



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 38

Минск
«ИВЦ Минфина»
2022

В сборнике публикуются научные материалы ихтиологических, рыбохозяйственных и гидробиологических исследований, проводимых в Республике Беларусь и других странах. 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) *Шейко И. П.*;

доктор биологических наук, профессор, директор ФГБУН «Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук» (Ярославская обл., Некоузский р-н, п. Борок, Россия) *Крылов А. В.*



REPUBLICAN DAUGHTER UNITARY ENTERPRISE
«FISH INDUSTRY INSTITUTE» OF THE REPUBLICAN
UNITARY ENTERPRISE
"SCIENTIFIC AND PRACTICAL CENTER OF THE BELARUS
NATIONAL ACADEMY FOR SCIENCES
ON 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

38th issue

Minsk
"IVC Minfina"
2022

The scientific materials of ichthyological, piscicultural and hydrobiological research conducted in Republic of Belarus on over regions are published in the collection. The main focus on 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 quality habitat of the natural ponds 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*

Professor, Biology, Head of the institute, Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences, (Yaroslavl region, Nekouzsky district, Borok village, Russia) *Alexandr Krylov*

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 — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой ихтиологии и рыбоводства УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», 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 научно-исследовательской лаборатории гидробиологии биологического факультета, Белорусский государственный университет, 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.

Марцуль 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, Head of Department of ichthyology and fish farming, Belarusian State Agriculture Academy, 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, research department of hydrobiology, Belarusian State University, 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 Martsul — 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 10.10.2022

<https://doi.org/10.47612/978-985-880-000000-0-2022-38-7-20>

Received 10.10.2022

В.Ю. Агеец, В.Г. Костоусов, О.Н. Марцель*РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр
Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Минск, Беларусь*

О РЕЗУЛЬТАТАХ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ ЗА 2021 ГОД

Аннотация: Представлены результаты по рыбохозяйственной деятельности и ее производственной базе за 2021 год. Основные направления ведения рыбного хозяйства в Республике Беларусь: аквакультура (рыбоводство) и ведение рыболовного хозяйства (рыболовство). Рыбохозяйственной деятельностью в стране занимается более 600 юридических и физических лиц, в том числе 15 специализированных прудовых рыбоводных хозяйств республиканской и коммунальной форм собственности. Общее число индустриальных хозяйств — 15. На начало 2022 года для выращивания рыбной продукции собственного производства пригодно не более 19,9 тыс. га выростных и нагульных прудов, до 8,6 тыс. га приспособленных прудов и обводненных карьеров и 3,6 тыс. м² садков и бассейнов индустриальных комплексов. Основным направлением остается прудовое, на долю которого в общем объеме производства товарной рыбы приходится более 98 %. В товарной аквакультуре Беларуси выращивается до 15 видов рыб. Доля карпа в общем объеме производства постепенно сокращается. В 2021 году доля карпа снижена с 92–98 % до 71,1 %, среди добавочных рыб несколько возросла доля растительноядных (до 13,8 %), отмечено снижения доли караса. Основу производства «ценных» видов в целом составили радужная форель и осетровые рыбы (77 % и 22 % соответственно), меньше всего приходится на африканского сома — менее 1 %. При сложившейся обеспеченности кормами и максимальном использовании ресурсов поликультуры потенциальный улов товарной прудовой рыбы оценивается величиной 9,11 тыс. т, потенциальный объем производства «ценных» видов рыб в индустриальном рыбоводстве Беларуси — величиной до 500–600 т, потенциальный объем вылова на арендуемых площадях может составить около 800 т в год, оценочный объем стабильного вылова раков из водоемов Беларуси может достигать около 5 тонн в год.

Ключевые слова: рыболовство, прудовое и индустриальное рыбоводство, видовая структура производства, объемы производства, производство продукции рыболовства и икры, вылов



U. Aheyets, V. Kostousov, O. Martsul

RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry”, Minsk, Belarus

ON THE RESULTS OF FISHERIES ACTIVITIES IN THE REPUBLIC OF BELARUS FOR 2021

Abstract: The results on fisheries activities and its production base for 2021 are presented. The main areas of fisheries management in the Republic of Belarus are aquaculture (fish farming) and fisheries management (fishing). More than 600 legal entities and individuals are engaged in fishery activities in the country, including 15 specialized pond fish farms of republican and municipal forms of ownership. The total number of industrial farms is 15. At the beginning of 2022, no more than 19.9 thousand hectares of outgrowth and feeding ponds, up to 8.6 thousand hectares of adapted ponds and watered quarries and 3.6 thousand m² of cages and pools of industrial complexes are suitable for growing fish products of their own production. The main direction remains pond fishing, which accounts for more than 98 % of the total production of commercial fish. Up to 15 species of fish are grown in commercial aquaculture in Belarus.

The share of carp in the total production volume is gradually decreasing. In 2021, the share of carp was reduced from 92–98 % to 71.1 %, the share of herbivores slightly increased among additional fish (up to 13.8 %), and a decrease in the share of crucian carp was noted. The basis of the production of “valuable” species in general was rainbow trout and sturgeon fish (77 % and 22 %, respectively), the African catfish accounts for the least — less than 1 %. Given the current availability of food and the maximum use of polyculture resources, the potential catch of marketable pond fish is estimated at 9.11 thousand tons, the potential production of “valuable” fish species in the industrial fish farming of Belarus is up to 500–600 tons, the potential catch on leased areas may amount to about 800 tons per year, the estimated volume of stable catch of crayfish from the reservoirs of Belarus can reach about 5 tons per year.

Keywords: fishing, pond and industrial fish farming, species structure of production, production volumes, production of fishing and caviar products, catch

Рыбное хозяйство Республики Беларусь представлено двумя основными направлениями: аквакультура (рыбоводство) — выращивание рыбы в искусственных условиях и ведение рыболовного хозяйства (рыболовство) — получение товарной продукции за счет вылова из естественных рыболовных угодий. Технологические приемы ведения аквакультуры



принципиально отличаются от приемов животноводства и растениеводства, и, прежде всего тем, что позволяют с большей эффективностью использовать первичные звенья производственной цепи.

Потенциальные объемы производства товарной рыбы определяются состоянием производственной базы (прудов, бассейнов, садковых линий), обеспеченностью рыбоводных организаций необходимыми кормами, препаратами и посадочным материалом, и складывающимися природно-климатическими факторами, определяющими обеспеченность прудовых хозяйств по заlitию прудовых площадей. Дальнейшее наращивание объемов производства относительно достигнутого уровня лимитируется преимущественно состоянием производственных мощностей и необходимыми затратами материальных и финансовых ресурсов. Технологические приемы ведения рыболовства базируются на принципах рационального (устойчивого) использования водных биологических ресурсов, по причине чего наращивание объемов производства лимитируется количеством площадей, переданных в аренду для ведения рыболовного хозяйства (количеством арендаторов рыболовных угодий) и имеющимися ресурсами рыб, обитающих в состоянии естественной свободы.

Для более полного обеспечения населения Республики Беларусь рыбой и рыбопродуктами Министерством сельского хозяйства и продовольствия была разработана и утверждена Советом Министров Республики Беларусь (постановление СМ РБ от 1 февраля 2021 года № 59) государственная программа «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы, включающая подпрограмму 5 «Развитие рыбохозяйственной деятельности» (далее — Подпрограмма 5).

Производственная база

К настоящему времени рыбохозяйственной деятельностью в РБ занимается более 600 юридических и физических лиц, в том числе 15 специализированных прудовых рыбоводных хозяйств республиканской и коммунальной форм собственности, 512 арендаторов приспособленных прудов для целей рыбоводства и предприятий сельскохозяйственного профиля, имеющих на балансе пруды для рыбоводства, а также 75 арендаторов и 6 пользователей рыболовных угодий, осуществляющих промысловый лов рыбы и организацию платного любительского рыболовства.

Рыбоводство представлено двумя основными направлениями: прудовым и индустриальным, включающим выращивание рыбы в садках,



бассейнах и в установках оборотного (замкнутого) водообеспечения. Рыбоводством занимаются специализированные рыбоводные организации, находящиеся в республиканской или коммунальной собственности, а также юридические лица, у которых рыбоводство не является основным видом деятельности (сельскохозяйственные организации, крестьянские и фермерские хозяйства, индивидуальные предприниматели и др.).

По состоянию на начало 1992 г. в республике функционировало 21 специализированное рыбоводное хозяйство (рыбхозы), на балансе которых находилось 21,25 тыс. га прудовых площадей, с проектной мощностью производства 19,6 тыс. т. Кроме того, 4,59 тыс. га прудов числилось на балансе колхозов и совхозов, на которых производили до 1 тыс. т рыбы в год. Прудовые площади не оставались постоянными из-за ротации прудов по причинам выведения из оборота и реконструкции. По состоянию на конец 2021 года прудовой фонд составил 21,12 тыс. га, в том числе нагульных прудов 14,82 тыс. га, выростных — 5,10 тыс. га, прудов комплексного назначения — 1,19 тыс. га. Прудовым рыбоводством как основным видом деятельности в настоящее время занимается 11 специализированных рыбоводных хозяйств в системе МСХП, а также 4 специализированных рыбоводных хозяйств коммунальной формы собственности. Фактически используемая для получения товарной продукции площадь прудов меньше, поскольку к началу 2022 года уже четыре прудовых рыбоводных хозяйства (рыбхозы «Красная Зорька», «Соколово», «Навлица» и «Новолукомльский») прекратили производственную деятельность по причине экономической несостоятельности.

Помимо специализированных рыбхозов, прудовым рыбоводством на правах аренды приспособленных прудов занимаются различные юридические лица (фермеры, индивидуальные предприниматели и др.). В пользование этой категории производителей передано 512 приспособленных прудов и обводненных карьеров, общей площадью 8,6 тыс. га.

Индустриальным рыбоводством занимаются государственные рыбоводные организации, фермерские хозяйства и общества. Общее число индустриальных хозяйств по республике составляет 15, в т.ч. по областям:

- ♦ Брестская — 2;
- ♦ Витебская — 1;
- ♦ Гродненская — 2;
- ♦ Минская — 5;
- ♦ Могилевская — 5.



Помимо перечисленных индустриальных хозяйств, к 2021 г. прекратили производство товарной рыбы 1 хозяйство в Витебской обл. (форелевый участок «Богушевский» Лиозненского ПМС) и одно хозяйство в Гродненской обл. (ООО «Просома»).

Таким образом, на начало 2022 г. для выращивания рыбной продукции собственного производства пригодно не более 19,9 тыс. га выростных и нагульных прудов рыбоводных хозяйств, до 8,6 тыс. га приспособленных прудов и обводненных карьеров и 3,6 тыс. м² садков и бассейнов индустриальных комплексов.

Видовая структура производства

В товарной аквакультуре Беларуси в настоящее время выращивается до 15 видов рыб. Расширение ассортиментного состава продукции аквакультуры осуществляют как за счет рыбоводного освоения новых видов, так и за счет расширения породного состава уже выращиваемых. Не смотря на интенсивное строительство в рамках предшествующих госпрограмм (2011–2015 гг. и 2016–2020 гг.) объектов индустриального рыбоводства, основным направлением остается прудовое, на долю которого в общем объеме производства товарной рыбы приходится более 98 %.

Действующие прудовые хозяйства спроектированы и построены под нужды выращивания карпа, по этой причине карп был и остается основным базовым видом рыб, определяющим валовые объемы производства. Прочие виды в прудовом рыбоводстве составляют добавочный сегмент поликультуры, а объемы их выращивания определяются степенью сопряженности с технологией выращивания карпа. За счет более широкого освоения прудовой поликультуры и развития новых направлений рыбоводства доля карпа в общем объеме производства постепенно сокращается. Так по итогам выращивания товарной рыбы в 2021 г., доля карпа к настоящему времени снижена с 92–98 % до 71,1 %, среди добавочных рыб несколько возросла доля растительноядных (до 13,8 %), отмечено снижения доли карася. Доля щуки остается примерно на одном уровне и составляет около 1,0 % от общего производства прудовой рыбы. Доля карпа по годам колеблется в зависимости от объема производства растительноядных рыб (в составе прудовой поликультуры), от гидрологических условий года (площадь залития прудов и выживаемость посадочного материала в нагуле) и фактической обеспеченности кормами.



В индустриальном рыбоводстве, где затраты на выращивание единицы продукции на порядок выше, чем в прудовом, упор делают на виды с более высокой добавочной стоимостью (т.н. «ценные»). Основу производства «ценных» видов в целом составили радужная форель и осетровые рыбы (77 % и 22 % соответственно), меньше всего приходится на африканского сома — менее 1 %.

Таким образом, добавочные прудовые рыбы и «ценные» виды, выращиваемые в индустриальных условиях, хотя и расширяют ассортимент получаемой рыбной продукции, но потенциальный объем производства в большей степени зависит от результатов выращивания именно карпа.

Объемы производства и выполнение показателей Подпрограммы 5 в 2021 году

Подпрограммой 5 намечено увеличение общего производства рыбы к 2025 г. до 17 680 т, в том числе 16 550 т за счет аквакультуры, включая 1200 т «ценных» видов рыб, и 1130 т — за счет вылова из рыболовных угодий. Планируемый на 2021 г. общий объем производства составлял 16 830 т (приложение 1 к ГП «Аграрный бизнес» на 2021–2025 гг.). По факту выловлено 13 681,6 тонн, в том числе 12 350 т из прудов всех категорий и 279 т в индустриальном рыбоводстве. По отдельным категориям прудов улов составил: выростные — 3362 т, нагульные — 8839 т, комплексного назначения — 78 т. Рыбопродукция составила: по выростным прудам I и II категорий — 6,68 ц/га; по нагульным прудам — 5,43 ц/га; по прудам комплексного назначения — 0,65 ц/га. Улов из рыболовных угодий составил 1053,6 т, включая 579,7 т промыслового вылова и 473,8 т вылова платным любительским рыболовством. Таким образом, выполнение плановых показателей составило 81,3 %. Недовыполнение плановых показателей связано как со снижением объемов производства по отдельным направлениям деятельности (индустриальное рыбоводство), так и с сокращением производственных мощностей (в частности выбытии части прудов из оборота из-за прекращения деятельности некоторых рыбхозов). Особенно это заметно на примере выращивания т.н. «ценных видов». Тенденция на снижение объемов производства «ценных» видов отмечается с 2019 г. Так совокупный объем их производства в 2019 г. составил 618,6 т (76,7 % к уровню 2018 г. и 53,8 % к плановому показателю), в 2020 г. — 510 т (82,4 % к уровню 2019 г. и 42,5 % к плановому показателю), в 2021 г. — 279 т (54,7 % к уровню 2020 г.). Сокращение объемов производства



произошло в основном за счет снижения выращивания форели и практического прекращения индустриального выращивания сомовых рыб. Поскольку четыре из введенных в строй индустриальных комплексов расположены в Могилевской области и запроектированы на выращивание форели (проектная мощность до 700 т товарной рыбы и 3,5 млн. экз. посадочного материала), основной прирост объемов шел именно за счет этого вида рыб. Уменьшение объема выращивания товарной форели в ОАО «Форелевое хозяйство «Лохва» сказалось на общем производстве данного вида в республике в целом. Причина снижения объема производства ОАО «Форелевое хозяйство «Лохва», на наш взгляд, кроется в выбранном пути оптимизации выращивания форели, связанным с производством и реализацией на экспорт (в РФ) более дорогого посадочного материала в ущерб выращиванию товарной рыбы для внутреннего рынка. Ориентация данного производителя на внешний рынок привела к росту цен и снижению доступности посадочного материала форели для других внутренних производителей, в частности ОАО «Рыбхоз «Альба» сократил производство товарной форели с планируемых на 2021 г. 91 т до 41,1 т (45 % к плану).

Доля осетровых рыб хотя и незначительно, но прирастает за счет реконструкции бассейнов рыбоводных хозяйств, а также освоения разработанных технологий воспроизводства и выращивания осетров в прудах действующих рыбхозов. Основной объем производства осетровых (97 %) обеспечивают рыбоводные хозяйства республиканской формы собственности (прежде всего ОАО «Опытный рыбхоз «Селец» и ОАО «Рыбхоз «Волма»), тогда как прочие производители, в том числе индустриальные коммунальной формы собственности обеспечили не более 3 % от общего производства и реализации данной группы рыб. Годовое производство африканского клариевого сома практически сведено к минимуму (до 1,1 т), что возможно связано с недостаточной маркетинговой проработкой объемов производства и путей реализации данного вида продукции. По сути, африканский сом по формируемым ценам не нашел своей ниши на рынке Беларуси, также не наблюдается значительного интереса к нему и в сопредельных странах.

Динамика изменения объемов производства товарной рыбы по каналам поступления и в видовом ассортименте представлена в табл. (сведения из статистических сборников «Рыбохозяйственная деятельность в Республике Беларусь» за ряд лет, публикуемых Национальным статистическим комитетом Республики Беларусь) [1–4]. Следует отме-



тить, что снижение производства отмечается практически по всем направлениям, как в уловах рыбы из искусственных (пруды, садки, бассейны), так и естественных (озера, реки, водохранилища) водоемов. Снижение производства в рыбоводных прудах связано в основном с ресурсоемкостью данного направления (рыбопосадочный материал, корма, удобрения, препараты), отсутствием оборотных средств и недостаточной финансовой состоятельностью ряда действующих рыбхозов, в результате чего некоторые прекратили свою работу, а их площади выведены из оборота. Кроме того, на эффективности прудового рыбоводства сказался ряд маловодных лет, в результате чего рыбхозы ощущали острый недостаток воды для залития необходимых площадей и поддержания нормального рабочего уровня. Недостаток воды привел к невозможности заполнения части производственных прудов, а недостаточная глубина нагульных и выростных прудов не позволяла произвести технологическую плотность посадки и способствовала росту убыли рыбы от воздействия рыбоядных птиц, что в конечном итоге сказалось на объеме полученной рыбопродукции.

Производство икры «ценных» видов рыб

Кроме производства живой и переработанной рыбы «ценных» 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 промышленных комплексах до полного созревания. Икру получают как от самок, выращенных в рыбоводных хозяйствах 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.

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 или 91 % к уровню 2019 г., в том числе СП «Санта Бремор ООО» 1311 кг или 120 % к уровню 2019 г, ЗАО «ДГ-Центр» — 266,1 кг или 42 % к уровню 2019 г. 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.



Таблица. Промысловый улов рыбы по данным Национального статистического комитета Беларуси, тонн
Table. Commercial fish catch according to the National Statistical Committee of Belarus, tons

Показатели	Годы									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Промысловый улов рыбы всего	17761,6	15001,9	11923,6	10410,9	11251,3	10370,2	11717,9	10962,1	9586,4	9487,7
в том числе:										
из естественных водоемов	964,0	823,4	760,6	870,7	639,8	725,6	731,0	668,1	669,6	583,2
из искусственных водоемов	16797,6	14178,5	11163,0	9540,2	10611,5	9644,6	10986,9	10294,0	8916,8	8904,5
из них по видам:										
карп	11765,5	9879,1	7210,9	6454,8	7888,4	7343,1	8164,0	7559,9	6393,9	6327,7
толстолобик	1774,9	1869,9	1876,9	1271,0	541,0	329,3	476,3	727,0	840,6	932,3
белый амур	1010,1	625,0	402,8	256,9	314,0	255,9	210,8	174,1	326,7	296,9
лососевые	45,0	54,7	78,6	79,1	338,6	284,4	459,5	372,5	240,6	126,5
осетровые	48,5	73,1	90,9	80,0	94,4	141,0	97,5	147,6	147,5	108,1
сомовые	40,1	68,8	20,6	24,0	14,0	13,1	15,7	14,4	8,9	14,0
другие	1141,7	929,8	909,0	904,2	1113,4	952,9	1021,0	799,7	562,9	698,3



ОАО «Лохва» в 2018 г. произвело опытную партию «красной» икры форели (1,2 т), поставленной на внутренний рынок. Данных по производству пищевой икры «ценных» видов рыб за 2021 г. не имеется.

