИ – 14 %, ИИ – 1–2 пар./рыбу). В хрусталиках глаз выявлены метацеркарии р. *Diplostomum sp.* (ЭИ – 6 %, ИИ – 2–8 пар./рыбу).

В июле 2023 г. обследованы карп, карась серебряный, белый амур, стерлядь, пестрый толстолобик. На поверхности тела и плавниках у всех обследованных видов рыб были выявлены паразитические рачки *Argulus sp.* с ИИ 1 – 5 пар./рыбу и ЭИ у карпа – 60 %, карася серебряного – 50 % белого амура и стерляди – 33 %, пестрого толстолобика – 20 %; в хрусталиках глаз обнаружены трематоды р. *Diplostomum sp.* у карпа (ИИ – 1–2 пар./рыбу, ЭИ – 10 %) и пестрого толстолобика (ИИ – 2–5 пар./рыбу, ЭИ – 100 %); в кишечниках у карпа отмечены молодые формы цестоды *Bothriocephalus acheilognathi* (ИИ – 8–20 пар./рыбу, ЭИ – 50 %).

Весной 2024 г. обследованы карп и карась серебряный. Повреждения тела, жабры и плавники у карпов и большинства карасей в норме. В соскобах с поверхности тела 1 экз. карпа обнаружен 1 моногенетический сосальщик *Dactylogyrus sp.* (ЭИ – 16,7 %), в хрусталиках глаз карпа – метацеркарии трематод *Diplostomum sp.* (ЭИ – 50 %, ИИ – 2–4 пар./рыбу), в кишечнике у 1 экз. карпа – 1 цестода *Bothriocephalus acheilognathi*. У карася серебряного отмечен 1 вид паразитов *Diplostomum sp.* (ЭИ – 10 %, ИИ – 6 пар./рыбу).

Сравнительный анализ видового состава паразитофауны рыб из белорусских и узбекских рыбоводных хозяйств

У рыб на территории Беларуси за период исследований обнаружено 10 видов паразитов: ресничные инфузории *Ichtiophthirius multifiliis*, *Chilodonella cyprini* и *Trichodina sp.*, моногенетические сосальщики *Dactylogyrus sp.* и *Gyrodactylus sp.*, цестоды *Khawia sinensis*, *Ligula intestinalis* и *Bothriocephalus acheilognathi*, трематоды *Diplostomum sp.*, ракообразные *Argulus sp.* Уровень инвазии и приуроченность паразитов к определенным видам рыб-хозяев представлены в табл. 3.



Таблица 3. Паразитофауна рыб в Беларуси
Table 3. Parasitofauna of fish in Belarus

Вид паразита	Хозяйство	Рыба-хозяин	ЭИ, %	ИИ, пар./рыбу
<i>Ichtiophthirius multifiliis</i>	ОАО ОРХ «Селец»	Карп	20	1–2
		Ленский осетр	17	3
	РУ «Вилейка»	Карп	10–100	1–25
	СПУ «Изобелино»	Карп	20	1
<i>Chilodonella cyprini</i>	ОАО «Рыбхоз «Красная Слобода»	Карп	50	3–10
<i>Trichodina sp.</i>	ОАО ОРХ «Селец»	Карп	20	1–4
		Пестрый толстолобик	10	1
		Ленский осетр	50	1
	СПУ «Изобелино»	Карп	25	1–2
	РУ «Вилейка»	Карп	20–55	1–13
<i>Dactylogyrus sp.</i>	РУ «Вилейка»	Карп	10–45	1–4
		Пестрый толстолобик	50	2
	ЧПТУП «Клёвый берег»	Карп	17–20	1–4
		Карась серебряный	14–32	1–2
		Белый амур	27	2–3
	ОАО ОРХ «Селец»	Белый амур	50	1–4
	ОАО ОРХ «Селец»	Пестрый толстолобик	80	25
	СПУ «Изобелино»	Белый амур	50–100	1–3
		Карп	33	1–2
		Пестрый толстолобик	10	4
<i>Gyrodactylus sp.</i>	ОАО ОРХ «Селец»	Карп	60–80	1–12
<i>Khawia sinensis</i>	РУ «Вилейка»	Карп	20–100	1–34
	ОАО ОРХ «Селец»	Карп	100	2–97
	СПУ «Изобелино»	Карп	50	1–2
<i>Ligula intestinalis</i>	ЧПТУП «Клёвый берег»	Верховка	50	1–2
<i>Bothriocephalus acheilognathi</i>	ЧПТУП «Клёвый берег»	Карп	17–50	1–20



Окончание табл. 3

Вид паразита	Хозяйство	Рыба-хозяин	ЭИ, %	ИИ, пар./рыбу
<i>Diplostomum</i> sp.	ЧПТУП «Клёвый берег»	Карп	10–50	1–4
		Карась серебряный	6–75	2–30
		Белый амур	60	2–5
		Пестрый толстолобик	100	2–5
	ОАО ОРХ «Селец»	Карп	20–40	1–3
		Ленский осетр	100	1–37
		Белый амур	40	1–4
		Пестрый толстолобик	90	3–49
	СПУ «Изобелино»	Белый амур	25–100	1–130
		Карп	100	5–9
		Пестрый толстолобик	100	1–15
	РУ «Вилейка»	Пестрый толстолобик	100	26–51
		Белый амур	100	1–23
		Карп	17–50	1–2
<i>Argulus</i> sp.	СПУ «Изобелино»	Карп	5–50	1–3
	ЧПТУП «Клёвый берег»	Карп	27–60	1–2
		Белый амур	20–33	1–2
		Карась серебряный	5–50	2
		Стерлядь	33	1–5

Примечание. ЭИ – экстенсивность инвазии; ИИ – интенсивность инвазии.

Данные, приведенные в табл. 3, свидетельствуют, что наиболее распространенными паразитами являются трематоды р. *Diplostomum* и моногенетические сосальщики р. *Dactylogyrus* – на протяжении периода исследований они встречались у рыб во всех обследуемых точках. Трематоды встречаются у 5 видов рыб (карп, карась серебряный, белый амур, пестрый толстолобик, ленский осетр), гельминты р. *Dactylogyrus* – у 4 видов (карп, карась серебряный, белый амур, пестрый толстолобик). В трех точках встречались цестода *Khawia sinensis* (только у карпа), инфузории



Ichtiophthirius multifiliis (у карпа и ленского осетра), *Trichodina sp.* (у карпа, ленского осетра и пестрого толстолобика). Остальные паразиты встречались в 1–2 точках у 1–2 видов рыб. Наибольшая интенсивность инвазии характерна для трематод р. *Diplostomum* (до 130 паразитов на рыбу у белого амура, до 49–51 паразита на рыбу у пестрого толстолобика). Экстенсивность инвазии указанными паразитами также была высокой и доходила до 100 %. Также 100%-я экстенсивность наблюдалась у таких паразитов, как *Ichtiophthirius multifiliis*, *Dactylogyrus sp.*, *Khawia sinensis*.

Видовой состав паразитофауны рыб Узбекистана несколько беднее. Выявлено восемь видов паразитов: инфузории *Ichtiophthirius multifiliis*, моногенетические сосальщики *Dactylogyrus vastator*, ракообразные *Lernaea cyprinacea* и *Argulus foliaceus*, цестоды *Bothricephalus opsariichthydis* и *Khawia sinensis*, трематоды *Diplostomum spathaceum*, нематоды *Raphidascaris acus*. Уровень инвазии и круг рыб-хозяев представлены в табл. 4.

Таблица 4. Паразитофауна рыб в Узбекистане
Table 4. Parasitofauna of fish in Uzbekistan

Вид паразита	Хозяйство	Рыба-хозяин	ЭИ, %	ИИ, пар/рыбу
<i>Lernaea cyprinacea</i>	ООО ТСТ «Fish Cluster»	Карп (сазан)	31,8	1–4
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>		Карп (сазан)	23,6	1–6
<i>Dactylogyrus sp.</i>		Карп (сазан)	Ед.*	Ед.
<i>Bothricephalus opsariichthydis</i>	«Харрот fish house»	Карп	16,7	1–2
		Белый толстолобик	34,7	1–4
<i>Diplostomum spathaceum</i>	ООО «Nur sof»	Карп	1,6–3,8	2–4
<i>Raphidascaris acus</i>		Карп, карась серебряный, белый амур, белый толстолобик	Ед.	Ед.
<i>Khawia sinensis</i>	ФХ «Ibragimov Doston Fayz»	Карп	20,0	3–5
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>		Карп, густера	25,0	1–4
<i>Dactylogyrus vastator</i>		Карп, густера	25,0	1–3
<i>Argulus foliaceus</i>		Карп, густера	Ед.	Ед.

* Ед. — единичные паразиты.



У сазана из ООО ТСТ «Fish Cluster» обнаружены рачки *Lernaea cyprinacea*, единичные ракообразные *Argulus foliaceus* отмечены на поверхности тела карпа и густеры, выловленных в прудах ФХ «Ibragimov Doston Fayz». Что касается иных эктопаразитов: на карпах из прудов ООО ТСТ «Fish Cluster», а также карпе и густере из прудов ФХ «Ibragimov Doston Fayz» обнаружены инфузории *Ichthyophthirius multifiliis*; на карпе, разводимом в ООО ТСТ «Fish Cluster» — моногенетические сосальщики *Dactylogyrus vastator*.

Из эндопаразитов можно отметить следующих гельминтов. В кишечниках сазана и белого толстолобика из прудов унитарной компании «Xarrot fish house» выявлены цестоды *Bothriocephalus opsariichthydis* Yamaguti, 1934. В хрусталиках глаз карпа, разводимого в ООО «Nur sof» зафиксированы метацеркарии *Diplostomum spathaceum*. В кишечниках карпов, выращиваемых в ФХ «Ibragimov Doston Fayz», выявлены цестоды *Khawia sinensis*. У карпа, карася серебряного, белого амура, белого толстолобика из этого же хозяйства отмечено заражение личиночными стадиями нематоды *Raphidascaris acus*. Уровень инвазии был невысок, экстенсивность доходила до 34,7 % интенсивность — до 5–6 паразитов на рыбу.

Таким образом, в качестве пунктов сходства паразитофауны рыб Беларуси и Узбекистана можно отметить, в первую очередь, трематод р. *Diplostomum* — род гельминтов, имеющий повсеместное распространение, обладающий низкой специфичностью в отношении рыб-хозяев. Также отмечаем инфузорию *Ichthyophthirius multifiliis* (по тем же причинам). Цестоды *Kh. sinensis* как в белорусских, так и в узбекских хозяйствах встречались исключительно у карпа. Представители р. *Bothriocephalus*: у рыб в белорусских рыбоводных организациях встречался *B. acheilognathi*, в то время как в Узбекистане обнаружен другой представитель этого рода — *B. opsariichthydis* (тоже в свое время, не включающее период настоящих исследований, был обнаружен у рыб на территории Беларуси). *Lernaea cyprinacea* в течение указанного периода не попадалась в белорусских рыбоводных организациях, в то время как вследствие своей теплолюбивости представляет серьезную проблему для рыбоводной отрасли Узбекистана. Для белорусских прудовых хозяйств более характерны ракообразные р. *Argulus*.



Закключение. В рыбоводных хозяйствах Беларуси за период исследований обнаружено 10 видов паразитов: ресничные инфузории *Ichtiophthirius multifiliis*, *Chilodonella cyprini* и *Trichodina sp.*, моногенетические сосальщики *Dactylogyrus sp.* и *Gyrodactylus sp.*, цестоды *Khawia sinensis*, *Ligula intestinalis* и *Bothriocephalus acheilognathi*, трематоды *Diplostomum sp.*, ракообразные *Argulus sp.*

К наиболее распространенным можно отнести метацеркарии трематод р. *Diplostomum* и моногенетических сосальщиков р. *Dactylogyrus* — на протяжении периода исследований они встречались у рыб во всех обследуемых точках. Трематоды встречаются у 5 видов рыб (каarp, карась серебряный, белый амур, пестрый толстолобик, ленский осетр), гельминты р. *Dactylogyrus* — у 4 видов (каarp, карась серебряный, белый амур, пестрый толстолобик). Наибольшая интенсивность инвазии характерна для трематод р. *Diplostomum* (до 130 пар./рыбу (белый амур) 49–51 пар./рыбу (пестрый толстолобик). ЭИ при этом достигала 100 %. Также 100%-я экстенсивность наблюдалась у таких паразитов, как *Ichtiophthirius multifiliis*, *Dactylogyrus sp.*, *Khawia sinensis*.

При паразитологическом обследовании рыб в хозяйствах Узбекистана выявлено восемь видов паразитов: инфузории *Ichtiophthirius multifiliis*, моногенетические сосальщики *Dactylogyrus vastator*, ракообразные *Lernaea cyprinacea* и *Argulus foliaceus*, цестоды *Bothriocephalus opsariichthydis* и *Khawia sinensis*, трематоды *Diplostomum spathaceum*, нематоды *Raphidascaris acus*. Наиболее высокий уровень инвазии был характерен для ракообразных *Lernaea cyprinacea* (31,8 % у сазана) и цестод *Bothriocephalus opsariichthydis* (34,7 % у белого толстолобика); остальные паразиты встречались с экстенсивностью 20,0–25,0 %. ЭИ не превышала 6 пар./рыбу.

Согласно данным, полученным в ходе исследований, общими видами для паразитофауны рыб-объектов аквакультуры Беларуси и Узбекистана являются трематоды р. *Diplostomum* и инфузории *I. multifiliis*. Цестоды *Kh. sinensis* как в белорусских, так и в узбекских хозяйствах встречались исключительно у карпа. У рыб в белорусских рыбоводных организациях встречался *B. acheilognathi*, в то время как в Узбекистане обнаружен другой представитель этого рода — *B. opsariichthydis*. *L. cyprinacea* в течение указанного периода не встречалась в белорусских рыбоводных организациях,



в то время как вследствие своей теплолюбивости представляет серьезную проблему для рыбоводной отрасли Узбекистана. Для белорусских прудовых хозяйств более характерны ракообразные р. *Argulus*.

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований по договору Б22УЗБ-032 и Министерства инноваций Республики Узбекистан.