Производство продукции рыболовства

Эксплуатацией рыбных ресурсов естественных водоемов занимаются арендаторы и пользователи рыболовных угодий. Общей тенденцией по данному направлению остается снижение числа арендаторов и прилагаемой интенсивности рыболовства. Так по ситуации на 01.01.2012 г. рыбный промысел и организацию платного любительского рыболовства осуществляли более 200 арендаторов и пользователей рыболовных угодий, на 01.01.2017 г. — уже 106, а на 01.01.2022 г. — только 81. Параллельно уменьшению количества и площади арендуемых для рыболовства угодий, снижается и получаемый совокупный улов. Промысловые уловы за рассматриваемый период (табл.) уменьшились на 39,5 % (с 964 до 583,2 т). Поскольку промысловый лов перешел преимущественно на применение пассивных орудий рыболовства, снизилась прилагаемая интенсивность рыболовства, но качественный состав получаемых уловов несколько улучшился. Основу уловов ныне составляют ценные аборигенные и зарыбляемые виды — лещ, карась серебряный, толстолобик, судак, карп (суммарно до 70 %), которые пользуются большим спросом и имеют более высокую цену при реализации.

Для поддержания ресурсной базы рыболовства и повышения продуктивности водоемов, в естественные рыболовные угодья в 2020 г. за счет средств арендаторов и пользователей вселено 76,5 т или 7246 тыс. экз. (83 % к уровню 2019 г.), в 2021 г. — 88,0 т или 5488 тыс. экз. (115 % к уровню 2020 г.) разновозрастного посадочного материала, включая щуку, сома, карпа, толстолобиков, амура белого, карася серебряного, язя. В 2020 г. впервые за пять последних лет проведено зарыбление молодью угря европейского в количестве 20 кг.

Суммарное изъятие всеми видами рыболовства (промысловым и платным любительским) в 2018 г. составляло 1235 т (104,1 % к уровню 2017 г. и 125,9 % к планируемому показателю по Госпрограмме развития аграрного бизнеса на 2016–2020 гг.), в 2019 г. — 1120,4 т (90,7 % к уровню 2018 г. и 104 % к плановому показателю), в 2020 г. — 1140 т (101,7 % к уровню 2019 г. и 96 % к плановому показателю), в 2021 г. — 1053,55 т (92,4 % к уровню 2020 г. и 100,3 % к плановому показателю по ГП «Аграрный бизнес» на 2021–2025 гг.).



Таким образом, наметилась достаточно устойчивая тенденция к снижению объемов вылова из рыболовных угодий, основной причиной которого служит сокращение числа арендаторов и облавливаемой площади водоемов.

Вылов других водных биологических ресурсов

Помимо рыбы, объектами промысла, имеющими экономическое значение, являются речные раки. Промысел раков осуществляют юридические и физические лица на основании разрабатываемых ГНУ «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам» квот вылова (обоснований на изъятие). За последние пять лет, отмеченных в статистике (www.belfauna.by), промысловый вылов раков составил: 2016 г. — 2,25 т; 2017 г. — 3,27 т; 2018 г. — 3,40 т; 2019 г. — 4,03 т; 2020 г. — 3,95 т [5]. Данных по вылову раков за 2021 г. не имеется.

Основное препятствие к росту вылова раков — нестабильность ресурсной базы, подверженной периодическому поражению инфекционными заболеваниями («рачья чума») и утратой значения рядом ракопромысловых водоемов.

Перспективы роста производства рыбы в Республике Беларусь

Прудовое рыбоводство. Максимальный улов прудовой рыбы — 17,4 тыс. т был достигнут в 1989 г., при этом коэффициент использования производственных мощностей составил 0,95, что на 10 % превышало установленный для того времени норматив (0,85), а выход рыбопродукции с средним достиг 14,3 ц/га. К настоящему времени значительная часть прудовых площадей и гидросооружений находится в большой степени износа и не позволяет достичь высоких коэффициентов использования. С учетом сокращения зарыбляемых площадей (примерно на 2,27 тыс. га) потенциальный объем выращивания товарной рыбы при обеспечении всех требований по кормлению и содержанию может составить не более 14,7 тыс. т. При сложившейся обеспеченности кормами и максимальном использовании ресурсов поликультуры потенциальный улов товарной прудовой рыбы оценивается величиной 9,11 тыс. т.

Индустриальное рыбоводство. Существовавшие ранее садковые линии (два участка на тепловодных каналах ГРЭС) позволяли получать до 600 т товарной рыбы в год. Еще порядка 400 т получали в бассейнах на



подсобных участках промышленных предприятий. В настоящее время из-за реконструкции водосбросов электростанций и износа материальной базы существовавших линий садки используются ограниченно, преимущественно для сезонной передержки рыбы, объемы выращивания минимальны и не имеют перспективы роста в дальнейшем. Существовавшие ранее бассейновые участки промышленных предприятий прекратили свою деятельность к середине 90-х годов по экономическим причинам.

Построенные в рамках реализации госпрограмм индустриальные комплексы на принципах оборота воды выявили некоторые конструктивные недостатки и требуют дополнительных вложений на модернизацию. Индустриальные установки субъектов негосударственной формы собственности используются не на полную мощность из-за роста цен на энергоресурсы и корма. С введением ограничений на поставку кормов импортного производства следует ожидать прекращения деятельности части таких производителей ценных видов рыб. По этим причинам потенциальный объем производства «ценных» видов рыб в индустриальном рыбоводстве Беларуси на ближайшую перспективу оценивается величиной до 500–600 т.

Производство продукции рыболовства. Среднегодовое улов до начала 90-х годов составлял около 2,0–2,5 тыс. т и на 60–70 % был представлен мелкими малоценными видами и сортами рыб. К настоящему времени спрос на такую продукцию практически отсутствует, поэтому интенсификации рыбного промысла за счет эксплуатации не используемых или слабо используемых ресурсов аборигенных рыб не имеет существенной перспективы. Сложившаяся интенсивность промысла с упором на использование ресурсов более ценных и крупных видов не позволяет нарастить их улов без применения методов увеличения запасов. При условии проведения зарыбления быстрорастущими нагуливающими видами, соблюдении необходимых мер охраны и проведения соответствующих мелиоративных мероприятий, потенциальный объем вылова на арендуемых к настоящему времени площадях может составить около 800 т в год.

Производство деликатесной продукции рыбоводства (икра осетровых и лососевых видов рыб). Среднегодовое спрос на «черную» икру на внутреннем рынке не превышал 1 т («Производство, экспорт, импорт и реализация на внутреннем рынке рыбы и рыбопродуктов по Республике Беларусь», Минстат РБ, 2004). Современные объемы производства «черной» икры отечественными производителями в состоянии удовлетворить внутренний спрос и реализовать часть продукции на внешние рынки.



Производство пищевой икры лососевых рыб (т.н. «красной» икры) едва ли имеет экономическую перспективу на фоне возрастания удельных затрат на выращивание икранных самок (добавляется два года выращивания) и имеющейся конкуренции со стороны поставок икры от промышленной эксплуатации естественных популяций (дальневосточные лососи).

Производство продукции промысловых водных беспозвоночных. Оценочный объем стабильного вылова раков из водоемов Беларуси может достигать около 5 т в год. Дальнейший рост производства ограничивается рисками потери промысловых популяций от неконтролируемых вспышек заболеваний «рачье чумой».

Таким образом, в сложившихся экономических условиях и при существующем состоянии производственных мощностей потенциальный объем устойчивого производства рыб и объектов рыболовства может составить около 10,5 тыс. т товарной продукции, что примерно соответствует рассчитанному ранее (2005 г.) объему гарантированного сбыта (около 10 тыс. т в год).

Развитие производства пищевой икры имеет смысл только в направлении икры осетровых рыб с возможностью полного удовлетворения внутренних потребностей.

Среднегодовой импорт ракообразных (живых) за 2007–2009 гг. составлял 5,3 т в год. Данных за последующий период не имеется. Если ориентироваться на указанные величины возможные объемы вылова речных раков позволяют уменьшить либо прекратить импорт этой продукции.

Список использованных источников

1. Рыбохозяйственная деятельность в Республике Беларусь за 2021 год : стат. бюл. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. — Минск : [б. и.], 2022. — 20 с.
2. О развитии рыбохозяйственной деятельности в Республике Беларусь: 2012–2013 : [стат. бюл.] / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. — Минск : [б. и.], 2014. — 42 с.
3. Рыбохозяйственная деятельность в Республике Беларусь за 2019 год : стат. бюл. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. — Минск : [б. и.], 2020. — 20 с.
4. Промысловый улов рыбы [Электронный ресурс] : (база стат. данных) // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. — Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/selskoe-hozyaistvo/rybnoe-khozyaistvo/godovye-dannye/>. — Дата доступа: 21.08.2022.
5. Информация о диких животных, относящихся к объектам заготовки/закупки : длиннопалый рак [Электронный ресурс] // Кадастр животного мира Беларуси. — Режим доступа: <http://belfauna.by/frontend/web/provision/index>. — Дата доступа: 21.08.2022.



Reference

1. National Statistical Committee of the Republic of Belarus. *Fisheries activities in the Republic of Belarus for 2021: statistical bulletin*. Minsk, 2022. 20 p. (in Russian).
2. National Statistical Committee of the Republic of Belarus. *On the development of fisheries activities in the Republic of Belarus, 2012–2013: statistical bulletin*. Minsk, 2014. 42 p. (in Russian).
3. National Statistical Committee of the Republic of Belarus. *Fisheries activities in the Republic of Belarus for 2019: statistical bulletin*. Minsk, 2020. 20 p. (in Russian).
4. Commercial catch of fish : statistical data. *National Statistical Committee of the Republic of Belarus*. Available at: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/selskoe-hozyaistvo/rybnoe-khozyaystvo/godovye-dannye/> (accessed 21.08.2022) (in Russian).
5. Information about wild animals related to procurement/procurement objects: long-clawed crayfish. *Cadastr of the animal world of Belarus*. Available at: <http://belfauna.by/frontend/web/provision/index> (accessed 21.08.2022) (in Russian).

Сведения об авторах

Агеец Владимир Юльянович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Костюсов Владимир Геннадьевич — кандидат биологических наук, доцент, заместитель директора по научной работе, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: vkostousov@tut.by. ORCID: 0000–0002–3926–9432

Марцель Ольга Николаевна — кандидат сельскохозяйственных наук, ученый секретарь, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: martsul_v@mail.ru

Information about authors

Ahejets Uladzimir — D.Sc. (Agriculture), Professor, director, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Kostousov Vladimir — Ph.D. (Biological), associate professor, deputy director of science of RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: vkostousov@tut.by. ORCID: 0000–0002–3926–9432

Martsul Olga — Ph. D. (Agricultural), Scientific Secretary, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: martsul_v@mail.ru

ВОПРОСЫ СЕЛЕКЦИИ И ПЛЕМЕННОЙ РАБОТЫ



УДК 639.371.5-577.11

Поступила в редакцию 01.11.2021

<https://doi.org/10.47612/978-985-880-000000-0-2022-38-22-41>

Received 01.11.2021

**В.Ю. Агеец¹, Т.А. Сергеева¹, Е.А. Савичева¹, М.В. Книга¹, А.Ю. Крук¹,
О.Н. Вишневская¹, И.А. Орлов¹, Т.Ф. Войтюк¹, С.А. Сумаревич¹, А.С. Баянков¹,
Е.В. Таразевич²**

¹РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр
Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Минск, Беларусь

²Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический
университет», Минск, Беларусь

СРАВНИТЕЛЬНАЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕГОЛЕТКОВ ДВУХ ЛИНИЙ СЕЛЕКЦИОННОГО ЗЕРКАЛЬНОГО КАРПА ЧЕТВЕРТОГО И ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЙ

Аннотация: В статье представлены обобщенные за 10 лет результаты исследования рыбохозяйственных показателей двух линий селекционного белорусского зеркального карпа четвертого и пятого поколений. Каждая из линий включает по пять генераций.

Между поколениями четвертого поколения отмечена высокая вариативность массы тела и выживаемости сеголетков. Средняя масса сеголетков первой линии в среднем составила 29,0 г с колебаниями от 17,7 до 39,2 г, во второй линии средняя масса сеголетков выше и составляет 44,7 г (38,0–48,3 г). Средняя выживаемость сеголетков первой линии в среднем составила 39,8 %, с колебаниями от 27,3 до 55,8 %, во второй 34,2 % с колебаниями 33,9–34,4 %.

В пятом поколении масса сеголетков варьировала значительно меньше, чем в четвертом. Колебания в первой линии составило от 32,8 до 33,8 г, во второй от 26,3 до 31,6 г. Выживаемость сеголетков пятого поколения в основном варьировала от 28,0 до 44,0 %, за исключением третьей генерации второй линии у которой этот показатель значительно выше (65,0 %). В целом сравнение сеголетков двух поколений указывает на повышение средней массы тела и снижение вариативности данного показателя в пятом поколении по сравнению с четвертым. В среднем у четвертого и пятого селекционных поколений белорусского зеркального карпа уровень средней массы и выживаемости сеголетков соответствует нормативным требованиям.

Ключевые слова: карп, селекция, поколение, сеголеток, масса, выживаемость



U. Aheyets¹, T. Sergeeva¹, A. Kruk¹, E. Savicheva¹, M. Kniga¹,
O. Vishnevskaya¹, T. Voityuk¹, I. Orlov¹, S. Sumarevich¹, A. Bayankov¹,
E. Tarazevich²

¹RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry”, Minsk, Belarus

²Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Belarus

COMPARATIVE FISHERY CHARACTERISTICS OF UNDERYEARLINGS OF TWO LINES OF BREEDING MIRROR CARP OF THE FOURTH AND FIFTH GENERATIONS

Abstract: The article presents the results of a 10-year study of fishery indicators of two lines of breeding Belarusian mirror carp of the fourth and fifth generations. Each of the lines includes five generations.

High variability of body weight and survival of youngsters was noted between the fourth-generation generations. The average weight of fingerlings of the first line averaged 29.0 g with fluctuations from 17.7 to 39.2 g, in the second line the average weight of fingerlings is higher and is 44.7 g (38.0–48.3 g). The average survival rate of youngsters of the first line averaged 39.8 %, with fluctuations from 27.3 to 55.8 %, in the second 34.2 % with fluctuations of 33.9–34.4 %.

In the fifth generation, the weight of the fingerlings varied significantly less than in the fourth. Fluctuations in the first line ranged from 32.8 to 33.8 g, in the second from 26.3 to 31.6 g. The survival rate of fifth-generation fingerlings mainly varied from 28.0 to 44.0 %, with the exception of the third generation of the second line, in which this indicator is significantly higher (65.0 %). In general, the comparison of youngsters of two generations indicates an increase in average body weight and a decrease in the variability of this indicator in the fifth generation compared to the fourth. On average, in the fourth and fifth breeding generations of the Belarusian mirror carp, the level of average weight and survival of fingerlings meets regulatory requirements.

Keywords: carp, selection, generation, underyearlings, weight, survival rate

Введение. Основное производство рыбы в республике (до 90,7 %), осуществляется путем ее выращивания в прудовых хозяйствах различных форм собственности, а главным объектом разведения служит карп (около 75 % в общем объеме выращивания) [1]. Основным направлением дальнейшего развития карповодства, как основного объекта прудовой аквакультуры, и, следовательно, в целом всего рыбоводства является создание разнообразных пород карпа с широким диапазоном специализа-



ций и адаптаций к различным условиям выращивания [2]. В связи с вышесказанным, селекция карпа в республике Беларусь направлена на создание новых пород и кроссов карпа, обладающих повышенным темпом роста, хорошей оплатой кормов, жизнестойкостью; улучшенными потребительскими свойствами — малочешуйностью, высокоспинностью, упитанностью [3]. Повышенной конкурентоспособностью в настоящее время пользуются зеркальные карпы с высокоспинным экстерьером. Однако такие формы, как правило, характеризуются более низкой выживаемостью, по сравнению с чешуйчатыми, а также пониженной устойчивостью к заболеваниям [4]. Поэтому перед селекционерами стоит задача создать породу карпа с небольшим количеством чешуи на поверхности тела, характеризующуюся улучшенными показателями телосложения. Предполагается, что в создаваемой породе зеркального карпа, будут объединены лучшие качества карпов белорусской селекции (высокая приспособленность к условиям выращивания, резистентность) и европейских пород (малочешуйность и высокоспинность).

Основные рыбоводно-биологические показатели (выживаемость, скорость роста) у рыб носят в основном неаддитивный характер. При отборе по этим показателям рекомендуется проводить комбинированный отбор, то есть чередование массового и индивидуального (по семьям) методов отбора [2, 5]. Зеркальный карп белорусской селекции, к настоящему времени прошел пять поколений отбора, направленного на увеличение массонакопления и улучшение экстерьерных показателей [6, 7]. Ремонтно-маточное стадо четвертого поколения на этапе индивидуального отбора было сформировано из семей, отобранных по комплексу рыбохозяйственных и экстерьерных показателей. Пятое поколение получено на основе групповых скрещиваний производителей из лучших по рыбоводным показателям семей четвертого поколения.

Материал и методика. Селекционный белорусский зеркальный карп является гетерогенной породной группой белорусской селекции, состоящей из двух генетически маркированных линий.

Работы по селекции белорусского зеркального карпа проводятся в СПУ «Изобелино» Молодечненского района Минской области. Выращивание сеголеток селекционных отводок проводили в малых выростных и нагульных прудах площадью 0,17–0,35 га по нормативам, принятым для второй зоны рыбоводства.

Объектами исследований являлись сеголетки двух линий селекционного зеркального карпа четвертого и пятого селекционных поколений.



Кроме селекционных сеголетков, одновременно с ними, были выращены и сеголетки коллекционных пород карпа белорусской и зарубежной селекции. Это позволило сравнить рыбоводные показатели селекционных сеголетков с уже существующими породами и линиями, выращенными одновременно с опытным материалом. Сеголетков всех селекционных зеркальных групп и коллекционных линий выращивали отдельно, с плотностью зарыбления приблизительно 20–25 тыс. экз./га из 3-х суточных заводских личинок. На каждом из этапов формирования белорусской зеркальной породы карпа все опытные селекционные, а также и коллекционные группы выращивали при одинаковом режиме кормления и санитарно-профилактических мероприятий. То есть, условия их содержания были практически одинаковыми. Это дало основание для сравнения рыбохозяйственных показателей селекционного материала с коллекционными породами. Рыбохозяйственные показатели сеголетков определяли по общепринятым методикам [8, 9, 10].

Сравнительную оценку рыбохозяйственных показателей селекционных сеголетков проводили при формировании четвертого и пятого селекционных поколений в течение 10 лет (2011–2020 гг.). Среднюю массу и выживаемость селекционного карпа сравнивали со средней массой и выживаемостью чистопородных групп, выращенных одновременно.

Обсуждение результатов исследований. Первая линия четвертого поколения селекционного зеркального карпа представлена тремя генерациями, полученными методом семейных скрещиваний в разные годы, табл. 1. Всего выращено 27336 экз. сеголетков данной линии, средняя масса тела которых составила 27,5 г. Повышенной массой тела характеризовались сеголетки второй генерации первой линии (39,2 г), пониженной третьей первой (25,1 г). Средняя масса сеголетков двух генераций второй линии составила 44,7 г. В первой генерации этой линии масса тела достигла 48,3 г, во второй 38,0 г.

Соотношение средней массы опытных селекционных сеголетков в каждой генерации двух линий и коллекционных групп белорусской и зарубежной селекции, выращенных одновременно с селекционным материалом представлены на рис. 1, 2. Средняя масса тела, особенно младших возрастных групп очень изменчивый показатель. Так при сходных условиях выращивания сеголетки первой и третьей генераций первой линии селекционного зеркального карпа отличались пониженной массой тела по сравнению со средними показателями коллекционных пород белорусской и зарубежной селекции. В отдельных вариантах сравнения (III гене-



рации зеркального карпа и белорусских линий) установленные отклонения весьма существенны (22,5 г). Вторая генерация первой линии, наоборот характеризовалась повышенной массой тела по сравнению с коллекционными породами. Отклонение от зарубежных пород составило 10,0 и, от белорусских 10,3 г. В целом судя по итогам выращивания сеголетков первой линии четвертого поколения белорусского зеркального карпа их масса тела оказалась не значительно ниже, чем у коллекционных пород белорусской и зарубежной селекции. Отклонение от зарубежных пород в среднем составило 1,6 г, от белорусских 1,3 г.

Таблица 1. Рыбохозяйственная характеристика селекционного белорусского зеркального карпа четвертого поколения

Table 1. Fishery characteristics of the fourth-generation breeding Belarusian mirror carp

Год исследования	Происхождение	Посажено, экз.	Вывлечено			Выживаемость, %
			Количество, экз.	Масса		
				общая, кг	средняя, г	
2011 г.	1-я линия: генерация I	29400	16397	412,0	25,1	55,8
	Зарубежные породы	65200	20047	649,5	32,4	30,7
	Белорусские линии	34700	19076	5539,0	29,0	55,0
2013 г.	генерация II	24000	6786	266,1	39,2	28,3
	Зарубежные породы	135000	45762	1336,1	29,2	33,9
	Белорусские линии	405000	112587	3251,8	28,9	27,8
2015 г.	генерация III	15200	4153	115,0	24,7	27,3
	Зарубежные породы	20000	5180	185,4	35,8	25,9
	Белорусские линии	30400	11165	520,8	50,2	36,7
	Итого 1-я линия:	68600	27336	793,2	29,0	39,8
	Итого зарубежные породы:	220200	70985	2171	30,6	32,2
	Итого белорусские линии:	470100	142828	4326,5	30,3	30,4
2012 г.	2-я линия: генерация I	32800	11278	545,0	48,3	34,4
	Зарубежные породы	13600	2532	143,0	56,5	18,6
	Белорусские линии	30400	11165	560,5	50,2	36,7
2014 г.	генерация II	18000	6099	231,8	38,0	33,9
	Зарубежные породы	12000	2556	65,4	25,6	21,3
	Белорусские линии	108000	34884	1119,8	32,1	32,3
	Итого 2-я линия:	50800	17377	776,8	44,7	34,2
	Итого зарубежные породы:	25600	5088	208,4	40,9	19,9
	Итого белорусские линии:	138400	46049	680,3	36,5	33,3

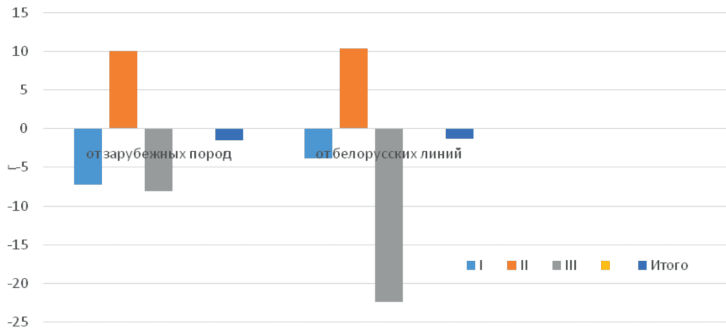


Рис. 1. Отклонение средней массы сеголетков трех поколений (I, II, III) первой линии четвертого поколения от коллекционных пород белорусской и зарубежной селекции

Fig. 1. Deviation of the average weight of fingerlings of three generations (I, II, III) of the first line of the fourth generation from collectible breeds of Belarusian and foreign breeding

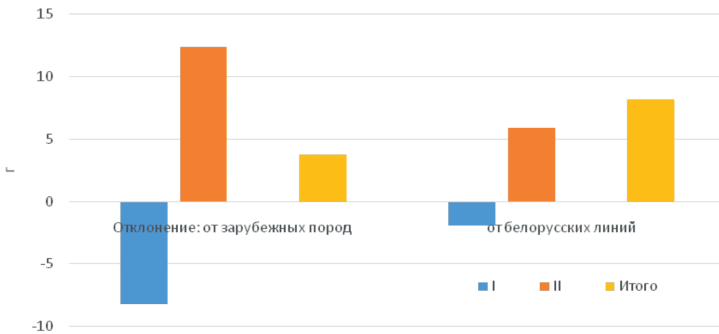


Рис. 2. Отклонение средней массы сеголетков двух поколений (I, II) второй линии от коллекционных пород белорусской и зарубежной селекции

Fig. 2. Deviation of the average weight of fingerlings of two generations (I, II) of the second line from collectible breeds of Belarusian and foreign breeding

Сеголетки I генерации второй линии четвертого селекционного поколения несколько уступали по массе тела коллекционным породам. Отклонение от зарубежных пород составило 8,2 г, от белорусских 1,9 г. Во второй генерации, наоборот, наблюдались существенные преимущества селекционного материала. Масса сеголетков селекционного



карпа оказалась выше, чем у зарубежных пород на 12,4 г и на 5,9 г, чем у белорусских линий. Итоги выращивания сеголетков второй линии четвертого поколения указывают на некоторое преимущество селекционного зеркального карпа по сравнению с коллекционным материалом разной породной принадлежности. Среднее отклонение от зарубежных коллекционных пород составило 2,8 г, от белорусских 8,2 г.

Выживаемость сеголетков первой линии четвертого поколения селекционного зеркального карпа в среднем составила 39,8 %, что несколько выше нормативных требований (32,0 %). Особенно высокий уровень данного показателя отмечен у сеголетков I генерации (55,8 %). Во второй и третьей генерациях этот показатель значительно ниже и составляет 28,3 и 27,3 %. Показатели выживаемости сеголетков во второй линии селекционного зеркального карпа более стабильны и в среднем составили 34,2 %, с незначительными колебаниями 34,4 % в I генерации и 33,9 % во II генерации.

Особенно значительные отклонения выживаемости сеголетков селекционного зеркального карпа от коллекционных пород установлены при сравнении I генерации первой линии с породами зарубежной селекции. Отклонение составило 25,1 %, рис. 3. Отклонения выживаемости сеголетков II и III генераций от коллекционных зарубежной селекции менее значительны. Выживаемость сеголетков II генерации оказалась на 5,6 % ниже, а III выше, чем у зарубежных пород. В целом преимущество по выживаемости первой линии по сравнению с зарубежными породами составило 7,6 %. Выживаемость сеголетков I и II генераций селекционного карпа оказалась близка к коллекционным белорусским линиям, с отклонениями +0,8 и 0,5 %. Выживаемость сеголетков III генерации зеркального карпа оказалась ниже, чем у белорусских линий. Отклонение в сторону снижения показателя составило 9,4 %. Следовательно, сеголетки первой линии четвертого поколения характеризовались повышенной выживаемостью по сравнению с коллекционными породами (7,6 и 9,4 %).

Селекционный зеркальный карп второй линии четвертого поколения характеризовался преимуществами по выживаемости сеголетков по сравнению с зарубежными породами, рис. 4. Отклонение от зарубежных пород составило 15,8 % (I генерация), 12,6 % (II генерация), а в среднем 14,3 %. Отклонения от коллекционных белорусских линий менее существенно и составляет для I генерации -2,3 %, для II генерации 1,6 %, составляя в среднем +0,9 %.

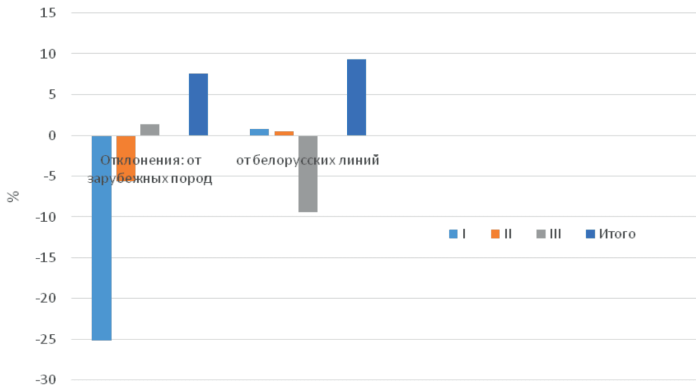


Рис. 3. Отклонение выживаемости сеголетков трех поколений (I, II, III) первой линии от коллекционных пород белорусской и зарубежной селекции
Fig. 3. Deviation of survival of fingerlings of three generations (I, II, III) of the first line from collectible breeds of Belarusian and foreign breeding

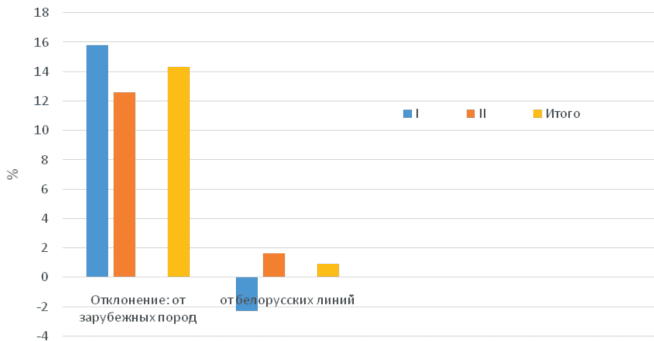


Рис. 4. Отклонение выживаемости сеголетков двух поколений (I и II) первой линии от коллекционных пород белорусской и зарубежной селекции
Fig. 4. Deviation of survival of fingerlings of two generations (I and II) of the first line from collectible breeds of Belarusian and foreign breeding

Первая линия пятого поколения представлена двумя поколениями. Средняя масса сеголетков этой линии составила 33,0 г, (I генерация — 33,8 г, II — 32,5 г), табл. 2. То есть в пятом поколении значительных колебаний по массе тела между поколениями первой линии не установлено. Средняя масса сеголетков трех поколений второй линии пятого



селекционного поколения в среднем составила 29,9 г. Колебания этого показателя между генерациями не значительны от 26,3 г (III генерация) до 31,6 г (II генерация). То есть в целом у сеголетков пятого поколения зеркального карпа не отмечено значительной изменчивости по массе тела как между генерациями, так и между селекционными линиями.

Таблица 2. Рыбохозяйственная характеристика селекционного белорусского зеркального карпа пятого поколения
Table 2. Fishery characteristics of the Belarusian mirror carp of the fifth generation

Год исследования	Происхождение	Посажено, экз.	Выведено			Выживаемость, %
			Количество, экз.	Масса		
				общая, кг	средняя, г	
2017 г.	1-я линия: генерация I	8850	2478	83,3	33,8	28,0
	Зарубежные породы	6400	2054	50,9	24,8	32,1
	Белорусские линии	27401	6080	238,9	39,3	22,2
2019 г.	генерация II	2000	744	24,2	32,5	37,2
	Зарубежные породы	21300	6841	85,6	12,5	32,1
	Белорусские линии	25800	9082	242,5	26,7	35,2
	Итого 1-я линия:	10850	3222	106,5	33,0	29,7
	Итого зарубежные породы:	27700	8895	136,5	15,3	32,1
	Итого белорусские линии:	53200	15162	481,4	31,7	28,5
2016 г.	2-я линия: генерация I	285000	90915	2762,2	30,4	31,9
	Зарубежные породы	9800	4312	60,5	11,4	44,0
	Белорусские линии	6400	2379	109,7	46,1	37,2
2018 г.	генерация II	100000	37094	1172,2	31,6	37,1
	Зарубежные породы	16500	5280	179,3	25,8	32,1
	Белорусские линии	380500	146520	3076,9	21,0	38,5
2020 г.	генерация III	46000	29886	786,0	26,3	65,0
	Зарубежные породы	17750	8628	68,3	7,9	48,6
	Белорусские линии	21250	11262	152,8	13,6	53,0
	Итого 2-я линия:	431000	157895	4720,4	29,9	36,6
	Итого зарубежные породы:	44050	18220	308,1	16,9	41,4
	Итого белорусские линии:	4081150	160161	3339,4	20,8	39,2



При сравнении средней массы сеголетков I генерации первой линии со средними значениями этого показателя у коллекционных чистопородных групп установлено преимущество селекционного карпа по сравнению с зарубежными породами (9,0 г), рисунок 5. Селекционный карп этой генерации уступал по массе тела среднему уровню коллекционных линий белорусской селекции (-5,6 г). Сеголетки второй генерации первой линии обладали повышенной массой тела по сравнению с коллекционными чистопородными группами. Особенно по сравнению с сеголетками зарубежных пород (отклонение 20,0 г). Разница с коллекционными линиями белорусской селекции не столь значительно. Среднее отклонение от зарубежных пород составило 17,7 г, от белорусских линий 1,3 г существенна и составляет 5,8 г. В целом сеголетки первой линии селекционного зеркального карпа характеризовались повышенной массой тела по сравнению с чистопородными группами, выращенными в тех же условиях.

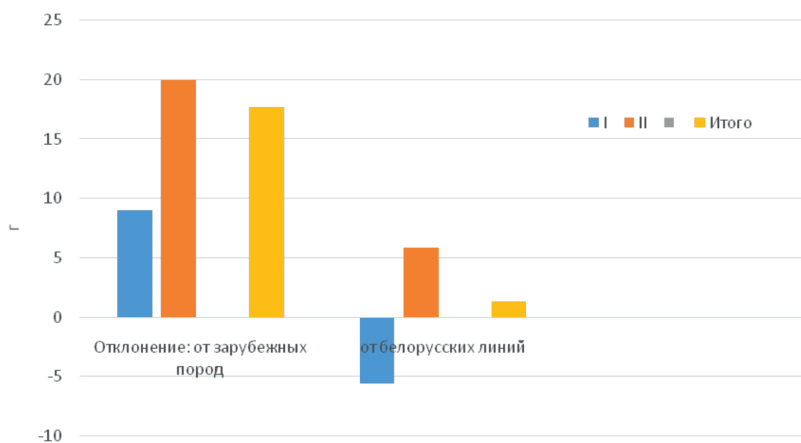


Рис. 5. Отклонение средней массы сеголетков двух генераций (I, II) первой линии пятого поколения от коллекционных пород белорусской и зарубежной селекции

Fig. 5. Deviation of the average weight of fingerlings of two generations (I, II) of the first line of the fifth generation from collectible breeds of Belarusian and foreign breeding

Средняя масса сеголетков I генерации второй линии селекционного карпа отличалась повышенной массой тела по сравнению с сеголетка-



ми коллекционных пород зарубежной селекции (отклонение 19,0 г), и уступала коллекционным линиям белорусской селекции (отклонение -15,7 г), рис. 6. Во второй и третьей генерациях второй линии отмечено преимущество селекционного карпа по сравнению с коллекционными породами, выращенными одновременно с селекционным материалом. Отклонения от зарубежных пород составило 5,8 и 18,4 г, от белорусских 10,6 и 12,7 г. Также в среднем сеголетки второй линии пятого поколения селекционного белорусского зеркального карпа отличались повышенной массой тела по сравнению с коллекционными породами белорусской и зарубежной селекции с отклонениями от зарубежных пород 13,0 г, от белорусских линий 9,1 г.

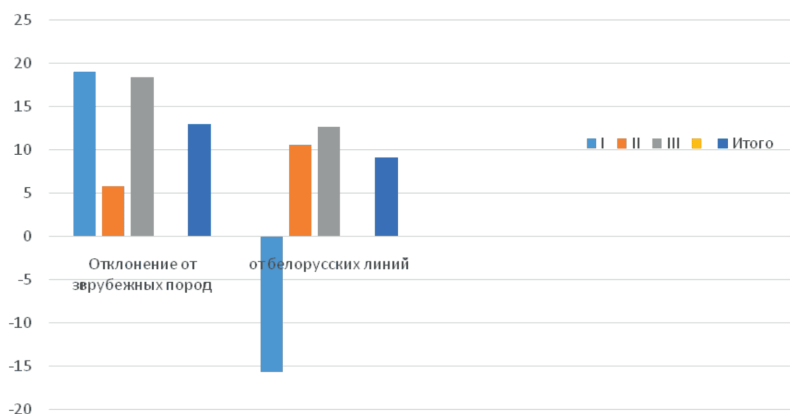


Рис. 6. Отклонение средней массы сеголетков трех генераций (I, II, III) второй линии пятого поколения от коллекционных пород белорусской и зарубежной селекции

Fig. 6. Deviation of the average weight of fingerlings of three generations (I, II, III) of the second line of the fifth generation from collectible breeds of Belarusian and foreign breeding

Выживаемость сеголетков I генерации первой линии пятого поколения составила 28,0 % и оказалась промежуточной по величине между коллекционными породами белорусской (22,2 %) и зарубежной (32,1 %) селекции. Во II генерации этой линии отмечено некоторое преимущество селекционного материала по сравнению с коллекционными породами (37,2 % против 32,1 и 35,2 %). В среднем выживаемость сеголетков селекционного карпа первой линии пятого поколения незначительно



уступала породам зарубежной селекции и оказалась выше, чем у коллекционных белорусских линий (29,7 % против 32,1 и 28,5 %). Уровень выживаемости селекционных сеголетков второй линии пятого поколения отличался значительной изменчивостью от 31,9 % (I генерация) до 65,0 % (III генерация). В первой генерации выживаемость селекционных сеголетков оказалась ниже, чем у коллекционных пород разного происхождения (31,9 % против 44,0 и 37,1 %). Выживаемость селекционных сеголетков во II генерации оказалась несколько выше, чем у зарубежных пород, но выше, чем у белорусских линий (37,1 % против 32,1 и 37,5 %). Сеголетки III генерации второй линии пятого поколения характеризовались преимуществом по выживаемости за летний период по сравнению с коллекционным материалом разной породной принадлежности (65,0 % против 46,6 и 53,0 %). В итоге средняя масса сеголетков второй линии пятого поколения оказалась незначительно ниже, чем у коллекционных пород, выращенных одновременно с селекционным материалом.

Отклонения выживаемости сеголетков пятого поколения селекционного зеркального карпа от среднего уровня этого признака у коллекционных форм, выращенных одновременно с опытным материалом представлено на рис. 7 и 8. Отклонения по выживаемости селекционных сеголетков первой линии пятого поколения от коллекционных пород не значительны. Колебания отклонений в двух генераций первой линии составляют от -4,1 до +5,8 %. В среднем отклонения выживаемости первой линии от коллекционных групп составляют -2,4 % (от зарубежных пород) и -1,2 % (от белорусских линий). То есть средняя выживаемость селекционного материала первой линии пятого поколения не значительно отклонялась от коллекционных пород разного происхождения.

В первой генерации второй линии пятого поколения отмечено снижение выживаемости селекционных сеголетков по сравнению с коллекционным материалом, с отклонениями -12,1 (зарубежные породы) и -5,3 % (белорусские линии). Отклонения выживаемости сеголетков третьей генерации селекционного карпа второй линии составила +16,4 и 12,6 %. Сеголетки второй генерации отличались повышенной выживаемостью по сравнению с зарубежными породами на 5,0 %, и пониженной по сравнению с белорусскими линиями (-1,4 %). В среднем вторая линия незначительно уступала по выживаемости коллекцион-



ным породам. Отклонения составили -4,8 % от зарубежных пород и -2,8 % от белорусских линий.