Список использованных источников

1. Бауер, О. Н. Болезни прудовых рыб / О. Н. Бауер, В. А. Мусселиус, Ю. А. Стрелков. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1981. — 319 с.
2. Быховская-Павловская, И. Е. Паразиты рыб: рук. по изучению / И. Е. Быховская-Павловская; гл. ред. О. А. Скарлато. — М.: Наука, 1985. — 121 с.
3. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР: [в 3 т.] / Зоологический ин-т АН СССР. — Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1984—1987. — 3 т.
4. Казарникова, А. В. Основные заболевания осетровых рыб в аквакультуре / А. В. Казарникова, Е. В. Шестаковская. — М.: Изд-во ВНИРО, 2005. — 103 с.
5. Ихтиопатология: учебник / Н. А. Головина, Ю. А. Стрелков, В. Н. Воронин [и др.]; под ред. Н. А. Головиной, О. Н. Бауера. — М.: Мир, 2003 — 448 с. — (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).

Reference

1. Bauer O. N., Musselius V. A., Strelkova Yu. A. *Bolezni prudovich ryb* [Diseases of pond fish]. 2nd ed., repr. a. add. Moscow, Legkaya i pishchevaya promyshlennost', 1981. 319 p. (in Russian).
2. Bychovskaja-Pavlovckaja I. E. *Parasity ryb: rukovodstvo po isutseniju* [Fish Parasites: a study guide]. Moscow, Nauka, 1985. 121 p. (in Russian).
3. *Opredelitel' parazitov presnovodnykh ryb fauny SSSR: v 3 t.* [The determinant of parasites of freshwater fish of the fauna of the USSR: in 3 vol.]. Leningrad, Nauka, Leningrad dep., 1984—1987. 3 vol. (in Russian).
4. Kazarnikova A. V., Shestakovskaya E. V. *Osnovnye zabolevaniya osetrovyykh ryb v akvakul'ture* [The main diseases of sturgeon fish in aquaculture]. Moscow, Izdatel'stvo VNIRO, 2005. 103 p. (in Russian).



5. Golovina N. A., Strelkov Yu. A., Voronin V. N., Golovin P. P., Evdokimova E. B., Yukhimenko L. N. *Ikhtiopatologiya* [Ichthyopathology]. Moscow, Mir, 2003. 448 p. (in Russian).

Сведения об авторах

Курбанов Абдулла Рухуллаевич — доктор философских наук в сфере сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, директор, Научно-исследовательский институт рыбоводства (ул. Чирчикская, 1, 111808, Янгиюльский район, Ташкентская область, Республика Узбекистан). E-mail: kurbanov19859@mail.ru

Деятярик Светлана Михайловна — кандидат биологических наук, доцент, заведующий лабораторией болезней рыб, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lavrushnek@mail.ru

Полоз Светлана Васильевна — кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории болезней рыб, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lana.poloz@gmail.com

Миролимова Шахло Миржамоловна — доктор биологических наук, профессор, заместитель директора по науке и инновациям, Институт микробиологии Академии наук Республики Узбекистан (ул. А. Кадыри, 7Б, 100128, Ташкент, Республика Узбекистан). E-mail: mirshakhlo@yahoo.com

Бекмуродова Гуллола Амировна — кандидат биологических наук, младший научный сотрудник, Институт микробиологии Академии наук Республики Узбекистан (ул. А. Кадыри, 7Б, 100128, Ташкент, Республика Узбекистан). E-mail: beegull@mail.ru. ORCID 0009-0001-8024-3111

Титова Наталья Олеговна — младший научный сотрудник, Научно-исследовательский институт рыбоводства (ул. Чирчикская, 1, 111808, Янгиюльский район, Ташкентская область, Республика Узбекистан). E-mail: narcissus14.07.1990@mail.ru

Номонов Жалолиддин Носирхон угли — младший научный сотрудник, Научно-исследовательский институт рыбоводства (ул. Чирчикская, 1, 111808, Янгиюльский район, Ташкентская область, Республика Узбекистан). E-mail: nomonov2022@inbox.ru. ORCID 0000-001-7026-5168

Беспалый Алексей Викторович — кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории болезней рыб, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: salmotmf@gmail.com

Слободницкая Галина Владимировна — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории болезней рыб, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: slobodnickaja.g.v@gmail.com

Максимьюк Евгения Владимировна — научный сотрудник лаборатории болезней рыб, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук



Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: jenua_maksimjuk@mail.ru

Говор Татьяна Альфонсовна – научный сотрудник лаборатории болезней рыб, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: govorta@tut.by

Гребнева Елена Ивановна – кандидат ветеринарных наук, главный специалист, Отделение аграрных наук Национальной академии наук Беларуси (пр. Независимости, 66, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: grebneva@presidium.bas-net.by

Information about authors

Abdulla R. Kurbanov – D.Sc. (Doctor of Philosophy in Agricultural Sciences), Senior Researcher senior researcher, Director, Scientific Research Institute of Fishery (1, Chirchik Str., 111808, Yangiyul district, Tashkent region, Republic of Uzbekistan). E-mail: kurbanov19859@mail.ru

Sviatlana M. Dziahtsiaryk – Ph.D. (Biological), Associate professor, Head of the Laboratory of Fish Diseases, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lavrushnek@mail.ru

Sviatlana V. Polaz – Ph.D. (Veterinary), Laboratory of Fish Diseases, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lana.polo@z@gmail.com

Shakhlo M. Mirolimova – D.Sc. (Biological), Professor, Deputy Director for Science and Innovation, Institute of Microbiology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan (7b, Abdulla Qodiriy Str., 100128, Tashkent, Republic of Uzbekistan). E-mail: mirshakhlo@yahoo.com

Gullola A. Bekmurodova – PhD (Biological), Junior researcher, Institute of Microbiology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan (7b, Abdulla Qodiriy Str., 100128, Tashkent, Republic of Uzbekistan). E-mail: e-mail: beegull@mail.ru. ORCID 0009-0001-8024-3111

Natalia O. Titova – Junior researcher, Scientific Research Institute of Fishery (1, Chirchik Str., 111808, Yangiyul district, Tashkent region, Republic of Uzbekistan). E-mail: narcissus14.07.1990@mail.ru

Jaloliddin N. Nomonov – Junior Researcher, Scientific Research Institute of Fishery (1, Chirchik Str., 111808, Yangiyul district, Tashkent region, Republic of Uzbekistan). E-mail: nomonov2022@inbox.ru

Aliaksei V. Biaspaly – Ph.D. (Agricultural), Senior Research Fellow Laboratory of Fish Diseases, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: salmotmf@gmail.com

Halina U. Slabodnitskaya – Ph.D. (Agricultural), Associate Professor Laboratory of Fish Diseases, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: slobodnickaja.g.v@gmail.com



Yauheniya U. Maksimjuk — Researcher, Laboratory of Fish Diseases, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: jenya_maksimjuk@mail.ru

Tatsiana A. Hovar — Researcher, Laboratory of Fish Diseases, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: govorta@tut.by

Elena I. Hrebneva — Ph.D. (Veterinary), Chief Specialist, Department of Agrarian Sciences of the National Academy of Sciences of Belarus (66, Independence Ave., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: grebneva@presidium.bas-net.by

УДК 574.9, 639.3.03

Поступила в редакцию 16.09.2024
Received 16.09.2024

Н. О. Титова¹, А. Р. Курбанов¹, Н. К. Атабаева²

*¹Научно-исследовательский институт рыбоводства
при Государственном комитете ветеринарии и развития
животноводства Республики Узбекистан,
Ташкентская область, Янгиюльский район, ССГ Кукаламзор,
Республика Узбекистан*

*²Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека,
Ташкент, Республика Узбекистан*

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА БЕЗОПАСНОСТЬ РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ (ЖИВОЙ РЫБЫ), ПРОИЗВОДИМОЙ В РЫБОВОДЧЕСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ ТАШКЕНТСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В данной статье отражены результаты диссертационного исследования на тему: «Оценка влияния экологических факторов на безопасность рыбной продукции (живой рыбы), производимой в рыбоводческих хозяйствах Ташкентской области», проведенного в период с 2021 по 2023 г. Изучено влияние экологических факторов на жизнедеятельность прудовых рыб семейства карповых. Определен видовой состав организмов зообентоса, определен уровень органического загрязнения посредством метода биоиндикации. Кроме того, выявлены потенциально опасные виды организмов зообентоса для промысловых видов рыб, выращиваемых в изучаемом рыбоводческом хозяйстве.



Ключевые слова: аквакультура, гидробиологические показатели, гидрохимические показатели, зообентос, сапробность, рыбоводческие хозяйства Узбекистана, экологические факторы

Natalia O. Titova¹, Abdulla R. Kurbanov¹, Nargis K. Atabaeva²

¹Scientific Research Institute of Fishery, Yangiyul district, Tashkent region, Republic of Uzbekistan

²National university of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent, Republic of Uzbekistan

ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF ECOLOGICAL FACTORS ON THE SAFETY OF FISH PRODUCTS (LIVE FISH) PRODUCED IN FISH FARMS IN THE TASHKENT REGION

Abstract. This article reflects the results of a dissertation research on the topic: “Assessment of the influence of environmental factors on the safety of fish products (live fish) produced in fish farms in the Tashkent region,” conducted in the period from 2021 to 2023. The influence of environmental factors on the life activity of pond fish was studied. fish of the carp family. The species composition of zoobenthos organisms was determined, the level of organic pollution was determined using the bioindication method. Potentially dangerous species of zoobenthos organisms for commercial fish species grown in the fish farm under study were also identified.

Keywords: aquaculture, hydrobiological indicators, hydrochemical indicators, zoobenthos, saprobity, fish farms of Uzbekistan, environmental factors

Введение. В условиях возросшего всемирного прироста населения, возникает повышенная потребность в обеспечении продовольственной безопасности государств, в частности Республики Узбекистан, население которой на конец 2023 г. составило 36 млн 799 тыс. 800 человек, продолжая прирастать со скоростью 775–800 тыс. человек в год.

На конец 2021 г. среднее потребление рыбных продуктов в Узбекистане составляло 4–5 кг на душу населения страны в год. При этом, по рекомендации ВОЗ, нормы составляют более 19 кг на душу населения страны в год. Общеизвестно, что Узбекистан находится в центре крупнейшего материка и в отдалении от мирового океана, который является основным поставщиком рыбных



продуктов. Также общеизвестно, что вода в горах и предгорьях рек холодная, насыщенная кислородом, является наиболее чистой, но, достигая равнинной части нашей республики, реки протекают по степям и пустыням, снижают свою скорость течения, нагреваются и насыщаются всякого рода загрязняющими веществами, поступающими из сельскохозяйственного, хозяйственного и промышленного, а также жилищно-коммунального сектора. В данных условиях формирование значительной естественной кормовой базы для получения большого количества рыбы просто невозможно — это является лимитирующим фактором в формировании рыбных запасов в естественных водоемах нашей страны.

Загрязнение водной среды, в которой выращивается рыба, приводит к эффекту биоаккумуляции химических веществ, которые, в конечном счете, могут нанести значительный вред здоровью человека. В условиях современной экономической ситуации в нашей стране аквакультура (в частности, ведение рыбоводства) рентабельна только при низкозатратных технологических приемах производства рыбных продуктов, начиная от производства рыбопосадочного материала, заканчивая продуктами глубокой переработки рыбной продукции и хранением.

Это определило необходимость увеличения производства качественного рыбопосадочного материала, что в значительной степени зависит от обеспеченности рыб качественным кормом и оптимальными условиями обитания (гидрологический, гидробиологический и гидрохимический режимы воды рыбоводных прудов). На первый план выдвигается необходимость интенсификации прудового рыбоводства посредством воздействия в первую очередь на производственные процессы в биоценозе рыбохозяйственного пруда, в том числе на оптимизацию трофических связей, а также выявление факторов, которые оказывают то или иное воздействие на процессы жизнедеятельности рыб, их развитие и рост, на безопасность получаемой рыбной продукции, в частности живой рыбы. Поиск способов получения максимальной естественной рыбопродуктивности прудовых экосистем и снижения затрат на комбикорм — одна из главных проблем прудового рыбоводства.

Материалы и методы. В соответствии с трехсторонним соглашением с мая 2021 г. Унитарная компания, занимающаяся рыбоводством, взяла в долгосрочную аренду (25 лет) комплекс рыбохозяйственных прудов (53 пруда), относящиеся к территории Научно-исследовательского института рыбоводства Республики



Узбекистан, находящиеся по адресу: Ташкентская область, Янгийский район, МФЙ Кукаламзор, ул. Чирчикская, — где и был проведен отбор гидрохимических и гидробиологических проб в период с марта по ноябрь на протяжении трех лет (2021–2023 гг.).

В табл. 1 представлено количество и характер обработанного материала за период проведения диссертационного исследования.

Таблица 1. Количество и характер обработанного материала
Table 1. Quantity and nature of processed material

Виды работ	Рыбоводческое хозяйство		
	Количество проб		
	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Гидрохимический анализ (по рыбоводным показателям)	12	12	8
Гидробиологический анализ (методом биоиндикации по показателю зообентоса)	12	12	8

Примечание. В осенний период 2023 г. пробы в рыбоводческом хозяйстве Янгийского района Ташкентской области отобрать не удалось, в связи с опустошением изучаемых прудов.

При проведении анализов по гидрохимическим показателям использовались стандартные гидрохимические и ихтиологические методы, а также нормативные документы ГОСТ 24896-2013 «Рыба живая», ТИ 22105107-01:2017 «Технологическая инструкция по выращиванию товарной рыбы» (разработана НИИР, согласована с Минздравом РУз 8.11.2017 г.), O'zDSt 3318:2018 «Молодь рыбы живая. ТУ» (Разработан НИИ Рыбоводства, утвержден Агентством «Узстандарт» № 05-956 25.05.2018 г.).

Определение качества водной среды по гидробиологическим показателям проводилось в соответствии с общепринятыми гидробиологическими методами [1, 3, 6, 8]. Для отбора проб зообентоса использовался бентосный скребок. Видовой состав организмов зообентоса производится по определителям. Численность организмов зообентоса определяли прямым подсчетом особей в рассортированной пробе, биомассу — взвешиванием на аналитических весах, по методам, модифицированным Г. П. Булгаковым [8].

Все камеральные работы по определению качества воды по гидрохимическим и гидробиологическим показателям проводились в лабораторном комплексе Научно-исследовательского института рыбоводства.



Источником водоснабжения вышеназванных рыбохозяйственных прудов является канал Салар, от которого вода подается по подводящему каналу длиной 1,5 км. Согласно данным Узгидромета, в течение года вода в данном канале в пункте отбора проб, находящемся ниже г. Янгиюль, по показателю ИЗВ находится в диапазоне 2,2–2,9 и соответствует IV классу качества, т. е. вода является загрязненной. Химический состав воды канала формируется под влиянием загрязнений, поступающих со сточными водами промышленных предприятий г. Ташкента и г. Янгиюль.