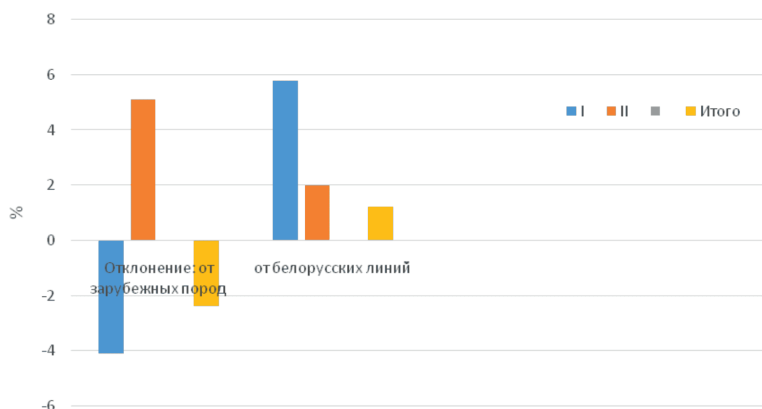


Рис. 7. Отклонение выживаемости сеголетков двух генераций (I, II) первой линии пятого поколения от коллекционных пород белорусской и зарубежной селекции
Fig. 7. Deviation of survival of fingerlings of two generations (I, II) of the first line of the fifth generation from collectible breeds of Belarusian and foreign breeding

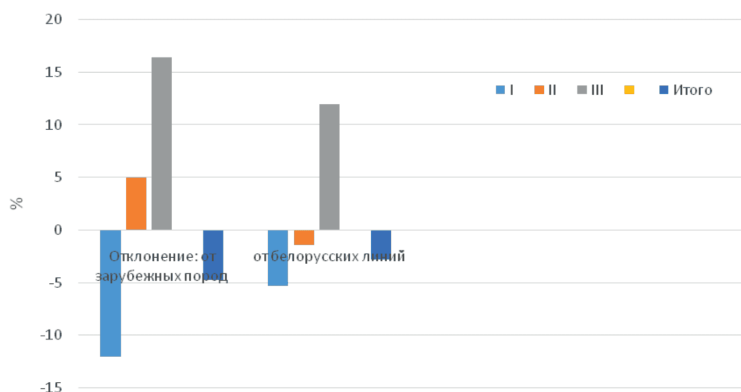


Рис. 8. Отклонение выживаемости сеголетков трех генераций (I, II, III) второй линии пятого поколения от коллекционных пород белорусской и зарубежной селекции

Fig. 8. Deviation of survival of fingerlings of three generations (I, II, III) of the second line of the fifth generation from collectible breeds of Belarusian and foreign breeding



При сравнении средней массы сеголетков двух линий, включающих пять генераций, отмечена тенденция к снижению вариабельности данного показателя у сеголетков пятого поколения по сравнению с четвертым, рис. 9. Если в четвертом поколении лимит колебаний средней массы сеголетков по генерациям составил от 17,7 до 48,4 г, то в пятом поколении от 26,3 до 33,8 г.

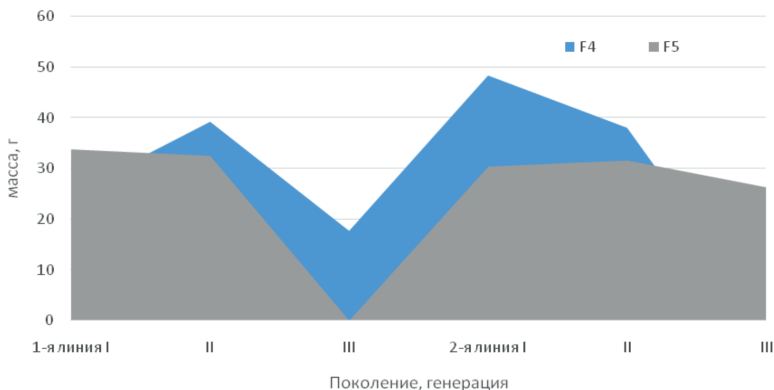


Рис. 9. Сравнительная характеристика массы сеголетков двух линий

(5 генераций) селекционного карпа четвертого и пятого поколений

Fig. 9. Comparative characteristics of the weight of fingerlings of two lines (5 generations) of breeding carp of the fourth and fifth generations

Лимит уровня выживаемости сеголетков пяти генераций в четвертом поколении составил от 27,3 до 55,8 %, в пятом от 28,0 до 65 %, рис. 10.

То есть выживаемость селекционных групп (генераций) в двух рассмотренных поколениях характеризовалась высокой вариабельностью.

В то же время следует отметить, что средний уровень выживаемости и массы тела у селекционного материала оказался близок к нормативным требованиям.

Заключение. Четвертое поколение селекционного белорусского зеркального карпа сформировано методом индивидуального отбора по семьям и представлено двумя линиями. Первая из которых включает три генерации, вторая две.

Между генерациями четвертого поколения отмечена высокая вариабельность массы тела и выживаемости сеголетков. Средняя масса се-



голетков первой линии в среднем составила 29,0 г с колебаниями от 17,7 до 39,2 г, во второй линии средняя масса сеголетков выше и составляет 44,7 г (38,0–48,3 г). Средняя выживаемость сеголетков первой линии в среднем составила 39,8 с колебаниями от 27,3 до 55,8 %, во второй 34,2 % с колебаниями 33,9–34,4 %.

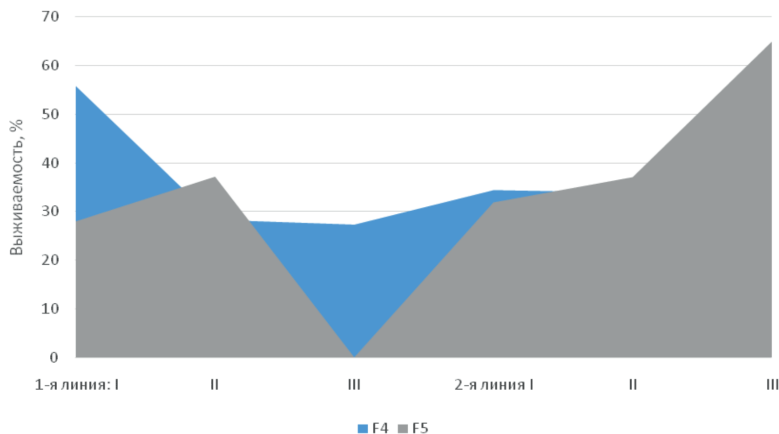


Рис. 10. Сравнительная характеристика выживаемости сеголетков двух линий (пять поколений) селекционного карпа четвертого и пятого поколений
Fig. 10. Comparative characteristics of survival of fingerlings of two lines (five generations) of breeding carp of the fourth and fifth generations

В пятом поколении масса сеголетков варьировала значительно меньше, чем в четвертом. Колебания в первой линии составило от 32,8 до 33,8 г, во второй от 26,3 до 31,6 г. Выживаемость сеголетков пятого поколения в основном варьировала от 28,0 до 44,0 %, за исключением третьей генерации второй линии, у которой этот показатель значительно выше (65,0 %).

Результаты исследования соотношения средней массы опытных сеголетков в каждой генерации двух селекционных линий четвертого поколения и коллекционных линий белорусской и зарубежной селекции, выращенных одновременно с селекционным материалом указывает на преимущество селекционных сеголетков по массе тела второй линии (3,8 и 8,2 г). По выживаемости отмечены значительные отклонения в сторону как снижения (до -22,5 %), так и повышения (до 12,4 %). В среднем наблюдалось некоторое увеличение выживаемости сеголет-



ков двух линий четвертого поколения по сравнению с чистопородным материалом.

Во второй линии большинство вариантов сравнения указывает на преимущество селекционного материала по массе тела сеголетков. Средняя величина отклонения первой линии от коллекционных белорусских пород составляет 17,7 г, второй 13,0 г, а по сравнению с коллекционными зарубежными 1,3 и 9,1 г соответственно. При сравнении выживаемости сеголетков различных генераций селекционного карпа установлены отклонения, как в сторону повышения (до 16,4 %), так и в сторону снижения (до -12,1 %). Средний уровень отклонений данного показателя у селекционного материала от коллекционных пород не значителен.

В целом сравнение сеголетков двух поколений указывает повышение средней массы тела и снижение вариабельности данного показателя в пятом поколении по сравнению с четвертым. Уровень средней массы и выживаемости сеголетков у четвертого и пятого селекционных поколений белорусского зеркального карпа соответствует нормативным требованиям.

Список использованных источников

1. Радько, М. М. Аквакультура Беларуси: потенциальные возможности и стратегия их реализации / М. М. Радько // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству, Ин-т рыб. хоз-ва, Белорус. гос. ун-т. — Минск, 2008. — Вып. 24. — С. 12–15.
2. Таразевич, Е. В. Селекционно-генетические основы создания и использования белорусских пород и породных групп карпа / Е. В. Таразевич. — Минск : Тонпик, 2009. — 224 с.
3. Богерук, А. К. Особенности породообразования в аквакультуре России / А. К. Богерук // Рыбоводство и рыб. хоз-во. — 2006. — № 11. — С. 2–7.
4. Сравнительная оценка рыбохозяйственных показателей сеголетков карпа с разным чешуйным покровом / Е. В. Таразевич [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству, Ин-т рыб. хоз-ва. — Минск, 2007. — Вып. 23. — С. 262–271.
5. Кирпичников, В. С. Генетика и селекция рыб / В. С. Кирпичников ; отв. ред. В. А. Струнников. — 2-е изд., перераб. и доп. — Л. : Наука, Ленингр. отд-ние, 1987. — 520 с.
6. Книга, М. В. Схема селекции породы карпа «белорусский зеркальный» / М. В. Книга // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Науч.-



- практ. центр НАН Беларуси по животноводству, Ин-т рыб. хоз-ва, Белорус. гос. ун-т. — Минск, 2009. — Вып. 25. — С. 37–43.
7. Фенотипическая характеристика сеголетков зеркального карпа разного происхождения / Е. В. Таразевич [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству, Ин-т рыб. хоз-ва. — Минск, 2007. — Вып. 23. — С. 229–238.
 8. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И. Ф. Правдин ; под ред. П. А. Дрягина, В. В. Покровского. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Пищевая пром-сть, 1966. — 376 с.
 9. Рыбоводно-биологические нормы для эксплуатации прудовых хозяйств // Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству : в 2 т. / Всесоюз. науч.-произв. об-ние по рыбоводству. — М., 1986. — Т. 1. — С. 5–104.
 10. Технологическая инструкция по разведению племенного карпа белорусской селекции / разраб.: Е. В. Таразевич [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.] ; ред. В. В. Кончиц. — Минск, 2006. — С. 6–14.

References

1. Rad'ko M. M. Aquaculture in Belarus: potential opportunities and strategy for their implementation. Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sbornik nauchnykh trudov = Belarus fish industry problems: collection of scientific paper. Minsk, 2008, iss. 24, pp. 12–15 (in Russian).
2. Tarazevich E. V. Selection and genetic bases for the creation and use of Belarusian carp breeds and breed groups. Minsk, Tonpik Publ., 2009. 224 p. (in Russian).
3. Bogeruk A. K. Peculiarities of rock formation in Russian aquaculture. Rybovodstvo i rybnoe khozyaistvo = Fish Breeding and Fisheries, 2006, no. 11, pp. 2–7 (in Russian).
4. Tarazevich E. V., Kniga M. V., Us A. P., Vashkevich L. M., Trubach I. A., Tentevitskaya L. S., Semenov A. P., Shumak V. V. Comparative assessment of fishery indicators of carp underyearlings with different scale cover. Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sbornik nauchnykh trudov = Belarus fish industry problems: collection of scientific paper. Minsk, 2007, iss. 23, pp. 262–271 (in Russian).
5. Kirpichnikov V. S. Genetics and selection of fishes. 2nd ed. Leningrad, Nauka Publ., 1987. 520 s.
6. Kniga M. V. Scheme of selection of the Belarusian mirror carp breed. Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sbornik nauchnykh trudov = Belarus fish industry problems: collection of scientific paper. Minsk, 2009, iss. 25, pp. 37–43 (in Russian).
7. Tarazevich E. V., Kniga M. V., Trubach I. V., Vashkevich L. M., Us A. P., Sazanov V. B., Dudarenko L. S., Tentevitskaya L. S., Alekseeva A. A. Phenotypic



- characteristics of underyearlings of mirror carp of different origin. *Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sbornik nauchnykh trudov* = Belarus fish industry problems: collection of scientific paper. Minsk, 2007, iss. 23, pp. 229–238 (in Russian).
8. Pravdin I. F. Guide to the study of fish (mainly freshwater). 4th ed. Moscow, Pishchevaya promyshlennost' Publ., 1966. 376 p. (in Russian).
 9. Fish breeding and biological norms for the operation of pond farms. *Sbornik normativno-tehnologicheskoi dokumentatsii po tovarnomu rybovodstvu*. T. 1 [Collection of normative and technological documentation for commercial fish farming. Vol. 1]. Moscow, 1986, pp. 5–104 (in Russian).
 10. Technological instruction for breeding breeding carp of the Belarusian selection. *Sbornik nauchno-tehnologicheskoi i metodicheskoi dokumentatsii po akvakul'ture v Belarusi* [Collection of scientific-technological and methodical documentation on aquaculture in Belarus]. Minsk, 2006, pp. 6–14 (in Russian).

Сведения об авторах

Агеец Владимир Юльянович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Сергеева Татьяна Александровна — заведующий лабораторией селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: tasergeeva@tut.by

Орлов Иван Анатольевич — научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Войтюк Татьяна Федоровна — ведущий специалист лаборатории селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Книга Мария Владимировна — кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Крук Анастасия Юрьевна — младший научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: nastilyu2310@gmail.com

Вишневская Ольга Николаевна — кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной акаде-



мии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belaboka@internet.ru

Сумаревич Светлана Александровна — младший научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Баянков Антон Сергеевич — научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Таразевич Елена Васильевна — доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» (пр-т Независимости, 99, Минск, Республика Беларусь). E-mail: pererabotka.kafedra@mail.ru

Information about the authors

Aheys Uladzimir — D.Sc. (Agriculture), Professor, director, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Sergeeva Tatiana — Head laboratory of Breeding and Breeding work, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: tasergeeva@tut.by

Orlov Ivan — Researcher, Laboratory of Breeding and Breeding work, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Voytyuk Tatyana — Leading Specialist of the Laboratory of Breeding and Breeding work, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Kniga Maria — Ph.D (Agricultural), leading employee of Breeding and Breeding work, RUE «Fish Industry Institute» of the RUE «Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry» (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Kruk Anastasiya — Junior Researcher, Laboratory of Breeding and Breeding Work, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: nastilyu2310@gmail.com

Vishnevskaya Olga — Ph.D (Agricultural), senior researcher of Breeding and Breeding work, RUE «Fish Industry Institute» of the RUE «Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry» (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). Email: belaboka@internet.ru



Sumarevich Svetlana — Junior researcher, Laboratory of Breeding and Breeding work, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Bayankov Anton — Junior researcher, Laboratory of Breeding and Breeding work, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Tarazevich Elena — D.Sc. (Agricultural), Associate Professor, Belarusian State Agrarian Technical University (Nesavisimosti av., 99, Minsk, Belarus). E-mail: pererabotka.kafedra@mail.ru



УДК 639.31.04; 639.3.07

Поступила в редакцию 29.10.2022

<https://doi.org/10.47612/978-985-880-000000-0-2022-38-42-55>

Received 29.10.2022

М.В. Книга, Т.А. Сергеева, И.А. Орлов, А.Ю. Крук, Д.А. Жмойдяк

*РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр
Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Минск, Беларусь*

ХАРАКТЕРИСТИКА ФЕНОТИПИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ГРУПП ЛИНЯ

Аннотация: В статье представлены результаты исследования фенотипических признаков разновесовых групп популяции линя СПУ «Изобелино». Проведено сравнение некоторых морфометрических показателей ремонтного стада линя с архивными данными.

Ключевые слова: линь, карповые, фенотип

M. Kniga, T. Sergeeva, I. Orlov, A. Kruk, D. Zmoydyak

*RUE «Fish Industry Institute» of the RUE «Scientific and Practical Center of Belarus
National Academy of Sciences for Animal Husbandry», Minsk, Belarus*

CHARACTERIZATION OF PHENOTYPIC TRAITS OF DIFFERENT AGE GROUPS OF TENCH

Abstract: The article presents the results of a study of phenotypic signs of disequilibrium groups of the tench population of the SPU “Isobelino”. Some morphometric indicators of the tench repair herd were compared with archival data.

Keywords: tench, carp, phenotype

Введение. Линь — рыба из семейства карповых (*Tinca tinca* L.), известен с давних времен (первые упоминания относятся к IV веку) достигает 60 см и массы 7,5 кг [2, 6]. Линь принадлежит семейству карповых, тем не менее, отличается неприхотливостью к качеству воды и способностью обитать в прудах, непригодных для разведения карпа. Линь — рыба малоподвижная, но, в то же время всеядная, поэтому выгодная для выращивания в пруду [8, 10, 19]. Ареал обитания линя весьма велик. Эта рыба встречается в Сибири (до Енисея), Малой Азии, на Кавказе, почти по всей Европе (кроме Скандинавского и Кольского



полуострова) [13]. Линь обладает великолепными вкусовыми качествами, это обеспечило ему в свое время большую популярность. Мясо линя сладковатое на вкус и очень сочное обладает ценным химическим составом, отличается высоким содержанием белка, микроэлементов, средней жирности (3,8 %). Однако в настоящее время выращивают его незначительное количество, хотя в России линь известен давно и обитает вместе с карасями и карпами практически во всех водоемах. В естественных водоемах Беларуси молодь растет медленно: к концу первого года достигает длины 2,5–4,0 см и массы около 2 г; у двухлетков длина составляет около 8 см и массы 15 г, трехлетков 6–12 см, четырехлетков 11–17 см, пятилетков 15–23 см, шестилетков 17–26 см, семилетков 20–29 см, восьмилетков 25–32 см. В условиях высокормных прудов с дополнительным кормлением линь может достигать в первый год массы 50 г, на второй — 250 г, на третий — 800 г [1, 3, 7, 14]. Процесс одомашнивания данного вида начат в середине XX века [4].

Материал и методы исследования. Работы по формированию племенного ремонтно-маточного стада линя проводятся на базе селекционно-племенного участка «Изобелино» Молодечненского района Минской области. В настоящее время работы по формированию племенного генотипа линя находятся на начальном этапе, заключающимся в исследовании популяций линя, имеющих в рыбоводных хозяйствах. Исследования экстерьерных показателей племенного материала, включающего группы отличающиеся массой тела, ограничили основными показателями, которые применяются при характеристике фенотипических особенностей пород карпа, поскольку именно эти показатели определяют товарные качества выращенной рыбы [17, 20]. Измерения проводили по следующим параметрам: длина тела до конца чешуйного покрова (l), наибольшие высота (H) и ширина тела (Br), наибольший обхват тела (O), длина головы (C). По данным индивидуального взвешивания и измерений рассчитывают относительные показатели коэффициент упитанности ($K_y = m/l^3 \times 100$) и индексы прогонистости (l/H), широкоспинности (Br/l , %), обхвата тела (O/l , %), длины головы (C/l , %) [5, 9]. Данные, характеризующие телосложение линя, в настоящее время имеющегося в СПУ «Изобелино», сравнивали с аналогичными показателями из архивных материалов 1992 г. [11, 12, 16]. Статистическую обработку проводили согласно общепринятым методам, применяемым к малочисленным выборкам [15].