Площадь состоит в основном из мелкоземлистых грунтов, таких как суглинки, пески, мощностью до 1,2 м, подстилаемых мощной толщей алмогиальных галечников.

Основными объектами выращивания в рыбоводческом хозяйстве Янгиюльского района Ташкентской области являются рыбы семейства карповых: белый (*Hypophthalmichthys molitrix*) и пестрый толстолобики (*Hypophthalmichthys nobilis*), карп обыкновенный (*Cyprinus carpio*), белый амур (*Ctenopharyngodon idella*).

Результаты исследований. Данные гидрохимических анализов за весенний период 2021–2023 гг. представлены в табл. 2.

Как видно по данным табл. 2, в весенний период 2021–2023 гг., согласно технологическим нормам выращивания поликультуры карповых рыб в земляных прудах, уровень растворенного кислорода в вышеуказанных прудах в находился в пределах 7–9,06 мг/л. Содержание нитритов (NO_2) в водной среде земляных прудов не превышало оптимальных значений и находилось в пределах 0,02–0,2 мг/л. Содержание азота аммонийного находилось в пределах 0,02–0,27 мг/л. Уровень минерализации воды в рыбоводных прудах находился в пределах 0,3–0,4 г/л, что позволяет проводить инкубационные мероприятия для карповых рыб. В весенний период уровень аммиака находился в пределах 0,08–2,0 мг/л. Общая жесткость находилась в пределах 6,5–8,3 мг-экв/л. Уровень кальция в воде прудов находился в пределах 40,8–112,3 мг/л, что является повышенным показателем, но не превышает предельно допустимые значения. Уровень содержания магния в воде находился в пределах 31,6–54,7 мг/л, что. Уровень хлоридов находился в пределах 68–72 мг/л.

Данные гидрохимических анализов за летний период 2021–2023 гг. представлены в табл. 3.



Таблица 2. Данные по гидрохимическому составу воды в рыбохозяйственных прудах

Table 2. Data on the hydrochemical composition of water in fishery ponds in the spring from 2021 to 2023

Определяемый показатель	Водоподающий канал			ВП-10 (ныне пруд № 1)			ВП-7 (ныне интенсив)			Л-Р-1-4		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Температура воды	16	17,7	15,7	17	18,2	16	17	17,3	12,3	17	17,7	14,7
pH	8,6	7,8	7	9,04	8,4	8,9	9,06	8,1	8	9,15	7,7	7,5
Кислород (O ₂), мг/л	—	5,2	4,7	—	8,6	8,7	—	10,4	10,7	—	8,5	8
Нитриты (NO ₂), мг/л	0,2	0,07	0,07	0,02	0,02	0,02	0,02	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Азот аммоний- ный	0,274	—	—	0,02	—	—	0,02	—	—	0,02	—	—
Аммиак мг/л	2,0	—	—	0,08	—	—	0,08	—	—	0,08	—	—
Минерализация	—	0,33	0,38	—	0,3	0,23	—	0,32	0,36	—	0,31	0,39
Общая жесткость	—	8,3	8,2	—	6,5	6,5	—	8	8	—	8	8
Кальций	—	112,3	102,2	—	42,4	40,08	—	106,45	108,22	—	93,4	90,18
Магний	—	38,4	37,7	—	53,1	54,72	—	32,4	31,62	—	44,6	42,56
Щелочность	—	7,4	7,2	—	3,1	3	—	7,2	7	—	7,1	7
Хлориды	—	72	70	—	71	68	—	71	75	—	72	69



Таблица 3. Данные по гидрохимическому составу воды в рыбохозяйственных прудах в летний период с 2021 по 2023 г.
Table 3. Data on the hydrochemical composition of water in fishery ponds in the summer from 2021 to 2023

Определяемый показатель	Водоподающий канал			ВП-10 (ныне пруд № 1)			ВП-7 (ныне интенсив)			ЛП-1-4		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Температура воды	24,1	27,5	23,9	25,5	27,5	28	25,3	27,6	27,2	24,2	27,5	29,4
pH	8,45	7,9	7,7	9,04	8,1	8,3	8,36	7,9	8,1	9,27	8,3	9,3
Кислород (O ₂), мг/л	7,9	7,2	7,8	7,9	7,2	8,6	7,79	8,3	9	8,23	8,7	10,5
Нитриты (NO ₂), мг/л	0,07	0,02	0,07	0,07	0,002	0,04	0,07	0,04	0,07	0,02	0,04	0,004
Азот аммонийный	0,02	0,2	2,0	0,02	0,2	0,08	0,12	0,2	2,0	0,2	0,2	0,8
Аммиак мг/л	0,2	0,013	0,1	0,08	0,036	0,01	0,2	0,013	0,1	0,2	0,036	0,4
Минерализация	0,25	0,51	0,53	—	0,3	0,40	0,16	0,42	0,25	0,2	0,42	0,19
Общая жесткость	—	—	9,2	—	—	6,8	—	—	5	—	—	4
Кальций	—	—	46,192	—	—	56,112	—	—	48,096	—	—	30,06
Магний	—	—	53,504	—	—	48,64	—	—	31,616	—	—	30,4
Щелочность	1,46	—	4,8	—	—	2,6	1,1	—	4	1,35	—	2,6
Хлориды	—	—	50,4	—	—	50,3	—	—	50,4	—	—	50,2



Как видно по данным табл. 3, в летний период 2021–2023 гг. температура воды прогревалась с +23,9 до +29,4 °С. Уровень растворенного кислорода в вышеуказанных прудах находился в пределах 7,7–10,5 мг/л. Содержание нитритов (NO_2) в водной среде земляных прудов не превышало оптимальных значений и находилось в пределах 0,002–0,07 мг/л. Содержание азота аммонийного находилось в пределах 0,02–0,8 мг/л. Уровень минерализации воды в рыбоводных прудах находился в пределах 0,2–0,53 г/л, что позволяет проводить инкубационные мероприятия для карповых рыб. В весенний период уровень аммиака не превышал оптимальных значений находился в пределах 0,001–0,4 мг/л. Общая жесткость находилась в пределах 4–9,2 мг-экв/л, что, в свою очередь, превышает оптимальные значения для карповых рыб. Уровень кальция в воде прудов находился в пределах 30,06–56,112 мг/л, что является повышенным показателем, но не превышает предельно допустимые значения. Уровень содержания магния в воде – в пределах 30,4–53,53 мг/л.

Данные гидрохимических анализов за осенний период 2021–2023 гг. представлены в табл. 4.

Как видно по данным табл. 4, в осенний период 2021–2023 гг., уровень растворенного кислорода в вышеуказанных прудах находился в пределах 7–11,5 мг/л. Содержание нитритов (NO_2) в водной среде земляных прудов не превышало оптимальных значений и находилось в пределах 0,002–0,07 мг/л. Уровень минерализации воды в рыбоводных прудах находился в пределах 0,13–0,27 г/л, что позволяет проводить инкубационные мероприятия для карповых рыб. Общая жесткость находилась в пределах 8–10 мг-экв/л. Уровень кальция в воде прудов находился в пределах 38–84,2 мг/л. Уровень содержания магния в воде находился в пределах 36–44 мг/л. Уровень хлоридов находился в пределах 68–83 мг/л.

Для зообентоса рыбохозяйственных прудов рыбоводческого хозяйства Янгильского района Ташкентской области характерен комплекс пресноводных и солоноватоводных видов организмов. Основу составляют истинно донная фауна, представленная в основном личинками хирономид, и фитофильная фауна (в зарослях высшей водной растительности), представленная олигохетами, моллюсками, хирономидами, характерными для умеренно загрязненных и эвтрофированных вод.



Таблица 4. Данные по гидрохимическому составу воды в рыбохозяйственных прудах в осенний период с 2021 по 2023 г.

Table 4. Data on the hydrochemical composition of water in fishery ponds in the autumn period from 2021 to 2023

Определяемый показатель	Водоподающий канал			ВП-10 (ныне пруд № 1)			ВП-7 (ныне интенсив)			Л-Р-1-4		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Температура воды	14,8	15,2	—	14,7	15,4	—	14,9	15,8	—	14,7	15,6	—
pH	6,10	6,4	—	5,90	6,8	—	6	7,2	—	5,30	6,8	—
Кислород (O ₂), мг/л	8	11	—	7	10,27	—	10,45	10,45	—	10,27	11,5	—
Нитриты (NO ₂), мг/л	0,002	0,04	—	0,002	0,07	—	0,04	0,04	—	0,07	0,03	—
Азот аммонийный	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Аммиак мг/л	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Минерализация	0,13	0,22	—	0,10	0,26	—	0,27	0,27	—	0,26	0,23	—
Общая жёсткость	8	9,5	—	10	10	—	9	9	—	10	9,2	—
Кальций	71	81	—	51	84,168	—	38	76,152	—	42	75	—
Магний	547	69	—	875	70,528	—	632	63,232	—	729	61	—
Щелочность	42	44	—	36	46	—	42	42	—	46	39	—
Хлориды	67	67	—	83	68	—	72	72	—	68	70	—

Примечание. Данные за осень 2023 г. отсутствуют, в связи со спуском прудов в ноябре 2023 г.



Зообентос рыбохозяйственных прудов в рыбоводческом хозяйстве Янгиюльского района Ташкентской области в видовом отношении в 2021–2023 годах весьма разнообразен. Основу бентофауны на вышеуказанных точках отбора проб зообентоса, донные отложения которых представлены в основном темно-серым, почти черным илом, мелкозернистым песком с вкраплениями глины и галькой, составляют моллюски (в основном *Physa Fontinalis*), двукрылые (в основном хирономиды – несколько представителей рода *Chironomus*, а также рода *Cricotopus*), а также олигохеты: *Nais elinguis*, *Paranais litoralis* и представители сем. *Tubificidae*.

В весенний период 2021 г. было обнаружено 32 вида из 6 таксономических групп: двукрылые (*Diptera*) – 15 видов; колембола (*Collembola*) – 1 вид; полужесткокрылые (*Hemiptera*) – 1 вид; моллюски (*Mollusca*) – 1 вид; малощетинковые черви (*Oligochaeta*) – 13 видов, нематоды (*Nematoda*) – 1 вид.

В весенний период 2022 г. было обнаружено 29 видов из 6 таксономических групп: двукрылые (*Diptera*) – 10 видов; полужесткокрылые (*Hemiptera*) – 2 вида; жесткокрылые или жуки (*Coleoptera*) – 1 вид; моллюски (*Mollusca*) – 4 вида; малощетинковые черви (*Oligochaeta*) – 11 видов; нематоды (*Nematoda*) – 1 вид.

В весенний период 2023 г. было обнаружен 31 вид из 5 таксономических групп: двукрылые (*Diptera*) – 13 видов; полужесткокрылые (*Hemiptera*) – 1 вид; моллюски (*Mollusca*) – 3 вида; малощетинковые черви (*Oligochaeta*) – 13 видов; нематоды (*Nematoda*) – 1 вид.

Распределение организмов зообентоса, обитающих в выше-названных рыбохозяйственных прудах, по таксономическим группам в весенний период 2021–2023 гг. представлено в табл. 5.

По гидробиологическим показателям (по показателям зообентоса) в весенний период 2021–2023 гг. пруды в рыбоводческом хозяйстве Янгиюльского района Ташкентской области соответствовали α -мезасапробной зоне, другими словами, показатели сапробности (S) находятся в диапазоне между 3,00 до 3,50, что, в свою очередь, означает что качество воды соответствует IV классу – загрязненные и минерализованные воды.



Таблица 5. Характеристика видов зообентоса рыбохозяйственных прудов в рыболовном хозяйстве
Янгйулского района Ташкентской области в весенний период 2021–2023 гг.
Table 5. Characteristics of zoobenthos species of fish ponds in the fish farm of the Yangiyul district of the Tashkent
region in the spring of 2021–2023

Название и номер пруда	Таксономическая группа			Количество видов			Численность вида, экз./м ²			Биомасса вида, г/м ²			Способность водоема (S)		
	Наименование	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2021	2022	2023
ВП-7 Ныне ин-тенсив	Diptera	+	+	+	1	3	1	25	426	125	0,05	0,295	3,1	3,2	2,6
	Collembola	+	–	–	1	0	0	13	0	0	0,041	0			
	Coleoptera	–	+	–	0	1	0	0	25	0	0	0,875			
	Mollusca	+	+	+	1	1	1	50	50	150	1,654	0,8225			
	Oligochaeta	+	+	+	3	5	2	101	677	175	0,13	10,852			
	Hemiptera	+	+	+	1	2	1	13	100	25	0,056	3,95			
Итого ВП-10 Пруд № 1	Nematoda	+	+	+	1	1	1	13	25	38	0,078	0,0003			
		6	6	5	8	13	6	215	1303	513	1,985	20,99	α	α	β-α
Итого ЛП-Р-1-4	Diptera	+	+	+	3	3	3	101	563	126	0,251	0,588	2,9	3,0	3,0
	Mollusca	–	+	–	0	1	0	0	125	0	0	3,369			
	Oligochaeta	+	+	+	8	5	6	266	513	215	0,583	6,066			
Итого Водопода- ющий ка- нал	Diptera	+	+	+	3	9	9	367	1201	341	0,834	10,022	β-α	α	α
	Mollusca	–	+	+	0	3	2	0	151	13	0	3,866	3,0	3,0	3,6
	Oligochaeta	+	+	+	4	4	2	114	363	438	0,263	0,0947			
Итого		2	3	3	13	13	7	492	1166	939	1,9081	4,355	α	α	α-р
	Diptera	+	+	+	11	6	8	8415	614	1002	8,481	9,578	2,9	3,0	3,0
	Mollusca	+	+	+	1	2	2	288	38	225	4,032	0,593			
	Oligochaeta	+	+	+	0	4	7	0	263	1163	0,6445	4,103			
Итого	Nematoda	+	–	+	1	0		63	0	50	0,229	0	β-α	α	α
		4	3	4	24	12	18	10167	915	2440	13,156	14,274			



Общая численность организмов зообентоса рыбохозяйственных прудов в рыбоводческом хозяйстве Янгиюльского района Ташкентской области в весенний период 2021–2023 гг. распределялась неравномерно: ВП-7 (ныне интенсив) – 2021 г. = 215 экз./м², 2022 г. = 1303 экз./м², 2023 г. = 513 экз./м²; ВП-10 (пруд № 1) – 2021 г. = 367 экз./м², 2022 г. = 1201 экз./м², 2023 г. = 341 экз./м²; Л-Р-1-4 – 2021 г. = 492 экз./м², 2022 г. = 1166 экз./м², 2023 г. = 939 экз./м²; водоподающий канал – 2021 г. = 10176 экз./м², 2022 г. = 915 экз./м², 2023 г. = 2440 экз./м².