Таблица 1. Сравнительная характеристика экстерьерных показателей линии
Table 1. Comparative characteristics of the exterior indicators of the line

Породная принадлежность/ весовая группа	m, г		L, см		K _y		C/L, %		l/H		Br/L, %		h/pl		O/L, %	
	$\bar{x} \pm SX$	Cv	$\bar{x} \pm SX$	Cv	$\bar{x} \pm SX$	Cv	$\bar{x} \pm SX$	Cv	$\bar{x} \pm SX$	Cv	$\bar{x} \pm SX$	Cv	$\bar{x} \pm SX$	Cv	$\bar{x} \pm SX$	Cv
Этап* Линь 1 (613 г – 1040 г, 15 экз.)	789,4± 37,11	18,2	30,80± 0,50	6,3	2,71± 0,12	16,9	24,39± 0,61	9,7	3,50± 0,07	7,6	13,43± 0,20	9,3	0,71± 0,06	33,5	73,46± 1,17	6,1
Линь 2 (562 г – 309 г, 5 экз.)	417,8± 43,33	23,2	25,88± 0,70	6,0	2,39± 0,13	12,0	24,31± 1,28	11,7	3,67± 0,13	8,1	13,00± 0,41	7,1	0,82± 0,10	26,0	71,86± 1,68	5,2
Линь 3 (291 г – 123 г, 17 экз.)	198,1± 10,83	22,5	19,91± 0,34	7,0	2,48± 0,05	9,0	22,62± 0,77	14,1	3,68± 0,07	8,1	13,51± 0,26	8,0	0,54± 0,04	28,8	67,75± 2,68	16,3
Линь 4 (101 г – 82 г)	94,0± 4,26	9,1	14,88± 0,72	9,7	2,97± 0,31	20,8	23,51± 1,50	12,8	3,48± 0,16	9,3	12,11± 0,55	9,0	0,46± 0,08	34,5	48,47± 4,60	19,0
Итого:	37,48± 10,71	18,3	22,87± 0,26	7,3	2,64± 0,60	14,7	23,71± 0,45	12,1	3,58± 0,05	8,3	13,01± 0,17	8,4	0,63± 0,03	30,7	65,39± 1,19	11,7
2этап (25 экз.)	1125,25±	23,9	34,96±	11,4	2,63±	17,6	23,39±	4,3	3,07±	5,0	-	-	0,80±	4,5	-	-
Линь – I**	23,9		0,89		0,09		0,23		0,03				0,01			
Линь – II***	705,10±	35,4	31,18±	11,7	2,33±	23,5	25,41±	2,4	3,37±	2,6	-	-	0,80±	4,4	-	-
	55,79		0,82		0,11		0,14		0,02				0,01			
Линь – III****	-		16,47±	28,3	-		26,36±	6,6	3,07±	5,1	-	-	0,74±	6,6	-	-
			0,92				0,34		0,03				0,01			
2019 г. Карп (чешуйчатый)	671,83± 40,56	13,5	-		3,03± 0,10	7,0	27,65± 0,84	6,8	2,64± 0,16	13,5	17,25± 0,56	7,3	0,88± 0,05	13,7	92,95± 2,29	5,5

Примечания: *1 этап линь из популяций СПУ «Изобелино» и ХРУ «Вилейка»; 2 этап (архив 1992 г.) **Стобцовское озеро, ***завезенный из России (Волжская Ахтуба), ****данные П.И. Жуков, 1965 г.



Таблица 2. Достоверность различий между весовыми группами линия (1 этап)
Table 2. The reliability of the differences between the weight groups of the line (stage 1)

Группы сравнения	m, г		I, см		Ky		C/I, %		I/H		Br/I, %		h/pl		O/I, %	
	T	P	t	P	t	P	t	P	t	P	t	P	t	P	t	P
Линь: 1 - 2	5,34	<0,001	5,15	<0,001	1,45	>0,1	0,06	>0,1	1,20	>0,1	0,40	>0,1	0,73	>0,1	0,71	>0,1
1 - 3	16,13	<0,001	18,58	<0,001	1,84	>0,1	1,82	<0,1	1,79	<0,1	0,13	>0,1	1,85	>0,1	1,21	>0,1
1 - 4	9,48	<0,001	15,3	<0,001	0,81	>0,1	0,63	>0,1	1,28	>0,1	1,10	>0,1	1,54	>0,1	3,10	<0,02
2 - 3	7,34	<0,001	8,30	<0,001	0,76	>0,1	1,11	>0,1	0,07	>0,1	1,04	>0,1	2,64	<0,05	0,51	>0,1
2 - 4	6,57	<0,001	10,85	<0,001	1,35	>0,1	0,41	>0,1	0,92	>0,1	1,33	>0,1	2,78	>0,1	1,62	>0,1
3 - 4	4,28	<0,01	6,10	<0,001	1,98	<0,1	0,49	>0,1	1,11	>0,1	2,36	<0,05	0,67	>0,1	1,56	>0,1



Обсуждение результатов исследований. В СПУ «Изобелино» в настоящее время формируется ремонтно-маточное стадо линия, которое включает двух-девяти годовиков. Из имеющегося племенного материала, для исследования экстерьерных показателей, отобраны 40 экз. линия массой тела, колеблющейся в пределах от 82 до 1040 г, из которых сформированы 4 весовые группы (табл. 1). Экстерьерные показатели каждой из весовых групп сравнивали между собой (табл. 2).

Весовые разноразмерные группы линия закономерно статистически достоверно отличаются по массе и длине тела. Величины этих показателей в среднем составляют 374,8 г и 22,57 см. Масса тела характеризуется повышенным уровнем изменчивости в каждой из весовых групп. В соответствии с классификацией Е.С. Слуцкого сравниваемые группы линия отличаются средней и сильной степенью изменчивости (9,1–23,2 %) [18]. Средняя длина тела опытных групп составила от 14,88 до 30,80 см. Внутригрупповые коэффициенты вариации в основном соответствуют низкому уровню изменчивости.

Коэффициент упитанности опытной группы линия составил в среднем 2,64, с колебаниями от 2,39 (группа линия 2) до 2,97 (группа линия 4). То есть, группы линия 4 — со средней массой 94 г и группа линия 1 — со средней массой 789,4 г, отличались более высокими значениями коэффициента упитанности. В опытных весовых группах данный показатель характеризовался средней степенью вариабельности с коэффициентами изменчивости 9,0–20,8 %. Повышенная вариабельность коэффициента упитанности обусловила отсутствие статистически достоверных отличий между весовыми группами.

Средняя относительная длина головы всей выборки составила 23,71 %. Колебания данного показателя у весовых групп не значительны от 23,51 % (группа линия 4) до 24,39 % (группа линия 1). Прослеживается тенденция к увеличению относительной длины головы с увеличением массы тела. Однако установленные различия статистически не достоверны. Этот показатель характеризуется средним уровнем изменчивости (12,1 %) с колебаниями от 9,7 % (группа линия 1) до 14,1 % (группа линия 2).

Относительная высота тела в среднем составила 3,58. Более высокоспинными оказались линии из весовых групп 4 (3,48) и 1 (3,50), менее высокоспинными — из групп 2 (3,67) и 3 (3,68). Данный показатель характеризуется низкой степенью изменчивости, составляющей в среднем 8,3 %. Отличия между весовыми группами статистически не досто-



верны. Относительная толщина тела линия в среднем составила 13,01 %. Колебания данного показателя в весовых группах не значительны (12,11–13,51 %). Минимальной относительной толщиной тела отличается группа линия с самой низкой массой. Вариабельность данного показателя низкая и составляет в среднем 8,4 %. Статистически достоверные различия, находящиеся на пятипроцентном уровне значимости, установлены при сравнении весовых групп 3 и 4. Остальные варианты сравнения весовых групп указывают на отсутствие статистически значимых различий.

Относительная ширина хвостового стебля в популяции отличалась высокой вариабельностью со средним коэффициентом изменчивости 30,7 %, колеблющимся в пределах от 26,0 % (группа линия 2) до 34,5 % (группа линия 4). Поэтому, не смотря на значительные различия по величине данного показателя между рассмотренными весовыми группами, статистически значимые различия установлены лишь при сравнении групп 2 и 3. В целом наблюдается тенденция к увеличению относительной ширины хвостового стебля от 0,46 (группа линия 4) до 0,71 (группа линия 1) по мере увеличения массы тела.

Относительный обхват тела в среднем составил 65,39 %. Наблюдается тенденция к увеличению относительного обхвата тела у линия с одновременным увеличением массы от 48,47 % (группа линия 4) до 73,46 % (группа линия 1). Данный показатель характеризуется низкой и средней степенью вариабельности. Статистически значимые различия установлены между крайними вариантами выраженности признака (группы 1–4).

Полученные данные по сравнительной характеристике основных экстерьерных показателей, характеризующих товарные качества рыбы, указывают на то, что у групп линия, статистически достоверно отличающихся массой и длиной тела (по Смит), присутствует положительная тенденция к увеличению относительных высоты, обхвата тела и ширины хвостового стебля одновременно с ростом массы и длины тела. Малое количество рыб, в изученных весовых группах, и сравнительно высокие коэффициенты вариации не позволили установить значительных статистически значимых отличий между разновесовыми группами линия.

Отклонения экстерьерных показателей линия разных весовых групп от средних значений, рассчитанных по всей выборке, представлены в табл. 3.



**Таблица 3. Отклонение средних величин
экстерьерных показателей весовых групп линя
от средних значений всей выборочной совокупности**
**Table 3. Deviation of the average values of the exterior
indicators of the lin weight groups from the average values
of the entire sample population**

Весовая группа	Абсолютные показатели		Относительные показатели					
	m, г	l, см	ед,			%		
			Ky	l/H	h/pl	C/l	Br/l	O/l
1	+415,6	+7,93	+0,07	-0,08	+0,08	+0,68	+0,42	+8,07
2	+48,0	+3,01	-0,25	+0,06	+0,19	+0,60	-0,01	+6,47
3	-176,7	-2,96	-0,16	+0,10	+0,09	-1,09	+0,50	+2,36
4	-280,2	-7,99	+0,33	-0,10	-0,17	-0,20	-0,90	-16,92

Первая группа линя, отличающаяся самой большой средней массой тела, одновременно характеризуется более высокими значениями по сравнению со средними величинами следующих показателей всей выборочной совокупности: длина тела (по Смуту), коэффициент упитанности, относительная ширина хвостового стебля, длина головы, толщина и обхват тела. Группа линя (4), отличающаяся самой низкой массой тела, соответственно отклоняется от средних значений (в сторону уменьшения) по следующим показателям: длина тела, коэффициент высокоспинности, относительная ширина хвостового стебля, длина головы, толщина и обхват тела, за исключением коэффициента упитанности. То есть, между группами линя с максимальной и минимальной массой тела наблюдаются различия по большинству рассмотренных морфометрических показателей.

Исследование морфометрических признаков линя из различных популяций проводили в институте рыбного хозяйства в 1992 г. [5]. В предыдущих исследованиях, также, как и в современных, были использованы популяции линя из бассейна реки «Неман». В 1992 г. был завезен племенной материал из России (Волжская Ахтуба), полученные результаты исследования морфометрических признаков сравнивали со справочными данными П.И. Жукова, 1965 г. [6].

Изученные морфометрические признаки линя (2019 г.) из популяции СПУ «Изобелино» (бассейн реки Неман), сравнивали с архивными данными. Материал, использованный в исследованиях, существенно различался по массе и соответственно по длине тела. Установленные различия статистически достоверны (табл. 4).



Таблица 4. Достоверность различий между средними показателями экстерьера линия 2019 г. и результатами исследования 1992 г.

Table 4. The reliability of the differences between the average indicators of the exterior of the line in 2019 and the results of the 1992 study

Признаки	Группы сравнения					
	*1этап — 2этап I **		*1этап — 2этап II ***		*1этап — 2этап III ****	
	t	P	t	P	t	P
m	28,65	<0,001	5,81	<0,001	-	-
l	13,04	<0,001	9,66	<0,001	6,69	<0,001
Ky	0,02	>0,1	0,51	>0,1	-	-
C/l	0,63	>0,1	3,61	<0,01	4,70	<0,001
l/H	8,75	<0,001	3,30	<0,01	8,75	<0,001
h/pl	5,38	<0,001	5,38	<0,001	3,48	<0,001

Примечания: *1 этап — линия из популяций СПУ «Изобелино» и ХРУ «Вилейка»; 2 этап (архив 1992 г.) **Столбцовское озеро, ***завезенный из России (Волжская Ахтуба), ****данные П.И. Жуков, 1965 г.

Среднее значение коэффициента упитанности имеющегося ремонтного стада составил 2,64, что практически совпадает с ранее полученными результатами (Столбцовское озеро — I) и значительно выше, чем у завезенной формы линия (Волжская Ахтуба — II). Однако выявленные различия статистически недостоверны. По относительному размеру головы линия из ремонтного стада СПУ «Изобелино» и из ранее изученной белорусской популяции отличались не значительно (23,71 и 23,39 % соответственно). У завезенной формы линия и по литературным данным относительная длина головы оказалась несколько выше и составила 25,41 и 26,36 % соответственно. Последние варианты сравнения с современными данными статистически достоверны. Имеющееся ремонтное стадо линия характеризуется прогонистой формой тела с коэффициентом высокоспинности 3,58. По данным предыдущих исследований линия обладал более высокоспинным характером телосложения (3,07–3,37). Установленные различия между современными и ранее полученными данными позволяют сравнить результаты исследования относительной ширины хвостового стебля. В результате исследования линия из ремонтного стада СПУ «Изобелино» установлено, что данная группа характеризуется более узким хвостовым стеблем по сравнению



с ранее изученными группами. Имеющиеся различия статистически достоверны. Таким образом, в результате сравнения величин основных экстерьерных показателей, формирующегося в настоящее время ремонтного стада линия (СПУ «Изобелино»), с архивными данными 1992 г. установлены различия по показателям высокоспинности и ширины хвостового стебля (в сторону уменьшения признака) по сравнению с популяцией из Столбцовского озера. По сравнению с ранее завезенным из России (Волжская Ахтуба) материалом и литературными данными, кроме указанных признаков, установлены статистически значимые различия и по относительной длине головы. То есть, современная популяция линия СПУ «Изобелино» отличается повышенной прогонистостью, узким хвостовым стеблем и увеличенным размером головы, следовательно, по ряду экстерьерных показателей, характеризующих товарные качества, уступает популяциям линия, имеющим происхождение из других мест обитания.

Поскольку фенотипические признаки, в конечном счете, определяют товарные качества рыбы, имеет смысл сравнить имеющуюся племенную группу линия с основным объектом прудового рыбоводства — карпом (табл. 5).

Таблица 5. Достоверность различий между средними показателями экстерьера линия с карпом
Table 5. The reliability of differences between the average indicators of the exterior of a tench with a carp

Признаки	линь — карп чешуйчатый	
	t	P
m — масса, г	7,08	<0,001
Ky	0,64	>0,1
C/l	4,13	<0,001
l/H	5,61	<0,001
Br/l	7,24	<0,001
h/pl	4,29	<0,001
O/l	10,68	<0,001

Практически по всем изученным признакам, за исключением коэффициента упитанности, линь уступает двухлеткам карпа. Установленные отклонения статистически достоверны.

Заключение. Полученные данные по сравнительной характеристике основных экстерьерных показателей разных по массе тела групп линия



из ремонтного стада СПУ «Изобелино» указывают на то, что между группами линия с максимальной и минимальной массой тела наблюдаются различия по большинству рассмотренных морфометрических показателей. Однако малое количество экземпляров, в изученных весовых группах, и сравнительно высокие коэффициенты вариации не позволили установить значительных статистически значимых отличий между разновесовыми группами линия.

Современная популяция линия из СПУ «Изобелино» отличается повышенной прогонистостью, узким хвостовым стеблем и увеличенным размером головы по сравнению с архивными данными 1992 г., включающими характеристику линия из популяций линия из бассейна реки «Неман» (Столбцовское озеро), завезенным племенным материалом из России (Волжская Ахтуба), а также данными П.И. Жукова (1965 г.). Следовательно, по ряду экстерьерных показателей, характеризующих товарные качества рыбы, ремонтное стадо СПУ «Изобелино» уступает изученным ранее популяциям линия разного происхождения.

При сравнении имеющейся племенной группы линия с основным объектом прудового рыбоводства — карпом установлено, что практически по всем изученным признакам, за исключением коэффициента упитанности, линия уступает двухлеткам карпа. Установленные отклонения статистически достоверны.

Список использованных источников

1. Анисимова, И. М. Ихтиология : [учеб. пособие] / И. М. Анисимова, В. В. Лавровский. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Агропромиздат, 1991. — 287 с.
2. Промысловые рыбы СССР: описания рыб : (текст к атласу цвет. рис. рыб) / М.-во рыб. пром.-сти СССР, Всесоюз. науч.-исслед. ин-т мор. рыб. хоз.-ва и океанографии ; [ред.: Л. С. Берг и др.]. — М. : Пищепромиздат, 1949. — 788 с.
3. Иванов, А. П. Рыбоводство в естественных водоемах : учебник / А. П. Иванов. — М. : Агропромиздат, 1988. — 367 с.
4. Кирпичников, В. С. Генетика и селекция рыб / В. С. Кирпичников ; отв. ред. В. А. Струнников. — 2-е изд., перераб. и доп. — Л. : Наука, Ленингр. отд-ние, 1987. — 520 с.
5. Книга, М. В. Оценка качества и бонитировка производителей карпа / М. В. Книга, И. В. Чимбур, Л. М. Вашкевич // Аквакультура. Селекционно-племенная работа с прудовыми рыбами. Биотехника воспроизводства щуки : сб. докл. науч.-практ. семинара, [20–21 марта 1996 г.] / Белорус. науч.-исслед. и проект.-конструкт. ин-т рыб. хоз.-ва ; редкол.: В. В. Кончиц [и др.]. — Минск, 1996. — С. 24–30.



6. Козлов, В. И. Краткий словарь рыбовода / В. И. Козлов, Л. С. Абрамович. — М. : Россельхозиздат, 1982. — 160 с.
7. Мартышев, Ф. Г. Разведение в прудах линя / Ф. Г. Мартышев // Биотехника прудового рыбоводства : учеб. пособие / Ф. Г. Мартышев. — М., 1954. — Гл. 15. — С. 175–179.
8. Прудовое рыбоводство / Ф. Г. Мартышев [и др.]. — М. : Гос. изд-во с.-х. лит., 1959. — 349 с.
9. Богерук, А. К. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Карп (*Cyprinus carpio* L.) / А. К. Богерук, Ю. И. Ильясов, Н. И. Маслова // Прудовое и озер. рыбоводство : информ. пакет. — 1997. — Вып. 4. — С. 43–52. — (Рыбное хозяйство. Сер.: Аквакультура / Всерос. науч.-исслед. и проект.-конструкт. ин-т экономики, информ. и автоматизир. систем упр. рыб. хоз-ва).
10. Моисеев, П. А. Ихтиология : учебник / П. А. Моисеев, Н. А. Азизова, И. И. Куранова. — М. : Лег. и пищевая пром-сть, 1981. — 383 с.
11. Муратов, В. М. Выращивание посадочного материала линя в прудовых хозяйствах / В. М. Муратов // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Белорус. науч.-исслед. и проект.-конструкт. ин-т рыб. хоз-ва. — Минск, 1996. — Вып. 14. — С. 84–90.
12. Разработать рыбоводно-биологические нормы выращивания рыбопосадочного материала линя : отчет о НИР : 1.2.11 / Белорус. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва. — Минск, 1992. — 34 с. — №473.
13. Никольский, Г. В. Экология рыб : [учеб. пособие] / Г. В. Никольский. — М. : Высш. шк., 1963. — 368 с.
14. Пенязь, В. С. Биология рыб водоемов Белорусского Полесья / В. С. Пенязь, Т. М. Шевцова, Т. И. Нехаева. — Минск : Наука и техника, 1973. — 237 с.
15. Рокицкий, П. Ф. Статистические показатели для характеристики совокупности / П. Ф. Рокицкий // Биологическая статистика : учеб. пособие / П. Ф. Рокицкий. — Изд. 3-е, испр. — Минск, 1973. — Гл. 2. — С. 24–52.
16. Рыбы : попул. энцикл. справ. / ред. П. И. Жуков. — Минск : Белорус. совет. энцикл., 1989. — 311 с.
17. Рыбоводно-биологические нормы для эксплуатации прудовых хозяйств // Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству : в 2 т. / Всесоюз. науч.-произв. об-ние по рыбоводству. — М., 1986 — Т. 1. — С. 5–104.
18. Слуцкий, Е. С. Фенотипическая изменчивость рыб (селекционный аспект) / Е. С. Слуцкий // Известия / Гос. науч.-исслед. ин-т озер. и реч. рыб. хоз-ва. — Л., 1978. — Т. 134 : Изменчивость рыб / под ред. Г. Г. Савостьяновой. — С. 3–132.
19. Суховерхов, Ф. М. Прудовое рыбоводство / Ф. М. Суховерхов. — М. : Гос. изд-во с.-х. лит., 1953. — 418 с.
20. Таразевич, Е. В. Селекционно-генетические основы создания и использования белорусских пород и породных групп карпа / Е. В. Таразевич. — Минск : Тонпик, 2009. — 223 с.