Общая биомасса организмов зообентоса рыбохозяйственных прудов в рыбоводческом хозяйстве Янгиюльского района Ташкентской области в весенний период 2021–2023 гг. распределялась неравномерно: ВП-7 (ныне интенсив) – 2021 г. = 1,985 г/м², 2022 г. = 20,99 г/м², 2023 г. = 5,598 г/м²; ВП-10 (пруд № 1) – 2021 г. = 0,834 г/м², 2022 г. = 10,022 г/м², 2023 г. = 15,01 г/м²; Л-Р-1-4 – 2021 г. = 1,9081 г/м², 2022 г. = 4,355 г/м², 2023 г. = 15,007 г/м²; водоподающий канал – 2021 г. = 13,156 г/м², 2022 г. = 14,274 г/м², 2023 г. = 13,925 г/м².

Распределение организмов зообентоса, обитающих в вышеназванных рыбохозяйственных прудах, по таксономическим группам в летний период 2021–2023 гг. представлено в табл. 6.

В летний период 2021 г. было обнаружено 19 видов из 4 таксономических групп: двукрылые (*Diptera*) – 10 видов; ракообразные (*Crustaceae*) – 1 вид; моллюски (*Mollusca*) – 7 видов; малощетинковые черви (*Oligochaeta*) – 1 вид.

В летний период 2022 г. было обнаружено 20 видов из 3 таксономических групп: двукрылые (*Diptera*) – 9 видов; моллюски (*Mollusca*) – 7 видов; малощетинковые черви (*Oligochaeta*) – 4 вида.

В летний период 2023 г. было обнаружено 42 вида из 10 таксономических групп: ручейники (*Trichoptera*) – 1 вид; стрекозы (*Odonata*) – 4 вида; двукрылые (*Diptera*) – 14 видов; пиявки (*Hirudina*) – 2 вида; жесткокрылые (*Coleoptera*) – 1 вид; моллюски (*Mollusca*) – 6 видов; ракообразные (*Crustacea*) (*Decapoda*) – 1 вид; малощетинковые черви (*Oligochaeta*) – 10 видов; турбеллярии (*Turbellaria*) – 1 вид; нематоды (*Nemotoda*) – 1 вид.



Таблица 6. Характеристика видов зообентоса рыбохозяйственных прудов в рыболовческом хозяйстве Янгиюльского района Ташкентской области в летний период с 2021 г. по 2023 г.
Table 6. Characteristics of zoobenthos species of fish ponds in the fish farm of the Yangiyul district of the Tashkent region in the summer from 2021 to 2023

Название и номер пруда	Таксономическая группа				Количество видов			Численность вида, экз./м ²			Биомасса вида г/м ²			Сапробиальность водоема (S)		
	Наименование	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
ВП-7 Ныне ин-тенсив	<i>Diptera</i>	+	+	+	5	5	4	175	552	189	0,7478	0,328	0,0805	2,9	3,1	3,4
	<i>Odonata</i>	–	–	+	0	0	1	0	0	13	0	0	11,941			
	<i>Mollusca</i>	–	+	+	0	2	2	0	151	63	0	0,231	5,266			
	<i>Crustacea</i>	–	–	+	0	0	1	0	0	13	0	0	11,505			
	<i>Oligochaeta</i>	–	+	+	0	2	3	0	226	225	0	0,174	0,246			
	<i>Turbellaria</i>	–	–	+	0	0	1	0	0	13	0	0	0,0002			
Итого (ВП-10) Пруд № 1	<i>Nematoda</i>	–	–	+	0	0	1	0	0	38	0	0	0,0004	β-α	α	α
		1	3	7	5	9	14	175	929	604	0,7478	3,897	33,288	3,5	3,5	3,2
	<i>Diptera</i>	+	+	+	7	6	6	633	475	139	0,4918	0,418	0,0981			
	<i>Mollusca</i>	–	+	+	0	2	2	0	150	26	0	0,945	3,6898			
	<i>Odonata</i>	–	–	+	0	0	1	0	0	13	0	0	0,7344			
	<i>Crustacea</i>	+	–	+	1	0	1	188	0	38	0,0009	0	9,462			
Итого	<i>Coleoptera</i>	–	–	+	0	0	1	0	0	38	0	0	1,387			
	<i>Hirudinea</i>	–	–	+	0	0	1	0	0	13	0	0	3,497			
	<i>Oligochaeta</i>	–	–	+	0	0	3	0	0	101	0	0	1,569			
	<i>Nematoda</i>	–	–	+	0	0	1	0	0	50	0	0	0,00125	α-ρ	α-ρ	α
Итого		2	2	7	8	8	14	821	625	529	0,4926	1,363	16,995	α-ρ	α-ρ	α



Название и номер пруд	Таксономическая группа				Количество видов			Численность вида, экз./м ²			Биомасса вида г/м ²			Сопроbnость водоема (S)		
	Наимено- вание	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Л-Р-1-4	<i>Diptera</i>	+	+	+	2	2	6	151	288	139	0,4496	1,593	0,0981	3,4	3,3	3,3
	<i>Mollusca</i>	+	+	+	2	3	2	88	313	26	2,732	10,283	3,689			
	<i>Oligochaeta</i>	-	+	+	0	2	3	0	188	138	0	0,338	0,513			
	<i>Nematoda</i>	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Итого		2	3	3	4	7	11	239	789	303	2,903	12,214	4,3010	α	α	α
Водопо- дающий канал	<i>Trichoptera</i>	-	-	+	0	0	1	0	0	13	0	0	0,0767	3,2	3,2	3,1
	<i>Odonata</i>	-	-	+	0	0	2	0	0	13	0	0	0,0162			
	<i>Diptera</i>	+	+	+	3	3	6	238	438	393	0,208	0,258	0,136			
	<i>Mollusca</i>	+	+	+	6	6	6	375	451	202	2,430	6,223	1,2198			
	<i>Hirudinea</i>	-	-	+	0	0	2	0	0	26	0	0	0,170			
	<i>Turbellaria</i>	-	-	+	0	0	1	0	0	313	0	0	0,0034			
	<i>Oligochaeta</i>	+	+	+	1	3	5	13	151	438	0,2873	0,336	0,1004			
Итого		-	-	+	0	0	1	0	0	13	0	0	0,00016	α	α	α



По гидробиологическим показателям (по показателям зообентоса) в летний период 2021–2023 гг. пруды в рыбоводческом хозяйстве Янгиюльского района Ташкентской области соответствовали α -мезасапробной зоне, другими словами, показатели сапробности (S) находятся в диапазоне между 3,00 до 3,50, что, в свою очередь, означает что качество воды соответствует IV классу – загрязненные и минерализованные воды.

Пруд ВП-10 (пруд № 1) в 2021–2022 гг. соответствовал α -р-мезасапробной зоне, другими словами, показатели сапробности (S) находятся в диапазоне между 3,50 до 4,00, что, в свою очередь, означает что качество воды соответствует IV–V классу – переходное состояние от загрязненных и минерализованных вод до эвтрофированных.

Общая численность организмов зообентоса рыбохозяйственных прудов в рыбоводческом хозяйстве Янгиюльского района Ташкентской области в летний период 2021–2023 гг. распределялась неравномерно: ВП-7 (ныне интенсив) – 2021 г. = 175 экз./м², 2022 г. = 929 экз./м², 2023 г. = 604 экз./м²; ВП-10 (пруд № 1) – 2021 г. = 821 экз./м², 2022 г. = 625 экз./м², 2023 г. = 529 экз./м²; Л-Р-1-4 – 2021 г. = 239 экз./м², 2022 г. = 789 экз./м², 2023 г. = 303 экз./м²; водоподающий канал – 2021 г. = 626 экз./м², 2022 г. = 1040 экз./м², 2023 г. = 1368 экз./м².

Общая биомасса организмов зообентоса рыбохозяйственных прудов в рыбоводческом хозяйстве Янгиюльского района Ташкентской области в летний период 2021–2023 гг. распределялась неравномерно: ВП-7 (ныне интенсив) – 2021 г. = 0,7478 г/м², 2022 г. = 3,897 г/м², 2023 г. = 33,228 г/м²; ВП-10 (пруд № 1) – 2021 г. = 0,4926 г/м², 2022 г. = 1,363 г/м², 2023 г. = 16,995 г/м²; Л-Р-1-4 – 2021 г. = 2,903 г/м², 2022 г. = 12,214 г/м², 2023 г. = 4,301 г/м²; водоподающий канал – 2021 г. = 2,926 г/м², 2022 г. = 6,835 г/м², 2023 г. = 1,646 г/м².

Распределение организмов зообентоса, обитающих в вышеназванных рыбохозяйственных прудах, по таксономическим группам в осенний период 2021–2023 гг. представлено в табл. 7.

В осенний период 2021 г. было обнаружено 23 вида из 6 таксономических групп: поденки (*Ephemeroptera*) – 1 вид; ручейники (*Trichoptera*) – 1 вид; двукрылые (*Diptera*) – 9 видов; ракообразные (*Crustacea*) – 1 вид; моллюски (*Mollusca*) – 6 видов; малощетинковые черви (*Oligochaeta*) – 5 видов.



Таблица 7. Характеристика видов зообентоса рыбохозяйственных прудов в рыбноводческом хозяйстве Янгильского района Ташкентской области в осенний период с 2021 г. по 2023 г.
Table 7. Characteristics of zoobenthos species in fish ponds in the fish farm of Yangiul district of Tashkent region in the autumn period from 2021 to 2023.

Название и номер пруда	Таксономическая группа				Количество видов			Численность вида, экз./м ²			Биомасса вида, г/м ²			Снаприбность водоема (S)		
	Наименование	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
ВП-7, Ыыне интенсив	Diptera	+	+	+	5	5	—	313	263	—	0,241	0,233	—	2,5	2,6	—
	Oligochaeta	+	+	—	4	4	—	1088	338	—	0,017	0,002	—			
	Crustacea	+	—	—	1	0	—	50	0	—	2,98	0	—			
	Mollusca	+	—	—	2	0	—	138	0	—	5,512	0	—			
Итого		4	2	—	9	—	9	1539	601	—	5,841	0,235	—	β-α	β-α	—
Л-Р 1-4	Ephemeroptera	+	+	—	1	1	—	200	50	—	0,065	0,015	—	3,0	3,1	—
	Trichoptera	—	+	—	0	1	—	0	13	—	0	0,125	—			
	Diptera	+	+	—	2	2	—	238	125	—	0,223	0,679	—			
	Mollusca	+	+	—	2	3	—	288	51	—	1,497	0,983	—			
	Crustacea	+	+	—	1	1	—	100	25	—	4,55	2,5	—			
	Oligochaeta	+	+	—	3	2	—	476	63	—	1,575	0,0524	—			
Итого		5	6	—	9	10	—	1302	327	—	3,723	7,92	—	α	α	—
ВП-10 (Пруд № 1)	Diptera	+	+	—	5	5	—	1114	1427	—	0,627	0,69	—	3,0	3,1	—
	Mollusca	—	+	—	0	2	—	0	13	—	0	0,299	—			
	Crustacea	—	+	—	0	1	—	0	25	—	0	9,95	—			
	Oligochaeta	+	+	—	2	3	—	630	213	—	0,0153	0,0775	—			
Итого		2	4	—	7	10	—	1727	1678	—	0,6421	11,016	—	α	α	—
Водоподающий канал	Diptera	+	+	—	5	4	—	339	438	—	0,6443	1,4462	—	3,1	3,2	—
	Mollusca	+	+	—	4	4	—	250	126	—	7,628	0,0718	—			
	Oligochaeta	+	+	—	2	2	—	38	150	—	3,053	0,026	—			
Итого		3	3	—	11	10	—	627	727	—	12,207	4,7976	—	α	α	—

Примечание. В ноябре 2023 г. пробы отобрать не удалось, так как воду в них спустили.



В осенний период 2022 г. было обнаружено 25 видов из 6 таксономических групп: поденки (*Ephemeroptera*) – 1 вид; двукрылые (*Diptera*) – 11 видов; ракообразные (*Crustaceae*) – 1 вид; моллюски (*Mollusca*) – 5 видов; малощетинковые черви (*Oligochaeta*) – 7 видов.

По гидробиологическим показателям (по показателям зообентоса) в осенний период 2021–2022 гг. пруд ВП-7 (ныне интенсив) соответствовал α -мезасапробной зоне, другими словами, показатели сапробности (S) находятся в диапазоне между 2,50 до 3,00, что, в свою очередь, означает что качество воды соответствует III–IV классу – переходное состояние к загрязненным и минерализованным водам. Остальные пруды в рыбоводческом хозяйстве Янгиюльского района Ташкентской области соответствовали α -мезасапробной зоне, другими словами, показатели сапробности (S) находятся в диапазоне между 3,00 до 3,50, что, в свою очередь, означает что качество воды соответствует IV классу – загрязненные и минерализованные воды.

Общая численность организмов зообентоса рыбохозяйственных прудов в рыбоводческом хозяйстве Янгиюльского района Ташкентской области в осенний период 2021–2022 гг. распределялась неравномерно: ВП-7 (ныне интенсив) – 2021 г. = 1539 экз./м², 2022 г. = 601 экз./м²; ВП-10 (пруд № 1) – 2021 г. = 1727 экз./м², 2022 г. = 327 экз./м²; Л-Р-1-4 – 2021 г. = 1302 экз./м², 2022 г. = 327 экз./м²; водоподающий канал – 2021 г. = 627 экз./м², 2022 г. = 727 экз./м².

Общая биомасса организмов зообентоса рыбохозяйственных прудов в рыбоводческом хозяйстве Янгиюльского района Ташкентской области в осенний период 2021–2022 гг. распределялась неравномерно: ВП-7 (ныне интенсив) – 2021 г. = 5,841 г/м², 2022 г. = 0,235 г/м²; ВП-10 (пруд № 1) – 2021 г. = 0,6421 г/м², 2022 г. = 11,016 г/м²; Л-Р-1-4 – 2021 г. = 3,23 г/м², 2022 г. = 7,92 г/м²; водоподающий канал – 2021 г. = 12,207 г/м², 2022г. = 4,798 г/м².

Также необходимо отметить, что с мая по октябрь 2021 г. 20 % от общего количества прудов, взятых в аренду вышеобозначенным рыбоводческим хозяйством, было очищено от донных отложений, в том числе, ВП-10 (пруд № 1), водоподающий канал, что отразилось на количественном и качественном составе организмов зообентоса.

При проведении исследований нами была выявлена зависимость степени распространения заболеваний среди рыб от их воз-



раста. К примеру, возбудитель дактилогироза паразитирует лишь на молоди рыб. Так, изучив видовой состав сформировавшегося в данных экологических условиях биоценоза зообентосных организмов, нами были выявлены следующие виды промежуточных хозяев экто- и эндопаразитов карповых рыб, выращиваемых в вышеуказанных рыбохозяйственных прудах. Согласно, проведенным исследованиям зарубежных специалистов-паразитологов Д. С. Игнаткина, Е. М. Романовой, Т. А. Индирыковой [4], в первую очередь, заражаются водные моллюски, поедая которых рыба заражается паразитировавшими в них трематодами. Видовой состав промежуточных хозяев трематод, выявленный нами в ходе изучения видового состава зообентосных организмов рыбохозяйственных прудов, представлен в табл. 8 [4].

Таблица 8. Трематоды и видовой состав их промежуточных хозяев
Table 8. Trematodes and species composition of their intermediate hosts

№ п/п	Трематода	Первый промежуточный хозяин	Второй промежуточный хозяин
1	<i>E. robustum</i>	<i>Lymnaea stagnalis</i>	<i>Planorbis planorbis</i> , <i>Anodonta cygnea</i>
2	<i>E. aconiatum</i>	<i>Planorbis planorbis</i>	<i>Lymnaea corvus</i>
3	<i>H. conoideum</i>	<i>Lymnaea stagnalis</i> , <i>Lymnaea ovata</i> , <i>Planorbis planorbis</i>	<i>Lymnaea stagnalis</i> , <i>Lymnaea ovata</i> , <i>Physa fontinalis</i>
4	<i>P. elegans</i>	<i>Lymnaea stagnalis</i>	<i>Odonata</i>
5	<i>P. laticola</i>	<i>Lymnaea stagnalis</i> , <i>Lymnaea ovata</i>	<i>Lymnaea stagnalis</i> , <i>Lymnaea ovata</i>
6	<i>P. multiglandulans</i>	<i>Lymnaea stagnalis</i>	<i>Lymnaea ovata</i>
7	<i>N. attenuatus</i>	<i>Lymnaea stagnalis</i> , <i>Lymnaea ovata</i>	—
8	<i>Psiloterma</i> sp.	<i>Lymnaea stagnalis</i>	—
9	<i>Metorchis</i> sp.	<i>B. tentaculata</i>	<i>Cyprinidae</i>
10	<i>A. minor</i>	<i>Planorbis planorbis</i>	<i>Glossiphonia</i> sp.
12	<i>C. cornutus</i>	<i>Lymnaea stagnalis</i>	<i>Lymnaea stagnalis</i> , <i>Lymnaea ovata</i>
13	<i>Diplostomum</i> sp. I	<i>Lymnaea stagnalis</i>	<i>Cyprinidae</i>
14	<i>Diplostomum</i> sp. II	<i>Lymnaea ovata</i>	<i>Cyprinidae</i>
15	<i>Trichobilhazia</i> sp.	<i>Lymnaea stagnalis</i>	—
16	<i>B. polonica</i>	<i>Lymnaea stagnalis</i> , <i>Planorbis planorbis</i>	—



Согласно, проведенным исследованиям зарубежных специалистов-паразитологов Д. С. Игнаткина, Е. М. Романовой, Т. А. Индиряковой [4], представленный в табл. 9 список трематод, паразитирующих в моллюсках, на стадии мариты способны вызывать тяжелые инвазивные заболевания у водоплавающих птиц, живущих в прибрежной зоне рыбохозяйственных прудов. Посредством выделяемых ими экскрементов с яйцами и личинками трематоды вновь попадают в пруды, где цикл повторяется вновь и вновь.

У популяций моллюсков *Lymnaea stagnalis*, которые водятся в реке Чирчик (на уровне пос. Новомихайловка и ниже по течению) и реке Сырдарья, может быть отмечено как минимум 4 вида метацеркарий трематод, у моллюсков *Lymnaea ovata*, который встречается повсеместно, — до трех видов.

Можно отметить, что прудовики имеют почти повсеместное распространение, населяя водоемы и водотоки Республики Узбекистан, являются основным фактором передачи эхиностоматидозов водоплавающих птиц и прудовых рыб.

Так, у моллюсков *Lymnaea stagnalis* наиболее часто паразитологами отмечается наличие метацеркарий *Cotylurus corutus* (Rudolphi, 1808) Szidat, 1928 (ЭИ — $2,16 \pm 0,9$ %). Единично могут встречаться метацеркарии *Echinoparyphium aconiatum* Dietz, 1909.

Моллюски *Lymnaea ovata* преимущественно инвазируются метацеркариями *Plagiochis laricola* Skrjabin, 1924 ($4,7 \pm 0,5$ %) и *H. conoideum* ($4,6 \pm 0,4$ %). У моллюсков *Physa fontinalis* обнаружены метацеркарии *H. conoideum*. Среди моллюсков *Planorbis corneus*, которые водятся в канале Салар, обнаружены метацеркарии *H. conoideum* и *C. cornutus* ($0,3 \pm 0,2$ %). У моллюсков *Planorbis planorbis* отмечено паразитирование метацеркариев *E. robustum* (ЭИ — $0,4 \pm 0,4$ %).

Тот факт, что у моллюсков сем. *Pisidiidae*, обитающих в водотоках и водоемах Ташкентской области, могут быть выявлены инвазии *H. conoideum* и *N. echinatoides*, подчеркивает большое значение мелких двустворчатых моллюсков как вторых промежуточных хозяев в региональном масштабе.

У беззубок *Anodonta cygnea*, встречающихся в составе зообентоса изучаемых рыбохозяйственных прудов, чаще всего паразитологами отмечаются метацеркарии *E. robustum*, которые поражают ткани мантии.



К слову, многими зарубежными специалистами-паразитологами отмечено, что у *Anodonta hypnorum*, *Unio pictorum* не были обнаружены инвазии трематодами. Также по полученным данным Д. С. Игнаткина, Е. М. Романовой, Т. А. Индиряковой отмечено, что для *Anodonta hypnorum* характерна низкая степень экстенсивности инвазии, выявляемая только при значительном объеме выборки. Также было отмечено отсутствие инвазирования моллюсков сем. *Unionidae* личинками трематод. В целом, инвазии личинками трематод были отмечены у 20,2 %; церкарии и паретины выявлены у 16,0 %; метацеркарии — у 4,4 % моллюсков [4].

Потенциально неблагополучными по диплостомозам могут быть все водоемы, где обитают моллюски р. *Lymnaea*, которые хотя бы изредка посещаются рыбацкими птицами, выступающими окончательными хозяевами диплостомид.

Также зарубежными специалистами паразитологами отмечено, что наибольшую гельминтозную опасность представляют личинки сем. *Strigeidae*, которые паразитируют в фазе мариты у большого количества видов водоплавающих птиц. Семь морфотипов личинок этих трематод могут встречаться на стадии партенит и церкарий у моллюсков *Lymnaea ovata*, *Planorbis planorbis*, обитающих в водотоках и водоемах Ташкентской области.

Значительную роль в распространении трематод сем. *Ledithodendriidae* Odhner, 1911, зачастую играют личинки водных насекомых (*Diptera*, *Odonata*, *Coleoptera*).

Кроме того, хотелось бы отметить, что в летний период 2023 (с самого начала июля и до середины августа) держалась аномальная температура воздуха свыше +45 °С, температура воды резко поднималась до +3...+33 °С из-за практически нулевой проточности в рыбохозяйственных прудах данного хозяйства.

С увеличением объема окислительно-восстановительных реакций, направленных на расщепление избыточного органического вещества, увеличивается химическое потребление кислорода, поэтому в водоемах остается меньше кислорода для дыхания живых организмов. Из-за ухудшения гидрохимического и гидрологического режимов воды, отсутствия стока количества поступивших питательных веществ снизилось почти на 50 %.

Все вышеперечисленное вызвало серьезный стресс в период роста рыб. В первую очередь, поражался раневой аппарат, что приводило к хроническому некрозу раны, ухудшалось снабжение организма кислородом, замедлялись рост и развитие.



В ходе исследований во второй половине 2023 г. специалистом-ихтиопатологом Ж. Н. Номоновым с каждого пруда было осмотрено 15 особей разного возраста (*Cyprinus carpio*), 17 белых карпов (*Hypophthalmichthys molitrix*) и 12 белых карпов (*Stenopharyngodon idella*), всего 44 (табл. 9). Был проведен визуальный осмотр тел, плавников, области вокруг глаз, брюшек и ротовых полостей, также была проведена некроскопия в соответствии с общепринятыми методами первичной диагностики состояния рыб [9].

Таблица 9. Поражение рыб гельминтами в прудах рыбоводческого хозяйства Янгиюльского района Ташкентской области
Table 9. Helminth infection of fish in ponds of fish farm of Yangiyul district, Tashkent region

Вид паразитов	Рыбоводческое хозяйство	
	ЭИ	ИИ
<i>Bothriocephalus opsarichthydis</i>	11 %	1–2
<i>Diplostomum spathaceum</i>	13 %	1–2
<i>Lernaea cyprinacea</i>	25 %	1–4
<i>Khawia sinensis</i>	9 %	1–2

Кавиоз был привезен в рыбоводческое хозяйство Янгиюльского района Ташкентской области впервые. При осмотре рыбы выяснилось, что в первом случае имелись незначительные повреждения кишечника (катаральный энтерит и мелкие язвы). У остальных рыб, хотя условия содержания были очень хорошими, обнаружены гиподинамия и трудности с поддержанием равновесия, плавание кверху брюхом и плавание у побережья, отсутствие реакции на корм и истощение.

В ходе полученных данных Ж. Н. Номоновым, специалистом-ихтиопатологом Научно-исследовательского института рыбоводства Республики Узбекистан, рыба в рыбоводных хозяйствах Ташкентской области была на 28,6 % поражена ботриоцефалезом. Этот паразит приводит не только к потере рыбой своих товарных свойств, но и к развитию вторичной инфекции, а также наносит большой экономический ущерб фермерским хозяйствам.

Закключение. Рыбохозяйственные пруды получают питание от к. Салар на уровне ниже г. Янгиюля. Согласно многолетним данным Узгидромета, качество воды к. Салар на уровне ниже г. Ян-



гиилю соответствует IV–V классу качества воды, что, в свою очередь означает, что вода в этом канале очень грязная.

Проведя гидроэкологический мониторинг в течение трех лет по гидрохимическим и гидробиологическим показателям воды в рыбохозяйственных прудах в рыбоводческом хозяйстве Янгиюльского района Ташкентской области нами было выявлено следующее:

- в летний период температура воды может достигать +32,5 °С, что может привести к массовой гибели рыб.
- вследствие большого содержания органических веществ в водной среде прудовых экосистем, поступающих из водоподающих каналов и рек, бесконтрольного внесения органических удобрений, применения низкосортных несбалансированных комбикормов и кормосмесей, которые оседают на дно и там разлагаются, увеличивается содержание фосфора, который в свою очередь, приводит к массовому развитию токсичных сине-зеленых водорослей, снижению количества растворенного кислорода вследствие биологического и химического его потребления.

Изучив видовой состав сформировавшегося в данных экологических условиях биоценоза зообентосных организмов, ориентируясь на труды зарубежных и отечественных паразитологов и ихтиопатологов, нами были выявлены следующие виды промежуточных хозяев экто- и эндопаразитов карповых рыб, выращиваемых в вышеуказанных рыбохозяйственных прудах. В первую очередь, водные моллюски:

- беззубки *Anodonta cygnea* чаще всего инвазируются метатеркариями *E. robustum*, которые поражают ткани мантии. К слову, многими зарубежными специалистами-паразитологами отмечено, что у *Anodonta hypnorum*, *Unio pictorum* инвазии трематодами обнаруживаются крайне редко;
- брюхоногие моллюски *Physa acuta*, *Physa fontinalis*, *Planorbis planorbis*, *Lymnaea ovata* являются промежуточными хозяевами для таких трематод, как *N. attenuatus*, *A. minor*, *Psiloterma*, *Plagiochis laticola*, *H. conoideum*, *C. cornutus*, *E. robustum*.

Потенциально неблагополучными по диплостомозам могут быть все водоемы, где обитают моллюски р. *Lymnaea*, которые хотя бы изредка посещаются рыбадными птицами, выступающими окончательными хозяевами диплостомид.

Так, по данным, полученным ихтиопатологом Научно-исследовательского института рыбоводства Ж. Н. Номоновым, за-



раженность рыб диплостомозом в летнее время 2023 г. в рыбоводческом хозяйстве Янгиюльского района Ташкентской области составила ЭИ – 13 %, ИИ – 1–2; а ботриоцефалезом – на ЭИ – 28,6 %.

В летний период 2023 г. (с самого начала июля и до середины августа) держалась аномальная температура воздуха свыше +45 °С, температура воды резко поднималась до +32...+33 °С из-за практически нулевой проточности в рыбохозяйственных прудах данных хозяйств, ввиду дефицита воды.

С увеличением объема окислительно-восстановительных реакций, направленных на расщепление избыточного органического вещества, увеличивается химическое потребление кислорода, поэтому в водоемах остается меньше кислорода для дыхания живых организмов. Из-за ухудшения гидрохимического и гидрологического режимов воды, отсутствия стока количество поступивших питательных веществ снизилось почти на 50 %.

Все вышеперечисленное вызвало серьезный стресс в период роста рыб. В первую очередь, поражался раневой аппарат, что приводило к хроническому некрозу раны, ухудшалось снабжение организма кислородом, замедлялись рост и развитие.

Взяв под контроль вышеперечисленные неблагоприятные факторы, вполне возможно снизить уровень внешнего воздействия, что, в свою очередь, воспрепятствует распространению заболеваний среди промысловых видов рыб, выращиваемых в изучаемых нами прудовых хозяйствах.

Авторы выражают свою благодарность коллегам и партнерам: руководителю и научно-исследовательскому коллективу РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», находящемуся в г. Минск Республики Беларусь – за плодотворное сотрудничество;

заведующему лаборатории «Ихтиопатология» Ж. Н. Номонову и специалисту по гидрохимии Э. Х. Рахимжановой Научно-исследовательского института рыбоводства Республики Узбекистан – за сотрудничество и содействие в проведении гидрохимических и ихтиопатологических исследований.

Также выражаем свою благодарность партнерам из вышеназванной Унитарной компании, взявшей в долгосрочную аренду рыбохозяйственные пруды, находящиеся в Янгиюльском районе



Ташкентской области, за предоставление возможности сбора информации и проведения эколого-ихтиопатологических исследований.