References

1. Anisimova I. M., Lavrovskii V. V. *Ichthyology*. 2nd ed. Moscow, Agropromizdat Publ., 1991. 287 p. (in Russian).
2. Berg L. S. (ed.) (et al.). *Commercial fish of the USSR: description of fish*. Moscow, Pishchepromizdat Publ., 1949. 788 pp. (in Russian).
3. Ivanov A. P. *Fish farming in natural reservoirs*. Moscow, Agropromizdat Publ., 1988. 367 p. (in Russian).
4. Kirpichnikov V. S. *Fish genetics and breeding*. Leningrad, Nauka Publ., 1987. 520 p. (in Russian).
5. Kniga M. V., Chimbur I. V., Vashkevich L. M. Quality assessment and bonitirovka of carp producers. *Akvakul'tura. Seleksionno-plemennaya rabota s prudovymi rybami. Biotekhnika vosproizvodstva shchuki: sbornik dokladov nauchno-prakticheskogo seminar, 20–21 marta 1996 g.* [Aquaculture. Selection and breeding work with pond fish. Biotechnology of pike reproduction: collection of reports of the scientific and practical seminar, March 20–21, 1996]. Minsk, 1996, pp. 24–30 (in Russian).
6. Kozlov V. I., Abramovich L. S. *A short dictionary of a fish breeder*. Moscow, Rossel'khozizdat Publ., 1982. 160 p (in Russian).
7. Martyshev F. G. Tench breeding in ponds. *Biotekhnika prudovogo rybovodstva* [Biotechnics of pond fish farming]. Moscow, 1954, pp. 175–179 (in Russian).
8. Martyshev F. G., Lyaiman E. M., Grinevskii A. M., Vavilkin A. S., Karpanin D. P. *Pond fish farming*. Moscow, State publishing house of agricultural literature, 1959. 349 p. (in Russian).
9. Bogeruk A. K., Ilyasov Yu. I., Maslova N. I. Methodology for testing for distinctness, uniformity and stability. Carp (*Cyprinus carpio* L.). *Prudovoe i ozernoe rybovodstvo: informatsionnyi paket* [Pond and lake fish farming: information package], 1997, iss. 4, pp. 43–52 (in Russian).
10. Moiseev P. A., Azizova N. A., Kuranova I. I. *Ichthyology*. Moscow, Legkaya i pishchevaya promyshlennost' Publ., 1981. 383 p. (in Russian).
11. Muratov V. M. Cultivation of tench planting material in pond farms. *Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sbornik nauchnykh trudov = Belarus fish industry problems: collection of scientific paper*. Minsk, 1996, iss. 14, pp. 84–90 (in Russian).
12. Belarusian Research Institute of Fisheries. *To develop fish-breeding and biological norms for growing fish—planting material of tench: scientific report on research 1.2.11, no. 473*. Minsk, 1992. 34 p. (in Russian).
13. Nikol'skii G. V. *Ecology of fish*. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1963. 368 p. (in Russian).
14. Peniaz' V. S., Shevtsova T. M., Nekhaeva T. I. *Biology of fish reservoirs of the Belarusian polesie*. Minsk, Nauka i tekhnika Publ., 1973. 237 p. (in Russian).
15. Rokitskii P. F. Statistical indicators for the characteristics of the population. *Biologicheskaya statistika* [Biological statistics]. 3rd ed. Minsk, 1973, pp. 24–52 (in Russian).
16. Zhukov P. I. (ed.). *Fish: a popular encyclopedic reference*. Minsk, Belorusskaya sovetskaya entsiklopediya Publ., 1989. 311 p (in Russian).



17. Fish breeding and biological standards for the operation of pond farms. *Sbornik normativno-tekhnologicheskoi dokumentatsii po tovarnomu rybovodstvu. T. 1* [Proceedings of regulatory and technological documentation on commercial fish farming. Vol. 1]. Moscow, 1986, pp. 5–104 (in Russian).
18. Slutskii E. S. Phenotypic variability of fish (breeding aspect). *Izvestiya Gosudarstvennogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ozernogo i rechnogo rybnogo khozyaistva. T. 134. Izmenchivost' ryb* [Proceedings of the State Research Institute of Lake and River Fisheries. Vol. 134. Variability of fish]. Leningrad, 1978, pp. 3–132 (in Russian).
19. Sukhovverkhov F. M. *Pond fish farming*. Moscow, State publishing house of agricultural literature, 1953. 418 p. (in Russian).
20. Tarazevich E. V. *Breeding and genetic foundations of the creation and use of Belarusian breeds and breed groups of carp*. Minsk, Tonpik Publ., 2008. 223 p. (in Russian).

Сведения об авторах

Книга Мария Владимировна — кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Сергеева Татьяна Александровна — зав. лабораторией селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: tasergeeva@tut.by

Крук Анастасия Юрьевна — младший научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: nastilyu2310@gmail.com

Орлов Иван Анатольевич — научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Жмодяк Дарья Александровна — младший научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Information about the authors

Kniga Maria — Ph.D (Agricultural), leading employee of Breeding and Breeding work, RUE «Fish Industry Institute» of the RUE «Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry» (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Sergeeva Tatiana — Head laboratory of Breeding and Breeding work, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy



of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: tasergeeva@tut.by

Kruk Anastasiya — Junior Researcher, Laboratory of Breeding and Breeding Work, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: nastilyu2310@gmail.com

Orlov Ivan — Researcher, Laboratory of Breeding and Breeding work, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Zhmoyak Daria — Junior Researcher, Laboratory of Breeding and Breeding Work, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by



В.Д. Сенникова, С.Н. Пантелей, О.Н. Марцуль, М.Н. Исаенко

*РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр
Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Минск, Беларусь*

ЭКСТЕРЬЕРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ЧЕРНОГО АМУРА, ВЫРАЩЕННОГО В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

Аннотация: Выявлено, что после зимовки экстерьерные показатели производителей черного амура, были удовлетворительными и соответствовали стандартам при формировании ремонтно-маточных стад. Абсолютная общая длина отобранных особей ремонтно — маточного стада черного амура варьировала от 98 см до 118 см, составляя в среднем $104,3 \pm 1,93$ см, длина до конца чешуйчатого покрова изменялась в пределах 83–101 см, при средней величине $90,9 \pm 1,81$ см. Масса этих же рыб изменялась от 8,6 кг до 16,7 кг, что составило в среднем $11,77 \pm 0,78$ кг. У черного амура наибольший коэффициент вариации имеет масса тела (20,97 %). Все абсолютные морфометрические показатели, характеризующие длину, ширину и высоту различных частей тела, увеличены в группе с большей средней массой. Изменчивость по этим признакам у популяции черного амура рыбхоза «Селец» является незначительной (коэффициент вариации 3,85–8,70 %). Коэффициенты упитанности по Фультону, характеризующие физиологическое состояние рыб, после зимовки у большинства обследованных особей черного амура (80 %) находились на допустимом уровне для данного вида и возраста рыб, изменяясь в пределах 1,47–1,75 %. Индекс прогонистости у обследованного черного амура было характерным для прогонистых видов рыб таких, каковым является черный амур (4,04–4,59 ед. при средней величине 4,30 ед.). В целом, уровень изменчивости по индексу прогонистости оказался невысоким и составил 3,85 % и изменчивость вариационного ряда по данному признаку можно считать незначительной. Разнополюсы представители ремонтно-маточного стада черного амура характеризовались выраженным половым диморфизмом. Одновозрастные самки заметно превосходили самцов по массе тела ($13,7 \pm 0,81$ кг и $9,83 \pm 0,48$ кг, соответственно) и некоторым экстерьерным показателям, таким как



коэффициент упитанности ($1,58 \pm 0,08$ % и $1,52 \pm 0,03$ %), индекс обхвата ($60,59 \pm 1,20$ % и $55,48 \pm 0,92$ %), индекс высокоспинности ($23,51 \pm 0,55$ и $22,70 \pm 0,44$ %).

Ключевые слова: черный амур; производители; экстерьерные показатели; самки; самцы

V. Sennikova, S. Pantelei, O. Martsul, M. Isaenko

RUE "Fish Industry Institute" of the RUE "Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry", Minsk, Belarus

EXTERIOR INDICATORS OF PRODUCERS OF BLACK AMUR, GROWN IN THE CLIMATIC CONDITIONS OF BELARUS

Abstract: It was revealed that after wintering, the exterior indicators of the producers of the black Amur were satisfactory and met the standards for the formation of repair and breeding herds. The absolute total length of the selected individuals of the repair — brood herd of the black Amur varied from 98 cm to 118 cm, averaging 104.3 ± 1.93 cm, the length to the end of the scaly cover varied within 83–101 cm, with an average value of 90.9 ± 1.81 cm. The weight of the same fish varied from 8.6 kg to 16.7 kg, which averaged 11.77 ± 0.78 kg. The black cupid has the highest coefficient of variation in body weight (20.97 %). All absolute morphometric indicators characterizing the length, width and height of various body parts were increased in the group with a higher average weight. The variability of these characteristics in the black Amur of the population from the «Selets» fish farm is insignificant (coefficient of variation 3.85–8.70 %). Fulton fatness coefficients characterizing the physiological state of fish after wintering in most of the examined individuals of the black amur (80 %) were at an acceptable level for this species and age of fish, varying within 1.47–1.75 %. The index of progonicity in the examined black amur was characteristic of progonistic fish species such as the black amur (4.04–4.59 units. with an average value of 4.30 units) In general, the level of variability in the progonicity index turned out to be low and amounted to 3.85 %, and the variability of the variation series on this basis can be considered insignificant. The heterosexual representatives of the repair-brood herd of the black Amur were characterized by pronounced sexual dimorphism. The same-aged females were noticeably superior to males in body weight (13.7 ± 0.81 kg and 9.83 ± 0.48 kg, respectively) and some external indicators, such as the fatness coefficient (1.58 ± 0.08 % and 1.52 ± 0.03 %), girth index (60.59 ± 1.20 % and 55.48 ± 0.92 %), high-back index (23.51 ± 0.55 and 22.70 ± 0.44 %).

Keywords: black cupid; producers; exterior indicators; females; males



Введение. В условиях искусственного воспроизводства рыб большое значение приобретает оценка качества производителей и состояние маточных стад. Оценка биометрических показателей у производителей рыб является важной составной частью при формировании ремонтно-маточных стад. Продуктивные качества рыбы обусловлены, прежде всего, её видовой принадлежностью и генотипом. Однако проявление возможного потенциала находится в прямой зависимости от условий выращивания, кормления и содержания, т.е. условий, которые обеспечивают нормальный рост, развитие и высокую продуктивность.

Полученные данные полезны для контроля соответствия условий содержания производителей черного амура в сетчатых садках на теплом сбросном канале. Нарушение типичной картины возрастной изменчивости сигнализирует о неблагоприятном воздействии внешних условий [1].

Цель исследований. Изучение морфо — биологических характеристик (морфометрические показатели, соответствующие индексы и коэффициенты) ремонтно-маточного стада черного амура, выращенного в климатических условиях Беларуси

Для достижения поставленной цели были измерены морфометрические показатели у представителей ремонтно-маточного стада черного амура, выращенного в климатических условиях Беларуси, рассчитаны соответствующие индексы и коэффициенты.

Материал и методика. Исследования комплекса морфометрических показателей у черного амура проводили в отделении «Белоозерск» ОАО «Опытный рыбхоз «Селец» Березовского района Брестской области. При морфометрическом исследовании использовали самок и самцов черного амура. У черного амура определяли вес и проводили морфометрическое измерение ряда параметров по системе измерений рыб, принятой в рыбоводстве [1–3]. При определении упитанности рыбы пользовались формулой Фультон. Формула коэффициента упитанности по Фультону:

$$Кф = m \cdot 100 \% / l^3 (1),$$

где m — масса рыбы; l — длина до конца чешуйного покрова.

Полученные материалы были обработаны статистически с определением средней, ошибки средней, среднеквадратичного отклонения и коэффициента вариации с программой Microsoft Excel [4–6].



Результаты исследований. Во всех рыбоводных хозяйствах ежегодно проводят инвентаризацию поголовья, а также осуществляют и бонитировку (оценку рыб по комплексу показателей). Визуальную оценку производителей рыб при бонитировке дополняют индивидуальными измерениями, по которым рассчитывают соответствующие индексы. В период бонитировки у самцов и самок черного амура, выращенного в климатических условиях Беларуси, измеряли морфометрические параметры, такие как общая длина, длина тела, длина головы, высота головы, наибольшая высота тела, наименьшая высота тела, наибольший обхват, масса и наибольшая толщина тела.

По данным взвешивания и измерений рассчитывали показатели экстерьера рыб: коэффициент упитанности, индексы прогонистости, высокоспинности, толщины, головы (большеголовости), обхвата тела (компактности), которые важны для оценки того, как виды получают ресурсы из среды обитания. Они также указывают на физиологическое состояние, основанное на накоплении жира, развитии гонад, общем самочувствии и адаптации к окружающей среде. В качестве основных критериев комплексной оценки производителей ремонтно-маточного стада черного амура были использованы абсолютные значения массы, длины тела, индексов телосложения (прогонистости, обхвата, большеголовости, толщины) и коэффициент упитанности.

Для изучения качественных характеристик ремонтно-маточного стада черного амура сельцовской популяции были рассчитаны коэффициенты вариации признаков, как показателей изменчивости. Коэффициент вариации позволяет судить об однородности совокупности.

Чем больше значение коэффициента вариации, тем относительно больший разброс и меньшая однородность исследуемых значений. Если коэффициент вариации меньше 10 %, то изменчивость вариационного ряда принято считать незначительной, от 10 % до 20 % относится к средней, больше 20 % и меньше 33 % к значительной и если коэффициент вариации превышает 33 %, то это говорит о неоднородности популяции по определенному признаку [6].

Данные по размерно-весовому составу, упитанности и прогонистости ремонтно-маточного стада черного амура представлены в табл. 1.

Абсолютная общая длина отдельных особей ремонтно-маточного стада черного амура варьировала от 98 см до 118 см, составляя в среднем $104,3 \pm 1,93$ см, длина до конца чешуйчатого покрова изменялась в пределах 83–101 см, при средней величине $90,9 \pm 1,81$ см. Масса этих же



рыб изменялась от 8,6 кг до 16,7 кг, что составило в среднем $11,77 \pm 0,78$ кг.

Таблица 1. Размерно-весовой состав, упитанность и прогонистость отдельных особей ремонтно-маточного стада черного амура, ОАО «Опытный рыбхоз «Селец», отделение «Белоозерск», апрель, 2022 г.
Table 1. Size and weight composition, fatness and progenity of individual individuals of the repair and breeding stock of the Black Amur, JSC «Experimental fish farm «Selets», department «Beloozersk», April, 2022

№п/п	Масса рыбы, кг	Общая длина рыбы, см	Длина рыбы до конца чешуйчатого покрова, см	Коэффициент упитанности по Фульгону, %	Прогонистость
1	12,3	103	98	1,31	4,08
2	12,5	108	94	1,50	4,59
3	13,0	105	90,5	1,75	4,21
4	14,0	108	93	1,74	4,04
5	16,7	118	101	1,62	4,39
6	9,69	100	87	1,47	4,46
7	9,1	97	83	1,59	4,32
8	10,6	102	88	1,56	4,29
9	11,2	104	90	1,54	4,25
10	8,6	98	84,5	1,43	4,33
Среднее значение	11,77	104,3	90,9	1,55	4,30
Среднеквадратическое отклонение	2,47	6,09	5,72	0,13	0,17
Среднестатистическая ошибка	0,78	1,93	1,81	0,04	0,05
Коэффициент вариации, %	20,97	5,84	6,29	8,66	3,85

Как видно из табл. 1, у производителей черного амура наибольший коэффициент вариации имеет масса тела. Так как коэффициент вариации по массе тела у девятигодовиков черного амура равен 20,97 %, то изменчивость по данному признаку является значительной, а популяция по этому признаку может характеризоваться как однородная, а, следовательно, среднюю величину по данному признаку можно использовать как обобщающий показатель этой совокупности.

Все морфометрические показатели, характеризующие длину, ширину и высоту различных частей тела, увеличены в группе с большей сред-



ней массой. Так, при массе производителей черного амура на уровне 13,0–16,7 кг общая длина рыбы составляла 103–118 см, обхват — 55–62 см, наибольшая высота тела — 20,5–24,0 см. А при массе рыбы 8,6–11,2 кг, соответственно, общая длина была 97–104 см, обхват — 45–47 см, наибольшая высота тела — 19,2–21,2 см. Изменчивость по этим признакам у черного амура сельцовской популяции является незначительной (коэффициент вариации 3,85–8,66 %).

Результаты измерения пластических признаков и сравнение их с литературными источниками, показали, что размеры пластических признаков исследованных нами рыб не отличались от литературных данных [7–11].

Относительные показатели головы производителей черного амура изменялись в пределах 20,11–25,0 % ($22,98 \pm 0,48$ %, в среднем), толщины — от 14,8 до 16,39 % ($15,68 \pm 0,26$ %, в среднем) и высокоспинности — от 21,13 до 24,49 % ($23,10 \pm 0,36$ %, в среднем) и были удовлетворительными в соответствии со стандартом при формировании ремонтно-маточных стад (табл. 2) [7;10]. Относительный обхват тела отобранных для измерений представителей ремонтно-маточного стада черного амура несколько отличался от рыб, которые выращивались в прудовых условиях и находился на уровне от 53,25 до 63,54 % ($58,03 \pm 1,11$ %, в среднем) что, вероятно, связано с уменьшением относительности высоты тела рыб при их содержании в садках.

Пользуясь коэффициентом упитанности Фультон, удастся выявить сезонные изменения упитанности рыбы, изменения упитанности в зависимости от пола и возраста рыбы. Как следует из литературных данных, коэффициент упитанности (по Фультону) уменьшается по мере увеличения возраста и массы рыб [8–11]. Коэффициенты упитанности по Фультону, характеризующие физиологическое состояние рыб, после зимовки у большинства обследованных особей черного амура (80 %) находились на допустимом уровне для данного вида и возраста рыб (девятигодовики), изменяясь в пределах 1,47–1,75 % (табл. 1) [8; 10–13]. У двух производителей черного амура коэффициенты упитанности были несколько ниже (1,31 и 1,43 %), вследствие чего уменьшилась общая средняя величина коэффициента упитанности (1,55 %). В группе рыб с массой тела 13 кг и 14 кг отмечено максимальное значение коэффициента упитанности (1,75 и 1,74 %, соответственно), у рыб с массой тела 9,1–12,5 кг имело место среднее значение коэффициента упитанности (1,47–1,59 %) (рис. 1). Самый низкий коэффициент упитаннос-



ти определен для черного амура массой тела 12,3 кг (1,31 %), а рыбе с наименьшей массой тела (8,6 кг) соответствовал коэффициент упитанности 1,43 %.

Таблица 2. Морфометрические показатели ремонтно-маточного стада черного амура, выращенного в климатических условиях Беларуси, ОАО «Опытный рыбхоз «Селец», отделение «Белоозерск», апрель, 2022 г.
Table 2. Morphometric indicators of the repair and breeding stock of the black Amur, grown in the climatic conditions of Belarus, JSC “Experimental fish farm “Selets”, department “Beloozersk”, April, 2022

Показатели	Среднее значение	Среднеквадратическое отклонение	Среднестатистическая ошибка	Коэффициент вариации, %
Масса рыбы, кг	11,77	2,47	0,78	20,97
Длина рыбы до конца чешуйчатого покрова, см	90,9	5,72	1,81	6,29
В % от длины рыбы				
Длина головы	22,98	1,51	0,48	6,55
Обхват тела	58,03	3,51	1,11	6,05
Наибольшая толщина тела	15,68	0,83	0,26	5,27
Наибольшая высота тела	23,10	1,13	0,36	4,87
Наименьшая высота тела	11,33	0,12	0,48	4,23
В % от длины головы				
Высота головы	67,01	0,05	0,02	4,82

Отношение длины рыбы к ее высоте (индекс прогонистости) у обследованного черного амура было характерным для прогонистых видов рыб таких, каковыми являются белый и черный амуры. Индекс прогонистости у черного амура находился в пределах 4,04–4,59 ед. при средней величине 4,30 ед. [10]. В целом уровень изменчивости по индексу прогонистости оказался невысоким и составил 3,85 % и изменчивость вариационного ряда по данному признаку можно считать незначительной. Повышенных по сравнению со стандартом для соответствующей породы значений прогонистости, при соответственно низких величинах коэффициента упитанности у данных особей черного амура не наблюдалось, что свидетельствует об удовлетворительном состоянии ремонтно-маточного стада (рис. 1).

Данные табл. 3 и 4 показывают, что признаки, свидетельствующие о характере изменчивости у производителей рыб, такие как индексы телосложения, величины коэффициентов вариации и упитанности не однозначны для самок и самцов черного амура.

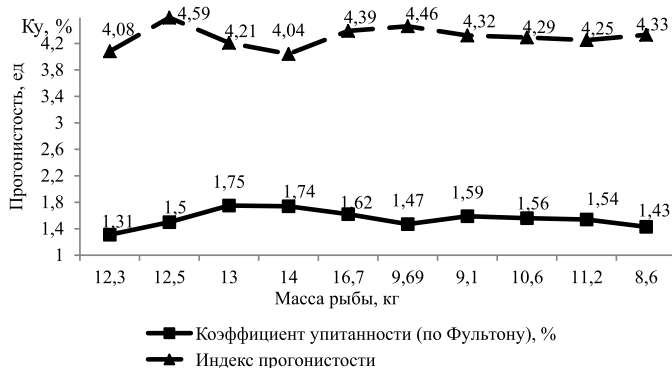


Рис. 1. Упитанность и прогонистость у особей черного амура с разной массой тела в весенний период 2022 г., отделение «Белоозерск» ОАО «Опытный рыбхоз «Селец»

Fig. 1. Fatness and progonicity in individuals of the black Amur with different body weight in the spring period of 2022, the department "Beloozersk" of JSC "Experienced fish farm "Selets"

Таблица 3. Экстерьерные показатели самок черного амура в отделении «Белоозерск» ОАО «Опытный рыбхоз «Селец», 2022 г.

Table 3. Exterior indicators of black Amur females in the department "Belozersk" of JSC "Experimental fish farm "Selets", 2022

Показатели	Среднее значение	Средне-квадратическое отклонение	Среднестатистическая ошибка	Коэффициент вариации, %
Масса рыбы, кг	13,7	1,8	0,81	13,15
Коэффициент упитанности (по Фультону), %	1,59	0,18	0,08	11,53
Прогонистость	4,26	0,23	0,10	5,36
Индексы, %				
Головы (большеголовости)	22,70	1,08	0,48	4,77
Обхвата тела (компактности)	60,59	2,68	1,20	4,42
Толщины	15,67	0,98	0,44	6,25
Высокоспинности	23,51	1,22	0,55	5,19

Разнополюсы представители ремонтно-маточного стада черного амура характеризовались выраженным половым диморфизмом. Одновозрастные самки заметно превосходили самцов по массе тела и некоторым экстерьерным показателям. По средним данным масса самцов ($9,83 \pm 0,48$ кг) была в 1,4 раза меньше, чем самок ($13,7 \pm 0,81$ кг).



Таблица 4. Экстерьерные показатели самцов черного амура в отделении «Белозерск» ОАО «Опытный рыбхоз «Селец», 2022 г.

Table 4. Exterior indicators of black Amur males in the department "Belozersk" of JSC "Experimental fish farm "Selets", 2022

Показатели	Среднее значение	Среднеквадратическое отклонение	Среднестатистическая ошибка	Коэффициент вариации, %
Масса рыбы, кг	9,83	1,06	0,48	10,82
Коэффициент упитанности (по Фультону), %	1,52	0,07	0,03	4,35
Прогонистости	4,33	0,08	0,04	1,83
Индексы, %				
Головы (большеголовости)	23,27	1,93	0,86	8,29
Обхвата тела (компактности)	55,48	2,06	0,92	3,71
Толщины	15,69	0,76	0,34	4,85
Высокоспинности	22,70	0,97	0,44	4,29

Коэффициент упитанности у самок черного амура был выше, чем у самцов. Так, у самок коэффициент упитанности по Фультону составил $1,59 \pm 0,08$ %, а у самцов данный показатель составил $1,52 \pm 0,03$ %. У производителей черного амура индексы высокоспинности были выше у самок ($23,51 \pm 0,55$), чем у самцов ($22,70 \pm 0,44$ %).

Самцы были более прогонистыми, чем самки ($4,26 \pm 0,10$ ед. и $4,33 \pm 0,04$ ед., соответственно) и самки отличались лучшими показателями индекса обхвата (компактности), который у них составил $60,59 \pm 1,20$ %, а у самцов — $55,48 \pm 0,92$ %). В тоже время, индекс большеголовости был выше у самцов ($23,27 \pm 0,86$ %, по сравнению с самками ($22,70 \pm 0,48$ %).

Таким образом, можно констатировать, что после зимовки практически все экстерьерные показатели производителей черного амура, были удовлетворительными и соответствовали стандартам при формировании ремонтно-маточных стад.

Выводы. 1. В соответствии с поставленной целью изучены морфо-биологические характеристики ремонтно-маточного стада черного амура, выращенного в климатических условиях Беларуси. Проведены измерения абсолютных морфометрических параметров черного амура, таких как общая длина, длина до конца чешуйчатого покрова, длина головы, высота головы, наибольшая высота тела, наименьшая высота тела, наибольший обхват, масса и наибольшая толщина тела.



По данным взвешивания и измерений рассчитаны показатели экстерьера рыб: коэффициент упитанности, индексы прогонистости, выскоспинности, толщины, головы (большеголовости), обхвата тела (компактности).

2. В результате проведенных исследований, выявлено, что после зимовки практически все экстерьерные показатели производителей черного амура, были удовлетворительными и соответствовали стандартам при формировании ремонтно-маточных стад.

3. Установлено, что абсолютная общая длина отобранных особей ремонтно-маточного стада черного амура варьировала от 98 см до 118 см, составляя в среднем $104,3 \pm 1,93$ см, длина до конца чешуйчатого покрова изменялась в пределах 83–101 см, при средней величине $90,9 \pm 1,81$ см. Масса этих же рыб изменялась от 8,6 кг до 16,7 кг, что составило в среднем $11,77 \pm 0,78$ кг.

4. Показано, что у черного амура наибольший коэффициент вариации имеет масса тела. Так как коэффициент вариации по массе тела у девятигодовиков черного амура равен $20,97\% < 33,3\%$, то изменчивость по данному признаку является значительной, а популяция по этому признаку может характеризоваться как однородная.

5. Выявлено, что все абсолютные морфометрические показатели, характеризующие длину, ширину и высоту различных частей тела, увеличены в группе с большей средней массой. Так, при массе производителей черного амура на уровне 13,0–16,7 кг общая длина рыбы составляла 103–118 см, обхват — 55–62 см, наибольшая высота тела — 20,5–24,0 см. А при массе рыбы 8,6–11,2 кг, соответственно, общая длина была 97–104 см, обхват — 45–47 см, наибольшая высота тела — 19,2–21,2 см. Изменчивость по этим признакам у черного амура сельцовской популяции является незначительной (коэффициент вариации 3,85–8,70 %).

6. Определено, что коэффициенты упитанности по Фультону, характеризующие физиологическое состояние рыб, после зимовки у большинства обследованных особей черного амура (80 %) находились на допустимом уровне для данного вида и возраста рыб (девятигодовики), изменяясь в пределах 1,47–1,75 %.

7. Показано, что отношение длины рыбы к ее высоте (индекс прогонистости) у обследованного черного амура было характерным для прогонистых видов рыб таких, каковыми являются белый и черный амур. Индекс прогонистости у черного амура находился в пределах 4,04–4,59 ед. при средней величине 4,30 ед. В целом уровень измен-



чивости по индексу прогонистости оказался невысоким и составил 3,85 % и изменчивость вариационного ряда по данному признаку можно считать незначительной,

8. Установлено, что разнополые представители ремонтно-маточного стада черного амура характеризовались выраженным половым диморфизмом. Одновозрастные самки заметно превосходили самцов по массе тела ($13,7 \pm 0,81$ кг и $9,83 \pm 0,48$ кг, соответственно) и некоторым экстерьерным показателям, таким как коэффициент упитанности ($1,58 \pm 0,08$ % и $1,52 \pm 0,03$ %), индекс обхвата ($60,59 \pm 1,20$ % и $55,48 \pm 0,92$ %), индекс высокоспинности ($23,51 \pm 0,55$ и $22,70 \pm 0,44$ %). Самцы были более прогонистыми, чем самки ($4,26 \pm 0,10$ ед. и $4,33 \pm 0,04$ ед., соответственно). В то же время, индекс большеголовости был выше у самцов ($23,27 \pm 0,86$ %, по сравнению с самками ($22,70 \pm 0,48$ %).

Список использованных источников

1. Баклашова, Т. А. Ихтиология / Т. А. Баклашова. — М. : Пищевая пром-сть, 1980. — 324 с.
2. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И. Ф. Правдин ; под ред. П. А. Дрягина, В. В. Покровского. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Пищевая пром-сть, 1966. — 376 с.
3. Викторовский, Р. Об измерении рыб / Р. Викторовский // Спортив. рыболовство. — 2007. — № 7. — С. 5–6.
4. Рокицкий, П. Ф. Статистические показатели для характеристики совокупности / П. Ф. Рокицкий // Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. — Изд. 3-е, испр. — Минск, 1973. — Гл. 2. — С. 24–53.
5. Рокицкий, П. Ф. Введение в статистическую генетику / П. Ф. Рокицкий. — Изд. 2-е, испр. — Минск : Выш. шк., 1978. — 448 с.
6. Зверев, А. А. Статистические методы в биологии : учеб.-метод. пособие / А. А. Зверев, Т. Л. Зефилов. — Казань : КФУ, 2013. — 42 с.
7. Воропаев, С. Н. Рыбоводно-биологическая характеристика черного амура (*Mylopharyngodon piceus* (Rich.)) как объекта искусственного воспроизводства : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.10 / С. Н. Воропаев ; Всерос. науч.-исслед. ин-т прудового рыб. хоз-ва. — М., 1993. — 26 с.
8. Макеева, А. П. Особенности размножения, созревания и развития белого амура, белого и пестрого толстолобиков / А. П. Макеева // Зоология позвоночных : [сборник] / Всесоюз. ин-т науч. и техн. информ. — М., 1974. — Т. 5 : Биология, разведение и использование растительноядных рыб / под ред. Л. П. Познанина, И. И. Стрекаловой. — С. 11–60.
9. Кончиц, В. В. Биологические основы выращивания черного амура в условиях Беларуси / В. В. Кончиц, В. Б. Сазанов. — Минск : Ин-т рыб. хоз-ва, 2010. — 128 с.



10. Лабазанов, А. В. Создание высокопродуктивных племенных стад белого амурского для промышленного рыбоводства : дис. ... канд. биол. наук : 06.02.07 / А. В. Лабазанов. — Нальчик, 2018. — 139 л.
11. Нгуен, В. Х. Морфо-функциональные показатели созревания самок маточного стада белого амурского (Stenopharyngodon indella, Val.) в условиях дельты Волги : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.10 / В. Х. Нгуен ; Всерос. науч.-исслед. ин-т прудового рыб. хоз-ва. — М., 1993. — 22 с.
12. Залепухин, В. В. Актуальность оценки качества производителей рыб в современных условиях / В. В. Залепухин // Вестн. Волгогр. гос. ун-та. Сер. 11, Естеств. науки. — 2011. — № 1 (1). — С. 60–66.
13. Григорьев, С. С. Индустриальное рыбоводство : учеб. пособие : в 2 ч. / С. С. Григорьев, Н. А. Седова. — Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2008. — Ч. 1 : Биологические основы и основные направления разведения рыбы индустриальными методами. — 186 с.

References

1. Baklashova T. A. *Ichthyology*. Moscow, Pishchevaya promyshlennost' Publ., 1980. 324 p. (in Russian).
2. Pravdin F. I. *Guide to the study of fish*. 4th ed. Moscow, Pishchevaya promyshlennost' Publ., 1966. 376 p (in Russian).
3. Viktorovskii R. M. About measuring fish. *Sportivnoe rybolovstvo* [Sport Fishing], 2007, no. 7, pp. 5–6 (in Russian).
4. Rokitskii P. F. Statistical indicators to characterize the population. *Biologicheskaya statistika* [Biological statistics]. 3rd ed. Minsk, 1973, pp. 24–53 (in Russian).
5. Rokitskii P. F. *Introduction to statistical genetics*. 2nd ed. Minsk, Vysheishaya shkola Publ., 1978. 448 p. (in Russian).
6. Zverev A. A., Zefirov T. L. *Statistical methods in biology*. Kazan, Kazan Federal University, 2013. 42 p. (in Russian).
7. Voropaev S. N. *Fish-breeding and biological characteristics of the black Amur as an object of artificial reproduction*. Abstract of Ph.D. diss. Moscow, 1993. 26 p. (in Russian).
8. Makeeva A. P. Features of reproduction, maturation and development of the white cupid, white and variegated silver carp. *Zoologiya pozvonochnykh. T. 5. Biologiya, razvedenie i ispol'zovanie rastitel'noyadnykh ryb* [Vertebrate zoology. Vol. 5. Biology, breeding and use of herbivorous fish]. Moscow, 1974, pp. 11–60 (in Russian).
9. Konchits V. V., Sazanov V. B. *Biological bases of growing black amur in Belarus*. Minsk, Fish Industry Institute, 2010. 128 p. (in Russian).
10. Labazanov A. V. *Creation of highly productive breeding herds of white Amur for industrial fish farming*. Ph.D. Thesis. Nalchik, 2018. 139 p. (in Russian).
11. Nguen V. *Morpho-functional indicators of maturation of females of the breeding stock of the white Amur in the conditions of the Volga delta*. Abstract of Ph.D. diss. Moscow, 1993. 22 p. (in Russian).
12. Zalepukhin V. V. The essential appraisalment of breeders quality in present-day conditions. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 11*,



Estestvennye nauki [Bulletin of the Volgograd State University. Series 11. Natural Sciences], 2011, no. 1 (1), pp. 60–66 (in Russian).

13. Grigor'ev S. S., Sedova N. A. *Industrial fish farming. Part 1. Biological bases and main directions of fish breeding by industrial methods*. Petropavlovsk-Kamchatsky, Kamchatka State Technical University, 2008. 186 p. (in Russian).

Сведения об авторах

Сенникова Виолетта Дмитриевна — старший научный сотрудник лаборатории прудового и индустриального рыбоводства, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Пантелей Сергей Николаевич — кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией прудового и индустриального рыбоводства, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: pantsialei@yandex.ru

Костюсов Владимир Геннадьевич — кандидат биологических наук, доцент, заместитель директора по научной работе, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: vkostousov@tut.by. ORCID: 0000–0002–3926–9432

Исаенко Марина Николаевна — младший научный сотрудник лаборатории прудового и индустриального рыбоводства, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Information about the authors

Sennikova Violetta — Senior researcher of the Laboratory of Pond and Industrial Fish Farming, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Panteley Sergey — Ph.D. (Agriculture), RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: pantsialei@yandex.ru

Kostousov Vladimir — Ph.D. (Biological), associate professor, deputy director of science of RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: vkostousov@tut.by. ORCID: 0000–0002–3926–9432

Isaenko Marina — Junior researcher at the Laboratory of Pond and Industrial Fish Farming, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (22 Stebeneva str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by



УДК 636.082:639.31.04

Поступила в редакцию 26.09.2022

<https://doi.org/10.47612/978-985-880-000000-0-2022-38-69-82>

Received 26.09.2022

Т.А. Сергеева*РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Минск, Беларусь*

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЗИМОВКИ МЛАДШЕГО РЕМОНТА АМУРСКОГО САЗАНА

Аннотация: В статье представлены результаты зимовки годовика амурского сазана девятого поколения, включающего три генерации. Средняя масса сеголетков помесей сазана, полученных при оплодотворении икры самок из белорусской популяции (F_9 , I-я генерация) завезенными из коллекции ВНИИПРХ молоками, составила 35,2 г (опытная помесная группа I) и 32,5 г (опытная помесная группа II), что оказалось ниже, чем у сеголетков из белорусской популяции (54,0 г). Средняя масса годовиков сазана (F_9 , II-я генерация) составила 34,6 г, что ниже, чем у чистопородных групп белорусской селекции (41,6). Третья генерация девятого поколения амурского сазана представлена годовиками из белорусской популяции и помесными опытными группами (4 помеси), полученными с использованием завезенных молок. В качестве контроля рассматривалось потомство сазана из белорусской популяции. Средняя масса годовиков опытных групп сазана колебалась в пределах от 10,4 г (P1) до 31,3 г (P4), составляя в среднем 24,1 г. Средний уровень потери массы тела у годовиков сазана (F_9 , I и II-я генерации) оказался ниже, а выживаемость наоборот выше, чем у карпа коллекционных чистопородных групп карпа белорусской и зарубежной селекции зимовавших совместно. Уровень зимостойкости амурского сазана оказался значительно выше, чем у линий белорусской зимующих в одинаковых условиях.

Ключевые слова: сазан, карп, сеголеток, годовик, зимовка

T. Sergeeva*RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry”, Minsk, Belarus*

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE RESULTS OF WINTERING OF THE JUNIOR REPAIR OF THE AMUR CARP

Abstract: The article presents the results of wintering of the Amur carp yearling of the ninth generation, including three generations. The average



weight of youngsters of carp crossbreeds obtained by fertilizing the eggs of females from the Belarusian population (F9, I generation) imported from the collection of the VNIIPRH milk was 35.2 g (experimental crossbreed I) and 32.5 g (II), which turned out to be lower than that of youngsters from the Belarusian population (54.0 g). The average weight of carp yearlings (F9, II generation) was 34.6 g, which is lower than that of purebred groups of Belarusian and foreign breeding (41.6 and 38.5 g, respectively). The third generation of the ninth generation of the Amur carp is represented by yearlings from the Belarusian population and mixed experimental groups (4 crossbreeds) obtained using imported milk. The offspring of a carp from the Belarusian population was considered as a control. The average weight of yearlings of the experimental groups of carp ranged from 10.4 g (P1) to 31.3 g (P4), averaging 24.1 g. The average level of body weight loss in carp yearlings (F9, I and II generations) turned out to be lower, and the survival rate, on the contrary, is higher than in carp of the collection purebred carp groups of Belarusian and foreign breeding wintering together. The level of winter hardiness of the Amur carp was significantly higher than that of the Belarusian lines wintering in the same conditions.

Keywords: carp, carp, fingerlings, yearling, wintering

Введение. Зимовка племенного рыбопосадочного материала — один из важнейших моментов в технологии производства прудовой рыбы. Этот период требует особого ответственного отношения, так как на сохранность рыбопосадочного материала влияет комплекс факторов. К ним относятся абиотические факторы (температура, газовый и гидрoхимический режим прудов) и биотические факторы, характеризующие качество рыбопосадочного материала (физиологическое состояние рыбы, ее упитанность, здоровье). На физиологическую готовность рыбы переживать неблагоприятные условия влияет также и ее генетическое происхождение.