Список использованных источников

1. Pantle, R. Die Biologische Überwachung der Gewässer und Die Darstellung der Ergebnisse / R. Pantle, H. Buck // *Gas- und Wasserfach*. — 1955. — Bd. 96, № 18. — S. 1–604.
2. Баликлар паразитар касалликларни аниқлаш бўйича методик қўлланма: методик қўлланма / тузувчилар: Ф. Д. Акрамова, А. Р. Курбанов, Ф. Э. Сафарова. — Тошкент: Fan va texnologiya, 2019. — 44 с.
3. Вудивис, Ф. Биотический индекс р. Трент. Макробеспозвоночные и биологическое обследование / Ф. Вудивис // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям: тр. сов.-англ. семинара, Валдай, СССР, 12–14 июля 1976 г. / Смеш. сов.-англ. ком. по сотрудничеству в обл. охраны окружающей среды, Гл. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР; редкол.: Г. Г. Винберг [и др.]. — Л., 1977. — С. 132–161.
4. Игнаткин, Д. С. Экологическая роль гидро- и амфибионтов в циркуляции трематодозов домашних птиц на территории Ульяновской области / Д. С. Игнаткин, Е. М. Романова, Т. А. Индирякова // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. — 2014. — № 2. — С. 50–55.
5. Курбанов, А. Р. Методы анализа качества воды в рыбном хозяйстве: инструкция / А. Р. Курбанов, С. И. Ким. — Ташкент: [б. и.], 2020. — 44 с.
6. Мустафаева, З. А. Методы гидробиологического мониторинга водных объектов Узбекистана: метод. пособие / З. А. Мустафаева, У. Т. Мирзаев, Б. Г. Камилов. — Ташкент: Навруз, 2017. — 112 с.
7. Номонов, Ж. Н. Баликчилик ҳўжаликлариди етиштириладиган баликларнинг эктопаразит билан зарарланиши / Ж. Н. Номонов // *Innovations in Technology and Science Education*. — 2023. — Vol. 2, iss. 8. — P. 580–587.
8. Методы гидробиологического мониторинга водных объектов региона Центральной Азии : рекомендации РУз 52.25.32-97 / под ред. В. Н. Тальских. — Ташкент : Главгидромет, 1997. — 67 с.
9. Ховуз баликчилигида учрайдиган касалликлар ва уларнинг профилактик тадбирлар бўйича тавсиянома: тавсиянома / тузувчилар: Ф. Д. Акрамова [и др.]. — Тошкент: [б. и.], 2021. — 56 с.

Reference

1. Pantle R., Buck H. Die Biologische Überwachung der Gewässer und Die Darstellung der Ergebnisse. *Gas- und Wasserfach*. [Gas and Water Compartment], 1955, vol. 96, no. 18, pp. 1–604 (in German).



2. Akramova F. D., Kurbanov A. R., Safarova F. E. (eds.). *Baliqlar parazitlar kasalliklarini aniqlash biiicha metodik qyillanma: metodik qyillanma* [Fish methodical guide to the detection of Parasitic Diseases: methodical guide]. Tashkent, Fan va texnologiya, 2019. 44 p. (in Uzbek).
3. Vudivis F. The biotic index of river Trent. Macroinvertebrates and biological examination. *Nauchnye osnovy kontrolya kachestva poverkhnostnykh vod po gidrobiologicheskim pokazatelyam: tr. sov.-angl. seminar, Valdai, SSSR, 12–14 iyulya 1976 g.* [Scientific foundations of surface water quality control according to hydrobiological indicators: tr. sov.-engl. seminar, Valdai, USSR, 12–14 July 1976]. Leningrad, 1977, pp. 132–161 (in Russian).
4. Ignatkin D. S., Romanova E. M., Indiryakova T. A. The ecological role of hydro- and amphibions in the circulation of trematodes of domestic birds in the Ulyanovsk region. *Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaystvennoi akademii = Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*, 2014, no. 2, pp. 50–55 (in Russian).
5. Kurbanov A. R., Kim S. I. *Metody analiza kachestva vody v rybnom khozyaistve: instruktsiya* [Methods for analyzing water quality in fisheries : instructions]. Tashkent, 2020. 44 p. (in Russian).
6. Mustafaeva Z. A., Mirzaev U. T., Kamilov B. G. *Metody gidrobiologicheskogo monitoringa vodnykh ob'ektov Uzbekistana* [Methods of hydrobiological monitoring of water bodies in Uzbekistan]. Tashkent, Navruz, 2017. 112 p. (in Russian).
7. Nomonov Zh. N. Ectoparasite infestation of fish grown in fish farms. *Innovations in Technology and Science Education*, 2023, vol. 2, no. 8, pp. 580–587 (in Uzbek).
8. Tal'skikh V. N. (ed.). *Metody gidrobiologicheskogo monitoringa vodnykh ob'ektov regiona Tsentral'noi Azii: rekomendatsii RUz 52.25.32-97* [Methods of hydrobiological monitoring of water bodies in the Central Asian region: recommendations of the Republic of Uzbekistan 52.25.32-97]. Tashkent, Glavgidromet, 1997. 67 p. (in Russian).
9. Akramova F. D. (ed.) et al. *Khovuz baliqchiligida uchraidigan kasalliklar va ularning profilaktik tadbirlar biiicha tavsiyanoma: tavsiyanoma* [Recommendations for the prevention of diseases and their prevention: recommendation]. Tashkent, 2021. 56 p. (in Uzbek).

Сведения об авторах

Тимова Наталья Олеговна – младший научный сотрудник, Научно-исследовательский институт рыбоводства (ул. Чирчикская, 1, 111808, Янгийский район, Ташкентская область, Республика Узбекистан). E-mail: narcissus14.07.1990@mail.ru

Курбанов Абдулла Рухуллаевич – доктор философских наук в сфере сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, директор, Научно-исследовательский институт рыбоводства (ул. Чирчикская, 1, 111808, Янгийский район, Ташкентская область, Республика Узбекистан).



юльский район, Ташкентская область, Республика Узбекистан). E-mail: kurbanov19859@mail.ru

Атабаева Наргис Каримовна — кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии, Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека (ул. Университетская, здание 2, г. Ташкент, Республика Узбекистан). E-mail: atabaeva_nargis@inbox.ru

Information about authors

Natalia O. Titova — Junior researcher, Scientific Research Institute of Fishery (1, Chirchik Str., 111808, Yangiyul district, Tashkent region, Republic of Uzbekistan). E-mail: narcissus14.07.1990@mail.ru

Abdulla R. Kurbanov — D.Sc. (Doctor of Philosophy in Agricultural Sciences), Senior Researcher senior researcher, Director, Scientific Research Institute of Fishery (1, Chirchik Str., 111808, Yangiyul district, Tashkent region, Republic of Uzbekistan). E-mail: kurbanov19859@mail.ru

Nargis K. Atabaeva — Ph.D. (Biological), Associate Professor, Department of Ecology, National University of Uzbekistan. Mirzo Ulugbek (Universitetskaya Str., building 2, Tashkent, Republic of Uzbekistan). E-mail: atabaeva_nargis@inbox.ru

УДК 639.331.7

Поступила в редакцию 01.11.2024
Received 01.11.2024

Ж. Н. Номонов¹, А. Э. Кучбоев², Б. Б. Соатов³

¹*Научно-исследовательский институт рыбоводства при Государственном комитете ветеринарии и развития животноводства Республики Узбекистан, Ташкентская область, Янгиюльский район, ССГ Кукаламзор, Республика Узбекистан*

²*Институт зоологии Академии наук Республики Узбекистан, Ташкент, Республика Узбекистан*

³*Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека, Ташкент, Республика Узбекистан*

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И МОРФОЛОГИЯ ЦЕСТОДЫ *SHIZOCOTYLE ACHEILOGNATHI* В ПРУДОВОМ РЫБОВОДСТВЕ УЗБЕКИСТАНА

Аннотация. В данной статье представлена морфология цестоды *Schyzocotyle acheilognathi*, обнаруженной у рыб крупных промыслов Ферганской, Сырдарьинской и Ташкентской областей нашей Республики. В результате исследований установлено, что 22 из



225 проб рыб трех исследованных видов (*Cyprinus carpio*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Ctenopharyngodon idella*) были заражены *S. acheilognathi*, причем самый высокий уровень заражения зафиксирован в Ташкентской области (12 %). Средняя длина паразитических цестод составила $15,30 \pm 0,42$ мм, ширина тела – $0,204 \pm 0,006$ мм, длина сколексов – $1,2 \pm 0,02$ мм. Установлено, что длина яйца составляет $0,55 \pm 0,04$ мм, ширина – $0,045 \pm 0,006$ мм.

Ключевые слова: *Schyzocotyle acheilognathi*, цестода, паразит, морфология

Jaloliddin N. Nomonov¹, Abdurakhim E. Kuchboev², Bakhrom B. Soatov³

¹Scientific Research Institute of Fishery, Yangiyul district, Tashkent region, Republic of Uzbekistan

²Institute of Zoology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Republic of Uzbekistan

³National university of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent, Republic of Uzbekistan

DISTRIBUTION AND MORPHOLOGY OF THE CESTODE *SHIZOCOTYLE ACHEILOGNATHI* IN POND FISH FARMING IN UZBEKISTAN

Abstract. This article presents the morphology of cestode *Schyzocotyle acheilognathi* found in fish from large fisheries of the Fergana, Syrdarya and Tashkent regions of our Republic. The research has shown that 22 out of 225 fish samples of three studied species (*Cyprinus carpio*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Ctenopharyngodon idella*) were infected with *S. acheilognathi*, with the highest infection rate recorded in the Tashkent region (12 %). The average length of parasitic cestodes was 15.30 ± 0.42 mm, body width 0.204 ± 0.006 mm, scolex length 1.2 ± 0.02 mm. The egg length was found to be 0.55 ± 0.04 mm and width 0.045 ± 0.006 mm.

Keywords: *Schyzocotyle acheilognathi*, cestode, parasite, morphology

Введение. В 1934 г. японский гельминтолог Сатю Ямагучи впервые описал паразита *Acheilognathus rhombeus* Temmink, Schlegel, 1846, обнаруженного в озере Огура (префектура Киото, Хонсю) в Японии, и отнес его к двум разным видам – *B. acheilognathi* и *B. opsariichthydis* [16]. Позднее последующими исследователями эти виды были признаны синонимами, а название исходного вида, описанного Ямагучи, было сохранено



по правилам приоритета [4, 15]. По данным Национального центра биотехнологической информации (NCBI), предлагаемое научное название — *Schyzocotyle acheilognathi*, а гомотипический синоним — *B. acheilognathi*. Общепринятые международные и общеупотребительные названия — азиатский рыбий цепень или азиатский кольцевой червь [7].

Вид *S. acheilognathi* — цестода отряда *Pseudophyllidea* семейства *Bothriocephalidae*, вызывающая широко распространенные цестодозы у рыб и паразитирующая в их пищеварительной системе рыб, главным образом, в кишечнике [17]. В развитии *S. acheilognathi* основным хозяином является рыба [11], а промежуточным хозяином — циклопоидные копеподы, обычно представители родов *Acantocyclops*, *Macrocyclops*, *Mesocyclops*, *Tropiscyclops* и *Diacyclops* [5, 6]. Впервые этот вид был отмечен в Узбекистане О. Османовым в 1963 г. во время его исследований в реке Чирчик Ташкентской области. Позднее Б. Бабаев (1964), Б. Алламуратов (1965), А. Уразбаев (1966), Ф. Сафарова (2017), Алламуратова (2021) и Б. Соатов (2023) определили этот вид в нескольких водоемах Узбекистана.

Материалы и методы. Материалом для исследования послужили 225 рыб семейства карповых. С января 2023 по февраль 2024 г. из рыбных хозяйств «Ibragimov Doston fayz» Ферганской области, «Erkin baliq havza» Сырдарьинской области и «Khorrot fish house» в Ташкентской области были добыты и обработаны в полевых условиях самки и самцы карпа/сазана (*Cyprinus carpio*) — 75 экз., белого толстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix*) — 75 и белого амура (*Ctenopharyngodon idella*).

У каждой рыбы внутренние органы, включая желудок и кишечник, исследовали на наличие цестод с помощью ножниц и пинцета. В ходе исследования образцы цестод из желудка и кишечника аккуратно собирали пинцетом и фиксировали в 70%-м растворе этанола для длительного хранения. Полученные образцы были доставлены в лабораторию ихтиопатологии НИИРХ для морфологических исследований. Образцы паразитов фотографировали под стереомикроскопом KERN OZL 463 (Германия), оснащенным цифровой камерой Spot insinght 2,0 Мп. Для морфологической идентификации видов использовали имеющуюся литературу [5]. Распространенность, интен-



сивность и степень инвазии определяли по данным работы Margolis et al. (1982) [8, 9].

Результаты исследований. В результате исследований отмечено, что 22 из 225 рыб *Cyprinus carpio*, *Hypophthalmichthys molitrix* и *Stenopharyngodon idella*, собранных в рыбных хозяйствах Ферганской, Сырдарьинской и Ташкентской областей, были заражены паразитом *S. acheilognathi*. В частности, цестодами *Schyzocotyle acheilognathi* были заражены из 75 проб рыбы, собранных в фермерском хозяйстве «Ibragimov Doston fayz» Ферганской области, – 7 (9,3 %), собранных в фермерском хозяйстве «Erkin baliq havza» Сырдарьинской области, – 6 (8,0 %), в фермерском хозяйстве «Khorrot fish house» в Ташкентской области – 9 (12,0 %) При этом экстенсивность инвазии в Ташкентской области на 2,7 % выше, чем в Ферганской области, и на 4 % выше, чем в Сырдарьинской области, а интенсивность инвазии одинакова в хозяйствах всех трех областей, т. е. 1–3 паразита на рыбу (табл. 1). Обнаруженные паразитические цестоды были в основном сосредоточены в переднем отделе кишечника рыб, но отдельные паразиты распространялись по всей длине кишечника. Они были заметны невооруженным глазом сквозь прозрачные стенки кишечника.

Таблица 1. Заражение *Schyzocotyle acheilognathi* рыб в прудовых хозяйствах Ферганской, Сырдарьинской и Ташкентской областей

Table 1. Infection of fish with *Schyzocotyle acheilognathi* in pond farms of the Fergana, Syrdarya and Tashkent regions

Области изучения	Количество обследованных рыб	Степень заражения		Интенсивность заражения
		количество зараженных рыб	%	
Ташкентская область «Khorrot fish house»	75	9	12,0	1–3
Ферганская область «Ibragimov Doston Fayz»	75	7	9,3	1–3
Сырдарьинская область «Erkin baliq havzasi»	75	6	8,0	1–3
Итого	225	22	9,7	1–3

В ходе наших исследований мы ознакомились с рядом научных работ по показателям зараженности рыб указанной цестодой. Например, по данным Ф. Сафаровой [10], в водоемах среднего



течения реки Сырдарья 7,7 % карповых рыб были заражены *S. acheilognathi*, тогда как Алламуратова отмечала, что указанным паразитом были заражены 33,3 % карпа (*Cyprinus carpio*), пойманные из озера Тортколь (Каракалпакстан). Однако другие исследователи [18] отмечали, что зараженность *S. acheilognathi* рыб (*Cyprinus carpio*), выловленных в водоемах Аякогитма в Бухарской области, была гораздо ниже и составляла 3,0 %. Так, наши исследования показали, что индекс заражения в обследованных хозяйствах выше, чем аналогичный показатель в Бухарской и Сырдарьинской областях, но ниже, чем в озере Тортколь Республики Каракалпакстан. Следовательно, видно, что уровень инвазии по регионам на данный момент существенно различается.

В ходе исследования отмечено, что пораженность паразитом *S. acheilognathi* по видам пойманных рыб была следующей (табл. 2).

Таблица 2. Зараженность изученных рыб цестодой *Schyzocotyle acheilognathi*
Table 2. Infection of the studied fish with the cestode *Schyzocotyle acheilognathi*

Вид рыбы	Количество обследованных рыб	Степень заражения		Интенсивность заражения
		количество зараженных рыб	%	
<i>Cyprinus carpio</i>	75	7	9,3	1–3
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	75	5	6,6	1–3
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	75	10	13,3	1–3
Итого	225	22	9,7	1–3

По данным табл. 2 видно, что зараженность белого амура *S. acheilognathi* составила 13,3 %. Было показано, что этот показатель выше, чем у двух других пойманных видов рыб (карпа и белого толстолобика). Самый низкий показатель был у толстолобика, зараженность которого составила 6,6 %. Следует отметить, что по данным [9], показатель зараженности белого амура выше, чем у других видов рыб. Возможно, этот аспект может быть связан с их промежуточными хозяевами, так как они прикрепляются к чужеродным водорослям, а белый амур питается этими водорослями, потребляя зараженных промежуточных хозяев [12].

В связи с тем что эти паразитические цестоды часто встречаются в ходе наших исследований и широко распространены в прудовых хозяйствах нашей республики, приведем общие сведения о морфологии вида *S. acheilognathi* (все собранные нами образцы паразитов были изучены и подвергнуты морфологическому анализу).



Морфология паразита. Паразитов можно увидеть невооруженным глазом, так как их средняя длина составляла $15,30 \pm 0,42$ мм, а средняя ширина тела $0,204 \pm 0,006$ мм. Средняя длина сколекса (головки) – $1,2 \pm 0,02$ мм, ширина головной части – $1,0 \pm 0,04$ мм, кончик головы заканчивается тонкой сердцевидной формой (рис. 1, табл. 3).

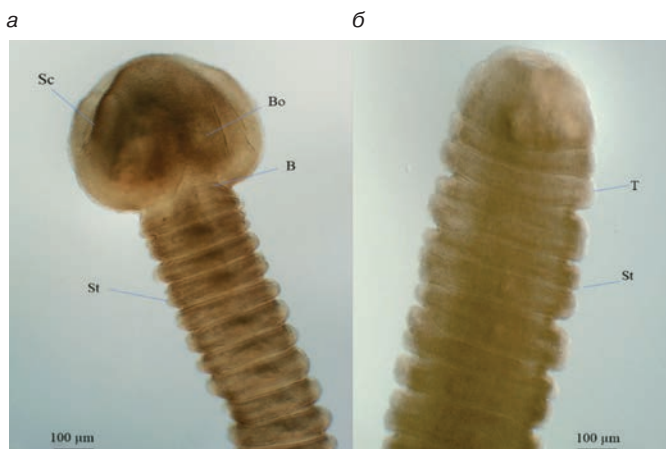


Рис. 1. Морфология вида *Schyzocotyle acheilognathi* (оригинал):
а – передняя часть тела; б – задняя часть тела; Sc – сколекс; Bo – ботрия; В – шея;
St – стробила; Т – яичник

Fig. 1. Morphology of the species *Schyzocotyle acheilognathi* (original):
а – anterior part of the body; б – posterior part of the body; Sc – scolex; Bo – botrium;
B – neck; St – strobila; T – ovary

Таблица 3. Морфологические размеры вида *Schyzocotyle acheilognathi*, мм
Table 3. Morphological dimensions of the species
Schyzocotyle acheilognathi, mm

Параметры	T. Scholz, 1997	J. Ara, 2000	S. Akhter, 2008	Наши данные (n=10)
Общая длина тела	22–35	17,5	17	16,5–18,0 ($15,30 \pm 0,42$)
Ширина тела	0,71–1,43	0,3	0,2–0,3	0,15–0,35 ($0,204 \pm 0,006$)
Длина сколекса (головы)	0,57–0,73	1,44–1,49	1,16	1,10–1,20 ($1,2 \pm 0,02$)
Ширина сколекса (головы)	0,66–1,12	1,15–1,17	1,12	0,90–1,15 ($1,0 \pm 0,04$)



Параметры	T. Scholz, 1997	J. Ara, 2000	S. Akhter, 2008	Наши данные (n=10)
Шея	0,160–0,504	1,0–1,03	0,06–0,05	0,70–1,02 (0,60±0,001)
Ботрия	—	0,58–0,60	0,2–0,05	0,38–0,42 (0,25±0,002)
Длина яйца	0,045–0,059	0,049–0,051	0,058	0,050–0,070 (0,55±0,04)
Ширина яйца	—	0,021–0,24	0,062	0,050–0,060 (0,045±0,006)

Головка паразита (сколекс) имеет сердцевидную форму и имеет две ботрии (ямочки), с помощью которых паразит прикрепляется к слизистой оболочке кишечника.

Стробила (тело) состоит из ряда члеников, форма члеников квадратная, в каждом из которых расположены как мужская, так и женская половая система. Яички расположены по обе стороны сустава. Циррус и влагалище открываются на дорсальную поверхность членика одним общим половым отверстием. Яичник двухлопастный, расположен в нижней части членика [3, 5].

По данным исследователей [12, 13], отмечено, что длина *S. acheilognathi* составляет 22–35 мм, а ширина тела – 0,71–1,43 мм. В исследованиях Дж. Ара упоминалось, что длина цестоды – 17,5 мм, длина яйца – 0,049–0,051 мм, ширина – 0,021–0,24 мм [2]. С. Ахтер в своей исследовательской работе отметил, что длина сколекса составляет 1,16 мм [1]. По данным Т. Софи и др., длина составляет 0,8–1,61 мм [14]. Морфометрические показатели, полученные для вида *S. acheilognathi*, практически соответствуют данным, представленным в зарубежной литературе.

Заключение. В проведенных исследованиях изучены распространение, интенсивность инвазии, морфологические признаки цестоды *Schyzocotyle acheilognathi*, паразитирующей у карповых рыб в рыбоводных хозяйствах Ферганской, Сырдарьинской и Ташкентской областей.

В результате средняя экстенсивность инвазии в обследованных хозяйствах составила 9,7 %, а интенсивность инвазии – от 1 до 3 паразитов на рыбу. Среди видов рыб наиболее пораженным



оказался белый амур (*Stenopharyngodon idella*), показатель экстенсивности инвазии у которого составил 13,3 %.

Средняя длина цестод составила $15,30 \pm 0,42$ мм, ширина тела — $0,204 \pm 0,006$ мм, длина сколексов — $1,2 \pm 0,02$ мм. Длина яйца составляла $0,55 \pm 0,04$ мм, ширина — $0,045 \pm 0,006$ мм. Результаты проведенных морфометрических измерений морфологически соответствовали представленному в литературе типу *S. acheilognathi*.

Список использованных источников

1. Akhter, S. Infection dynamics of *Bothriocephalus acheilognathi* in the copepod intermediate host / S. Akhter, F. Ahmad, M. Z. Chishti // *Oriental Science*. — 2008. — Vol. 15. — P. 55–59.
2. Ara, J. First record of pseudophyllidean cestode, *Bothriocephalus* (Rudolphi, 1808) from fishes of Kashmir / J. Ara, A. R. Khan, F. Ahmad // *Oriental Science*. — 2000. — Vol. 5, iss. 1. — P. 23–26.
3. Molecular phylogeny of the *Bothriocephalidea* (Cestoda): molecular data challenge morphological classification / J. Brabec, A. Waeschenbach, T. Scholz [et al.] // *International Journal for Parasitology*. — 2015. — Vol. 45, iss. 12. — P. 761–771.
4. Paralogues of nuclear ribosomal genes conceal phylogenetic signals within the invasive Asian fish tapeworm lineage: evidence from next generation sequencing data / J. Brabec, R. Kuchta, T. Scholz, D. T. J. Littlewood // *International Journal for Parasitology*. — 2016. — Vol. 46, iss. 9. — P. 555–562.
5. Update on the distribution of the invasive Asian fish tapeworm, *Bothriocephalus opsariichthydis*, in the U.S. and Canada / A. Choudhury, E. Charipar, P. Nelson [et al.] // *Comparative Parasitology*. — 2006. — Vol. 73, iss. 2. — P. 269–273.
6. Chubb, J. C. The Chinese tapeworm *Bothriocephalus opsariichthydis*, Yamaguti, 1934 (Synonym *Bothriocephalus gowkongensis* Yeh, 1955) in Britain / J. C. Chubb // *Proceedings of the 2nd British Freshwater Fish Conference*. — Liverpool, 1981. — P. 40–51.
7. Hansen, S. P. Evidence of experimental postcyclic transmission of *Bothriocephalus acheilognathi* in bonytail chub (*Gila elegans*) / S. P. Hansen, A. Choudhury, R. A. Cole // *Journal of Parasitology*. — 2007. — Vol. 93, iss. 1. — P. 202–204.
8. The use of ecological terms in parasitology (report on an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists) / L. Margolis, G. W. Esch, J. C. Holmes [et al.] // *The Journal of Parasitology*. — 1982. — Vol. 68, iss. 1. — P. 131–133.
9. Morphological and molecular description of *Contracaecum* sp. larvae (Nematoda: Anisakidae) in common rudd fish of the Shurkul Reservoir of Uzbekistan / B. B. Soatov, A. E. Kuchboev, R. R. Karimova,



- O. O. Amirov // Biodiversitas Journal of Biological Diversity. — 2023. — Vol. 24, iss. 4. — P. 2031–2036.
10. Safarova, F. E. O'zbekiston shimoliy-sharqiy suv havzalaridagi Cyprinidae oilasi baliqlarining gelmintlari : diss. ... boil. fanlari bo'yicha falsafa dr. / F. E. Safarova ; — Tashkent, 2017. — 120 b.
11. Scholz, T. Bothriocephalus opsariichthydis / T. Scholz, R. Kuchta, C. Williams // Fish parasites: pathobiology and protection / ed.: P. T. K. Woo, K. Buchmann. — Wallingford, 2012. — P. 282–297.
12. Scholz, T. A revision of the species of Bothriocephalus Rudolphi, 1808 (Cestoda: Pseudophyllidea) parasitic in American freshwater fishes / T. Scholz // Systematic Parasitology. — 1997. — Vol. 36. — P. 85–107.
13. Assis, J. C. A. de. Infection of guppies (Poecilia reticulata) with the Asian fish tapeworm Schyzocotyle acheilognathi in an urban stream in Brazil / J. C. A. de Assis, H. A. Pinto // Brazilian Journal of Veterinary Parasitology. — 2024. — Vol. 33, iss. 1. — Art. № e020323.
14. Tanveer, A. S. Ultrastructure morphology of the pseudophyllidean cestode Bothriocephalus achilognathi, from Schizothorax species of Kashmir / A. S. Tanveer, A. Fayaz // DAV International Journal of Science. — 2012. — Vol. 1, iss. 2. — P. 147–156.
15. Tanveer, A. S. Ultrastructure morphology of the pseudophyllidean cestode Bothriocephalus achilognathi, from Schizothorax species of Kashmir / A. S. Tanveer, A. Fayaz // DAV International Journal of Science. — 2012. — Vol. 1, iss. 2. — P. 147–156.
16. Yamaguti, S. Studies on the helminth fauna of Japan. Part 4. Cestodes of fishes / S. Yamaguti // Japanese Journal of Zoology. — 1934. — Vol. 6, iss. 1. — P. 1–112.
17. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР: [в 3 т.] / АН СССР, Зоол. ин-т; под ред. О. Н. Бауера. — Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1984–1987. — Т. 3: Паразитические многоклеточные, ч. 2 / сост.: В. В. Авдеев [и др.]; отв. ред. О. Н. Бауер. — 1987. — 583 с. — (Определители по фауне СССР, изд. Зоол. ин-том АН СССР; вып. 149).
18. Soatov, B. B. KarpSimon (Syprinidae) oilasi baliqlarining Bothriocephalus Opsariichthydis (Yamaguti, 1934) sestodasi bilan zararlanishi / B. B. Soatov // Xorazm mamun akademiyasi axborotnomasi. — 2022. — Vol. 9, № 1. — P. 131–135.

Reference

1. Akhter S., Ahmad F., Chishti M. Z. Infection dynamics of Bothriocephalus acheilognathi in the copepod intermediate host. *Oriental Science*, 2008, vol. 15, pp. 55–59.
2. Ara J., Khan A. R., Ahmad F. First record of Pseudophyllidean cestode, Bothriocephalus (Rudolphi, 1808) from fishes of Kashmir. *Oriental Science*. 2000, vol. 5, iss. 1, pp. 23–26.



3. Brabec J., Waeschenbach A., Scholz T., Littlewood D. T., Kuchta R. Molecular phylogeny of the Bothriocephalidea (Cestoda): molecular data challenge morphological classification. *International Journal for Parasitology*, 2015, vol. 45, iss. 12, pp. 761–771.
4. Brabec J., Kuchta R., Scholz T., Littlewood D. T. J. Paralogues of nuclear ribosomal genes conceal phylogenetic signals within the invasive Asian sh tapeworm lineage: evidence from next generation sequencing data. *International Journal for Parasitology*, 2016, vol. 46, iss. 9, pp. 555–562.
5. Choudhury A., Charipar E., Nelson P., Hodgson J. R., Bonar S., Cole R. A. Update on the distribution of the invasive Asian fish tapeworm, *Bothriocephalus opsariichthydis*, in the U.S. and Canada. *Comparative Parasitology*, 2006, vol. 73, iss. 2, pp. 269–273.
6. Chubb J. C. The Chinese tapeworm *Bothriocephalus opsariichthydis*, Yamaguti, 1934 (Synonym *Bothriocephalus gowkongensis* Yeh, 1955) in Britain. *Proceedings of the 2nd British Freshwater Fish Conference*. Liverpool, 1981, pp. 40–51.
7. Hansen, S. P., Choudhury A., Cole R. A. Evidence of experimental postcyclic transmission of *Bothriocephalus acheilognathi* in bonytail chub (*Gila elegans*). *Journal of Parasitology*, 2007, vol. 93, iss. 1, pp. 202–204.
8. Margolis L., Esch G. W., Holmes J. C., Kuris A. M., Schad G. A. The use of ecological terms in parasitology (report on an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). *The Journal of Parasitology*, 1982, vol. 68, iss. 1, pp. 131–133.
9. Soatov B. B., Kuchboev A. E., Karimova R. R., Amirov O. O. Morphological and molecular description of *Contracaecum* sp. larvae (Nematoda: Anisakidae) in common rudd fish of the Shurkul Reservoir of Uzbekistan. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 2023, vol. 24, iss. 4, pp. 2031–2036.
10. Safarova F. E. *O'zbekiston shimoliy-sharqiy suv havzalaridagi Cyprinidae oilasi baliqlarining gelmintlari: diss. ... boil. fanlari bo'yicha falsafa dr.* [Helminths of fish of the Cyprinidae family in the north-eastern water bodies of Uzbekistan: diss. ... for the degree of Dr. of Philosophy]. Tashkent, 2017. 120 p. (in Uzbek).
11. Scholz T., Kuchta R., Williams C. *Bothriocephalus opsariichthydis*. *Fish parasites: pathobiology and protection*. Wallingford, 2012, pp. 282–297.
12. Scholz T. A revision of the species of *Bothriocephalus* Rudolphi, 1808 (Cestoda: Pseudophyllidae) parasitic in American freshwater fishes. *Systematic Parasitology*, 1997, vol. 36, pp. 85–107.
13. Assis J. C. A. de, Pinto H. A. Infection of guppies (*Poecilia reticulata*) with the Asian fish tapeworm *Schyzocotyle acheilognathi* in an urban stream in Brazil. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*, 2024, vol. 33, iss. 1, art. e020323.
14. Tanveer A. S., Fayaz A. Ultrastructure morphology of the pseudophyllidean cestode *Bothriocephalus achilognathi*, from *Schizothorax* species of



- Kashmir. *DAV International Journal of Science*, 2012, vol. 1, iss. 2, pp. 147–156.
15. Tanveer A. S., Fayaz A. Ultrastructure morphology of the pseudophyllidean cestode *Bothriocephalus achilognathi*, from *Schizothorax* species of Kashmir. *DAV International Journal of Science*, 2012, vol. 1, iss. 2, pp. 147–156.
16. Yamaguti S. Studies on the helminth fauna of Japan. Part 4. Cestodes of fishes. *Japanese Journal of Zoology*, 1934, vol. 6, iss. 1, pp. 1–112.
17. Bauer O. N. (ed.). *Opredelitel' parazitov presnovodnykh ryb fauny SSSR: [v 3 t.]*. [Determinator of parasites of freshwater fishes of the fauna of the USSR: in 3 vol.]. Leningrad, Nauka, 1984–1987, vol. 3: [Parasitic multicellular], pt. 2. 583 c. (Definitives on the fauna of the USSR, published by the Zoological Institute of the Academy of Sciences of the USSR; iss. 149) (in Russian).
18. Soatov B. B. Infection of carp (Syprinidae) family with cestode *Bothriocephalus Opsariichthydis* (Yamaguti, 1934). *Xorazm mamun akademiyasi axborotnomasi* [Khorezm Mamun Academy Newsletter], 2022, vol. 9, no. 1, pp. 131–135 (in Uzbek).

Сведения об авторах

Номонов Жалолiddин Носирович — младший научный сотрудник, Научно-исследовательский институт рыбоводства (ул. Чирчикская, 1, 111808, Янгийулский район, Ташкентская область, Республика Узбекистан). E-mail: nomonov2022@inbox.ru

Кучбоев Абдурахим Эргашевич — доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией молекулярной биологии, Институт зоологии Академии наук Республики Узбекистан (ул. Багишамол, 232, 100053, Ташкент, Республика Узбекистан). E-mail: a_kuchboev@rambler.ru

Соатов Бахром Бахтиёрович — доктор философских наук, кандидат биологических наук, доцент Джизакского филиала, Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека (ул. Рашидова, 259, 130100, Джизакская область, Джизак, Республика Узбекистан). E-mail: bahrom_soatov@mail.ru

Information about authors

Jaloliddin N. Nomonov — Junior researcher, Scientific Research Institute of Fishery (1, Chirchik Str., 111808, Yangiyul district, Tashkent region, Republic of Uzbekistan). E-mail: nomonov2022@inbox.ru

Abdurakhim E. Kuchboev — D.Sc. (Biological), Professor, Head of Molecular biology laboratory, Institute of Zoology (232, Bagishamol Str., 100053, Tashkent, Republic of Uzbekistan). E-mail: a_kuchboev@rambler.ru

Bakhrom B. Soatov — D.Sc. (Philosophy), PhD (Biological), associate professor of the Jizzakh branch of the National University of Uzbekistan (259, Rashidov Str., 130100, Jizzakh region, Jizzakh, Republic of Uzbekistan). E-mail: bahrom_soatov@mail.ru



СОДЕРЖАНИЕ

Агеец В. Ю., Костоусов В. Г. Оценка и перспективы развития аквакультуры в Республике Беларусь в свете общемировых тенденций.....	7
Костоусов В. Г. Рыболовство в Республике Беларусь: история развития, становление, современное состояние.....	34

ВОПРОСЫ СЕЛЕКЦИИ И ГЕНЕТИКИ

Агеец В. Ю., Вишневская О. Н., Сергеева Т. А., Книга М. В., Крук А. Ю., Орлов И. А., Жмойдяк Д. А., Войтюк Т. Ф., Царь А. И., Парфенчик М. С., Кипень В. Н., Лемеш В. А. Экстерьерные и генетические особенности белорусской популяции сарбоянской породы карпа	54
Вишневская О. Н., Книга М. В., Крук А. Ю., Сергеева Т. А., Орлов И. А., Жмойдяк Д. А. Характеристика физиолого-биохимических показателей сыворотки крови сеголетков коллекционных линий и кроссов карпа.....	80
Вишневская О. Н., Книга М. В., Сергеева Т. А., Крук А. Ю., Орлов И. А., Жмойдяк Д. А. Результаты формирования селекционного ядра карпа опытной линии с повышенной плодовитостью самок	97
Вишневская О. Н., Книга М. В., Сергеева Т. А., Орлов И. А., Крук А. Ю., Жмойдяк Д. А. Сравнительная характеристика результатов зимовки селекционируемых новых породных групп: создаваемой породы «Белорусский зеркальный» и чешуйчатого карпа, селекция которого направлена на совершенствование воспроизводительных качеств.....	109

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЫБОВОДСТВА

Агеец В. Ю., Пантелей С. Н., Сенникова В. Д., Исаенко М. Н., Голушкова И. К. Обоснование для разработки инновационных подходов к выращиванию рыбной продукции путем создания высокоэффективных биосистем и применения современных технических средств.....	124
Агеец В. Ю., Кошак Ж. В., Гадлевская Н. Н., Рыбкина Е. Е. Использование нового минерально-витаминного премикса в комбикормах для карпа.....	141
Туйчиев К. С., Гинатуллина Е. Н., Хужамов Ш. А. Технология разведения черной львинки в климатических условиях Узбекистана в целях применения в аквакультуре	152
Туйчиев К. С., Гинатуллина Е. Н. Эффективность кормления личинки <i>Hermetia Illucens</i> отрубями зерновых культур.....	165

**АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ**

Костоусов В. Г., Апсолихова О. Д., Прищепов Г. П., Попиначенко Т. И., Лишко В. И., Ласица В. А. О состоянии рыболовства и рыбных ресурсов рыбопромысловых озер Национального парка «Нарочанский» на современном этапе..... 181

Апсолихова О. Д., Попиначенко Т. И., Сенникова В. Д., Лишко В. И. Оценка современного состояния экосистемы Зельвянского водохранилища по результатам биомониторинга..... 200

**УСТОЙЧИВОСТЬ ГИДРОБИОНТОВ И КОНТРОЛЬ
НАД ПАТОГЕНАМИ**

Дегтярик С. М., Бычкова Е. И., Якович М. М., Говор Т. А., Максимьюк Е. В., Полоз С. В., Гребнева Е. И., Слободницкая Г. В., Беспалый А. В., Голушкова И. К. Видовой состав бактериофлоры интродуцированных видов рыб в рыбоводных хозяйствах и естественных водоемах Беларуси..... 218

Курбанов А. Р., Дегтярик С. М., Полоз С. В., Миролимова Ш. М., Бекмуродова Г. А., Титова Н. О., Номонов Ж. Н., Беспалый А. В., Слободницкая Г. В., Максимьюк Е. В., Говор Т. А., Гребнева Е. И. Паразитофауна рыб – объектов аквакультуры Беларуси и Узбекистана.... 234

Титова Н. О., Курбанов А. Р., Атабаева Н. К. Оценка влияния экологических факторов на безопасность рыбной продукции (живой рыбы), производимой в рыбоводческих хозяйствах Ташкентской области..... 257

Номонов Ж. Н., Кучбоев А. Э., Соатов Б. Б. Распространение и морфология цестоды *Shizocotyle acheilognathi* в прудовом рыбоводстве Узбекистана..... 283



CONTENTS

Aheyets U. Yu., Kostousov V. G. Assessment and prospects for aquaculture development in the Republic of Belarus in light of global trends.....	7
---	---

Kostousov V. G. Fishing in the Republic of Belarus: history of development, formation, current state.....	34
--	----

SELECTION ISSUES AND GENETICS

Aheyets U. Yu., Vishneuskaya O. N., Sergeeva T. A., Kniga M. V., Kruk A. Yu., Orlov I. A., Zhmoydyak D. A., Tsar N. I., Parfenchyk M. S., Kipen V. N., Lemesh V. A. Exterior and genetic features of the belarusian population of sarboyan carp breed	54
--	----

Vishneuskaya O. N., Kniga M. V., Kruk A. Yu., Sergeeva T. A., Orlov I. A., Zhmoydyak D. A. Characteristics of physiological and biochemical parameters of blood serum of fingerlings of collection lines and crosses of carp	80
---	----

Vishneuskaya O. N., Kniga M. V., Sergeeva T. A., Kruk A. Yu., Orlov I. A., Zhmoydyak D. A. Results of the formation of a selection core of carp with increased fertility of females.....	97
---	----

Vishneuskaya O. N., Kniga M. V., Sergeeva T. A., Orlov I. A., Kruk A. Yu., Zhmoydyak D. A. Comparative characteristics of the results of wintering of new selection groups of carp: the created breed “Belarusian mirror” and scaly carp, the selection of which is aimed at improving reproductive qualities.....	109
---	-----

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF FISH FARMING

Aheyets U. Yu., Panteley S. N., Sennikova V. D., Isaenko M. N., Haluskova I. K. Justification for the development of innovative approaches to the cultivation of fish products through the creation of highly efficient biosystems and the use of modern technical solutions	124
---	-----

Aheyets U. Yu., Koshak Z. V., Hadlevskaya N. N., Rybkina E. E. Use of a new mineral-vitamin premix in compound feed for carp	141
---	-----

Tuychiyev K. S., Ginatullina Y. N., Xujamov Sh. A. Technology of breeding black soldier fly in the conditions of the Uzbekistan and application in aquaculture	152
---	-----

Tuychiyev K. S., Ginatullina Y. N. Efficiency of the cereal brans fed to <i>Hermetia Illucens</i> larvae	165
---	-----

**ASPECTS OF THE ECOLOGY OF INLAND RESERVOIRS**

- Kostousov V. G., Apsolikhova O. D., Prishchepov G. P., Popinachenko T. I., Lishko V. I., Lasitsa V. A.** On the state of fisheries and fish resources of fishing lakes of the National park "Narochansky" at the present stage..... 181
- Apsolikhova O. D., Popinachenko T. I., Sennikova V. D., Lishko V. I.** Assessment of the current state of the ecosystem Zelvyansky reservoir according to the results of biomonitoring..... 200

**THE RESISTANCE OF HIDROBIONTES AND CONTROL
OF PATOGENS**

- Dziahtsiaryk S. M., Bychkova E. I., Yakovich M. M., Hovar T. A., Maksimyuk Y. U., Polaz S. V., Hrebneva A. I., Slobodnitskaya H. U., Biaspaly A. V., Haluskova I. K.** The species composition of bacterioflora of introduced fish species in fish farms and natural water bodies of Belarus 218
- Kurbanov A. R., Degtyarik S. M., Polaz S. V., Mirolimova S. M., Bekmurodova G. A., Titova N. O., Nomonov J. N., Biaspaly A. V., Slobodnitskaya H. U., Maksimyuk Y. U., Hovar T. A., Grebneva A. I.** Parasitofauna of freshwater fishes in aquaculture of Belarus and Uzbekistan... 234
- Titova N. O., Kurbanov A. R., Atabaeva N. K.** Assessment of the influence of ecological factors on the safety of fish products (live fish) produced in fish farms in the Tashkent region..... 257
- Nomonov J. N., Kuchboev A. E., Soatov B. B.** Distribution and morphology of the cestode *Shizocotyle acheilognathi* in pond fish farming in Uzbekistan..... 283

Научное издание

ВОПРОСЫ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА БЕЛАРУСИ

*Сборник научных трудов
(включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь
для опубликования результатов диссертационных исследований)*

Основан в 1957 году

*Редакция не несет ответственности
за возможные неточности по вине авторов*

Выпуск 40

Компьютерная верстка *Е. А. Титовой*
Корректор *О. А. Соусь*

Подписано в печать 24.12.2024. Формат 60×84/16.
Бумага офсетная. Печать цифровая. Усл. печ. л. 16,97.
Уч.-изд. л. 15,79. Тираж 30 экз. Заказ 12.

Республиканское унитарное предприятие
«Информационно-вычислительный центр
Министерства финансов Республики Беларусь».
Свидетельства о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/161 от 27.01.2014, № 2/41 от 29.01.2014.
Ул. Кальварийская, 17, 220004, г. Минск.



ДЛЯ ЗАМЕТОК