Проведение зимовки ремонта младшего возраста (сеголетков) — является особенно важным этапом в процессе выращивания рыбы. Сеголетки разной породной принадлежности, в том числе и опытных групп амурского сазана, после серийного механического мечения были размещены на зимовку совместно в один зимовальный пруд.

Материал и методика исследования. В 1976—1977 гг. была создана репродукционная база по формированию ремонтно-маточного стада амурского сазана ханкайской популяции, генетический материал которого был завезен из Украины (репродукционная база «Лисневичи»). В 1990—1991 гг. одновременно с началом формирования коллекционного генофонда карпа в СПУ «Изобелино» из рыбхоза «Вилейка» был



завезен материал амурского сазана ханкайской популяции в виде трехсуточных заводских личинок, полученных от производителей, маркированных по локусу миогена (Mu^3) [1, 4].

В республике амурский сазан воспроизводится «в себе» на протяжении девяти поколений. В настоящее время в коллекционном стаде имеются потомки завезенного генетического материала, представленные восьмым (производители) и девятым (ремонт) поколениями сазана [5]. С целью увеличения генетического разнообразия и снижения эффекта инбридинга амурского сазана из коллекционного стада белорусской популяции, в соответствии с программой обмена генетическим материалом с Российской Федерацией, из коллекционного генофонда ВНИИПРХ были завезены охлажденные молоки сазана и осуществлено оплодотворение икры, полученной от самок из коллекционной белорусской популяции. Девятое поколение сазана представлено тремя генерациями. При формировании первой и третьей генераций использовали завезенный генетический материал (молоки). В первом варианте для скрещивания с завезенными молоками амурского сазана использованы две самки, отличающиеся по генотипу Tf (1-я AA , 2-я AY). Получены три опытные группы: I-я и II-я — помеси с завезенным генетическим материалом, III-я сазан из белорусской популяции (контроль). Во втором варианте смесь икры от нескольких самок из коллекционной белорусской популяции амурского сазана девятого поколения оплодотворяли завезенными молоками от различных самцов (4 варианта, обозначенных далее как P-1, P-2, P-3, P-4). В качестве контроля использовали потомство сазана из белорусской популяции. Одновременно с сазаном в аналогичных условиях были выращены чистопородные селекционные и коллекционные группы карпа белорусской и зарубежной селекции.

Для сохранения генетической чистоты личинок из каждой опытной группы сазана и коллекционных пород карпа выращивали отдельно от карпа в малых выростных прудах СПУ «Изобелино», с одинаковым режимом кормления, санитарно-профилактических мероприятий, в одинаковых гидрохимических условиях. [7, 10]. Осенью и весной перед размещением на зимовку и выращивание рыбу разной породной принадлежности метили серийными механическими метками, которые подновляли в период весеннего и осеннего облова и сохраняли до конца жизни рыбы [2, 3]. У старшего ремонта (четырёхлетки, четырёхгодовики) проводится индивидуальное мечение холодо-водорастворимыми



красителями [11]. Все производители и старший ремонт коллекционного ремонтно-маточного стада в настоящее время помечены индивидуально в соответствии с принятой схемой. Сеголетков опытных групп после серийного механического мечения размещали на зимовку совместно в один пруд.

С момента организации репродукционной базы по выращиванию амурского сазана при воспроизводстве его в искусственных условиях и получении гибридов по результатам осенней и весенней инвентаризации и бонитировки проводили исследования рыбоводно-биологических показателей на разных этапах развития потомства. По общепринятым методикам весной и осенью проводили рыбохозяйственную оценку всех выращенных опытных групп сазана и гибридов карпа с сазаном. Комплекс рыбохозяйственных признаков включал среднештучную массу сеголетков, годовиков (и далее всех возрастных групп), их выживаемость [11]. Изучение рыбохозяйственных показателей проводили согласно общепринятым методикам [8], а их комплексную оценку — методом ранжирования [9].

Обсуждение результатов исследований. С 1978 г. в хозяйстве «Вилейка» начато воспроизводство амурского сазана, от производителей, завезенных в республику в 1977–1978 гг. из рыбокомбината «Лисневичи» (Львовской области). Годовики первого поколения амурского сазана, полученного в Беларуси от завезенных производителей, характеризовались высокими выходами из зимовки (89,2 %), особенно по сравнению с карпом (27,8 %), зимовавшим совместно с сазаном, то есть в одинаковых условиях (табл. 1). Среднее значение потери массы тела не велико, как у сазана, так и у карпа (1,5 и 2,0 % соответственно). В четвертом поколении также отмечено некоторое преимущество сазана по рыбоводным показателям зимовки по сравнению с карпом. У годовиков сазана выживаемость в среднем составила 71,4 %, в то время как у карпа 56,0 %. В этом поколении отмечено существенное преимущество сазана по уровню потери массы тела в зимний период (2,0 % против 13,5 %). То есть за зимний период годовики сазана похудели значительно меньше, чем карп, зимовавший в одинаковых условиях (совместно).

В настоящее время сформировано коллекционное ремонтно-маточное стадо амурского сазана, включающее три генерации. При формировании первой и третьей генераций использовали завезенный из России (коллекция ВНИИПРХ) генетический материал (молоки).



Средняя масса сеголетков помесей сазана, полученных при оплодотворении икры самок из белорусской популяции (F₉, I-я генерация) завезенными из коллекции ВНИИПРХ молоками, составила 36,2 г (опытная помесь I) и 32,5 г (II), что оказалось ниже, чем у сеголетков из белорусской популяции (54,0 г) (табл. 1) [6]. Такое же соотношение средних масс тела сохраняется и у годовиков опытных групп амурского сазана.

Таблица 1. Рыбохозяйственные показатели годовиков амурского сазана, коллекционных пород карпа и гибридов карпа с сазаном

Table 1. Fishery indicators of Amur carp yearlings, collection breeds of carp and carp-carp hybrids

Породная принадлежность	Посажено		Выловлено		Потеря массы тела, %	Выход, %
	Количество, экз.	средняя масса, г	Количество, экз.	средняя масса, г		
Сазан. F _I	89000	26,0	79400	25,6	1,5	89,2
Карп изобелинский*	10900	59,2	3030	58,0	2,0	27,8
Сазан F ₄ (8-кратная повторность)	24600	20,3	17564	19,9	2,0	71,4
Карп изобелинский*	8400	47,4	4704	41,0	13,5	56,0
F ₉ , I-я генерация						
Сазан (I)	1103	36,2	1014	32,4	10,5	91,9
Сазан (II)	1140	32,5	960	30,9	4,9	84,2
Сазан (белорусский)	6410	54,0	5117	52,6	2,6	79,8
Итого:	8653	48,9	7091	46,7	4,5	81,9
Линии белорусской селекции:	1913	47,4	1645	44,2	6,7	86,0
F ₉ , II-я генерация						
Амурский сазан	1510	37,3	1417	34,6	7,2	93,8
Линии белорусской селекции:	3186	53,1	2266	41,6	21,7	71,1
F ₉ , Генерация III						
Сазан бел.	1560	15,1	923	14,3	5,3	59,2
Сазан помеси: P1	118	11,9	67	10,4	12,6	56,8
P2	220	20,0	183	15,8	21,0	83,2
P3	450	24,4	333	22,2	9,0	74,0
P4	608	34,7	428	31,3	9,8	70,4
Итого помеси сазана:	1396	27,1	1011	24,1	11,1	72,4
Карп белорусской селекции	6161	30,3	3035	27,2	12,2	49,3



То есть повышенной массой тела характеризуется сазан из белорусской популяции (52,6 г), пониженным помесная группа сазана II (30,9 г). Минимальная потеря массы тела установлена у амурского сазана из белорусской популяции (2,6 %), максимальная в первом варианте опытного скрещивания (10,5 %). То есть между опытными группами сазана F_9 , I-ой генерации по уровню потери массы тела, выявлена значительная изменчивость. Уровень потери массы тела у сазана в целом ниже, чем у чистопородных коллекционных групп, зимовавших совместно в одном пруду, за исключением помеси I. Выход из зимовки годовиков сазана в среднем составил 81,9 %, с колебаниями от 79,8 % (белорусская популяция) до 91,9 % (I вариант скрещивания) то есть, выше нормативных требований. Выживаемость сазана I-ой генерации близка по величине к среднему уровню белорусских линий (86,0 %), зимовавших совместно.

Средняя масса годовиков сазана (F_9 , II-я генерация) составила 34,6 г, что ниже, чем у чистопородных групп белорусской селекции (41,6 г соответственно). Минимальной потерей массы тела среди годовиков отличался амурский сазан (7,2 %). У коллекционных пород карпа белорусской селекции потеря массы тела в среднем составила 21,7 %, у что значительно выше, допустимого нормативными требованиями значения (12,0 %). Выживаемость годовиков сазана (F_9 , II-я генерация) также оказалась выше, чем у карпа (93,8 % против 71,1 %).

Третья генерация девятого поколения амурского сазана представлена годовиками из белорусской популяции и помесными опытными группами (4 помеси), полученными с использованием завезенных молоков. В качестве контроля рассматривалось потомство сазана из белорусской популяции. Средняя масса годовиков опытных групп сазана колебалась в пределах от 10,4 г (P1) до 31,3 г (P4), составляя в среднем 24,1 г. По сравнению с сазаном из белорусской популяции несомненными преимуществами по массе тела отличались помеси P3 и P4.

Из всех групп сазана третьей генерации девятого поколения меньше похудели годовики из белорусской популяции (5,3 %). У помесных групп снижение массы тела несколько выше и составило 9,0–21,0 %.

Сверхнормативной выживаемостью характеризовалась помесная группа P2 (83,2 %). Для определения лучшей помесной группы проведено их ранжирование по трем признакам: средней массе тела годовиков, потере массы тела и выживаемости опытных групп сазана в зимний период (табл. 2).



Таблица 2. Комплексная оценка рыбохозяйственных показателей годовиков опытных групп сазана третьей генерации девятого поколения

Table 2. Comprehensive assessment of fishery indicators of yearlings of experimental groups of carp of the third generation of the ninth generation

Сазан, F ₉ , Генерация III, опытная группа	Ранги			Сумма рангов	Средний ранг
	по массе	по потере массы	по выживаемости		
Сазан белорусский	4	1	4	9	0,60
Сазан помеси: P1	5	4	5	14	0,93
P2	3	5	1	9	0,60
P3	2	2	2	6	0,40
P4	1	3	3	7	0,47

Очевидно, некоторыми преимуществами по итогам зимовки обладали годовики из помесных групп P3 и P4. Значительно ниже показатели зимовки у помесной группы P1. Сазан из белорусской популяции и из опытной помесной группы P3 занимали промежуточное положение. Сравнение средней массы тела годовиков сазана из белорусской популяции девятого поколения и помесных групп указывает на существенные отклонения в сторону увеличения у годовиков сазана первой генерации девятого поколения из белорусской популяции по сравнению с помесными группами (52,6 против 31,6 г) (рис. 1). В третьей генерации, наоборот, средняя масса годовиков из белорусской популяции оказалась ниже, чем в среднем у помесных групп (14,3 против 24,1 г). В целом наблюдается снижение массы тела младших ремонтных групп в третьей генерации по сравнению с первой.

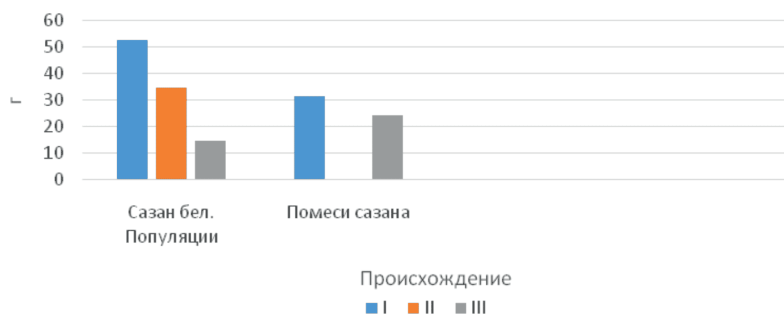


Рис. 1. Средняя масса годовиков сазана девятого поколения

Fig. 1. Average weight of yearlings of the ninth generation carp



Сазан из белорусской популяции девятого поколения, в целом характеризовался пониженным уровнем потери массы тела по сравнению с опытными помесными группами (рис. 2). У годовиков первой генерации отклонения между сазаном из белорусской популяции и помесами составило 5,1 %, а у годовиков третьей генерации 5,8 %. То есть из одновременно зимовавших групп сазана, сазан из белорусской популяции оказался более зимостойким.

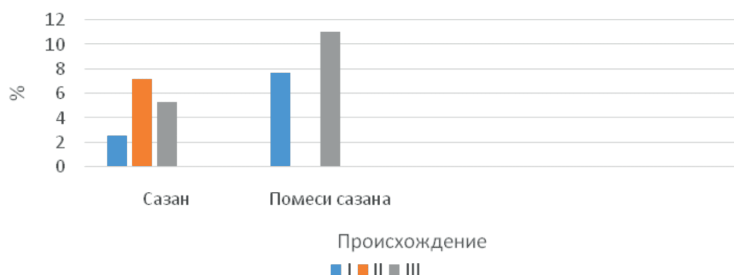


Рис. 2. Средняя потеря массы тела годовиков сазана девятого поколения

Fig. 2. Average body weight loss of yearlings of the ninth-generation carp

По уровню выживаемости в зимний период существенные отклонения опытных помесных групп от сазана из белорусской популяции установлены лишь в третьей генерации девятого поколения, где прослеживается несомненное преимущество помесных групп (рис. 3).



Рис. 3. Средняя выживаемость годовиков сазана девятого поколения

Fig. 3. Average survival rate of yearlings of the ninth-generation carp

Одновременно с амурским сазаном каждого из рассмотренных поколений совместно с ним зимовали и младшие ремонтные группы карпа. Полученные данные позволяют сравнить отклонения основных



рыбоводных показателей, характеризующих результаты зимовки в ряду поколений амурского сазана.

По сравнению с карпом у амурского сазана установлены некоторые преимущества по результатам зимовки годовиков (табл. 3).

Значительные отклонения сазана от карпа наблюдались по показателю потери массы тела в зимний период. Максимальное преимущество по данному показателю установлено при зимовке четвертого поколения амурского сазана, которое сформировано из генетически маркированных производителей по локусам трансферрина и миогена (Tf и My).

Таблица 3. Отклонения средней массы и выживаемости годовиков сазана от карпа, зимовавших совместно

Table 3. Deviations of the average weight and survival rate of carp yearlings from carp wintering together

Породная принадлежность	Отклонение, %	
	по потере массы тела	по выживаемости
Сазан. F ₁ , Генерация I	-33,5	86,0
Сазан (белорусская популяция F ₄) (8-кратная повторность)	-575,0	21,6
Сазан, генерация I, F ₉ опытные группы	13,0	2,3
Сазан, генерация I, F ₉ белорусская популяция	-157,7	-7,8
Сазан, генерация II, F ₉ белорусская популяция	-201,4	24,2
Сазан, генерация III, F ₉ опытные группы сазана	-9,9	31,9
Сазан генерация III, F ₉ белорусская популяция	-130,2	16,7

Лишь годовики опытных групп первой генерации девятого поколения сазана похудели больше, чем карп, выращенный и зимовавший одновременно. Значительными отклонениями от карпа характеризовались и годовики сазана из девятого поколения.

Существенные преимущества сазана по сравнению с карпом отмечены и по такому важному рыбоводному показателю как выживаемость годовиков. Самое значительное отклонение наблюдалось при выращивании первого поколения сазана, полученного от завезенных производителей (86 %). В дальнейшем выживаемость сазана превышала карпа на 2,3–31,9 %. Лишь при зимовке сазана первой генерации девятого поколения из белорусской популяции выживаемость сазана незначительно уступала карпу (-7,8 %).



Отклонения потери массы тела и выживаемости годовиков сазана в ряду поколений представлены на рис. 4 и 5.

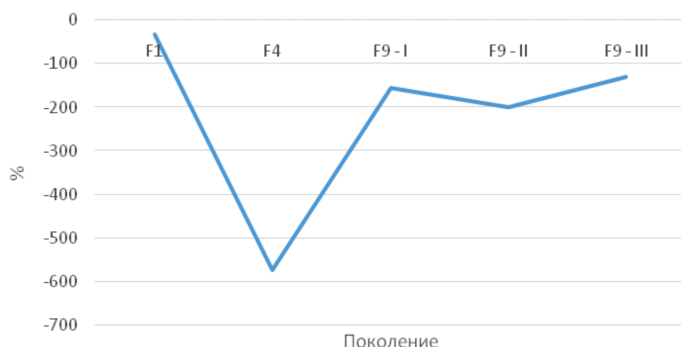


Рис. 4. Отклонения потери массы тела годовиков сазана от карпа (%) в ряду поколений

Fig. 4. Deviations of body weight loss of carp yearlings from carp (%) in a number of generations

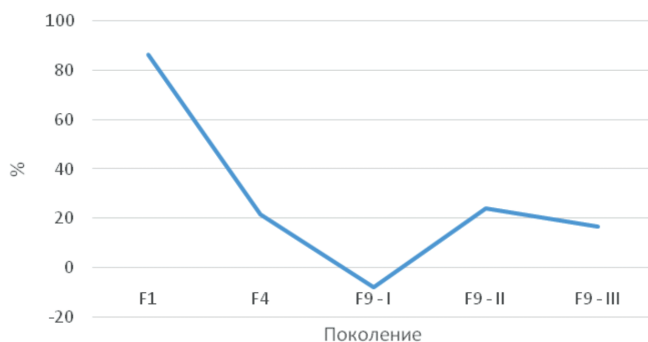


Рис. 5. Отклонения выживаемости годовиков сазана от карпа (%) в ряду поколений

Fig. 5. Deviations of survival rate of carp yearlings from carp (%) in a number of generations

Очевидно, в целом, в процессе формирования белорусской популяции сазана наблюдалось его преимущество по уровню снижения массы тела годовиков по сравнению с карпом, зимовавшим совместно в каждом из рассмотренных поколений и генераций. Одновременно наблю-



далось некоторое снижение преимущества сазана по сравнению с карпом по выживаемости годовиков в ряду поколений от 86,6 % в первом поколении до отрицательных величин в первой генерации девятого поколения. В настоящее время преимущество сазана по сравнению с карпом составляет 20,0 %.

Заключение. Годовики первого поколения амурского сазана, полученного в Беларуси от завезенных производителей, характеризовались высокими выходами из зимовки (89,2 %) и низкими потерями массы тела (1,5 %). В четвертом поколении также отмечено некоторое преимущество сазана по рыбоводным показателям зимовки по сравнению с карпом. У годовиков сазана выживаемость в среднем составила 71,4 %, потеря массы тела 2,0 %.

Средний уровень потери массы тела у годовиков сазана (F_0 , I и II-я генерации) оказался ниже, а выживаемость, наоборот, выше, чем у карпа коллекционных чистопородных групп карпа белорусской селекции, зимовавших совместно. Среди помесных групп сазана, полученных от скрещивания самок из белорусской популяции с завезенными молоками первая комбинация скрещиваний отличалась повышенной потерей массы тела и повышенным выходом из зимовки. Годовики сазана из белорусской популяции, наоборот, характеризовались низким уровнем потери массы тела и их уровень выживаемости также оказался несколько ниже, однако отклонения не значительны.

В процессе формирования белорусской популяции сазана наблюдалось его преимущество по уровню снижения массы тела годовиков по сравнению с карпом, зимовавшим совместно в первом, четвертом и девятом поколениях. Одновременно наблюдалось некоторое снижение преимущества сазана по сравнению с карпом по выживаемости годовиков в ряду поколений от 86,6 % в первом поколении до отрицательных величин в первой генерации девятого поколения. В настоящее время преимущество сазана по сравнению с карпом составляет 20,0 %. В целом средний уровень зимостойкости амурского сазана оказался значительно выше, чем у карпа линий белорусской селекции, зимующих в одинаковых условиях.

Список использованных источников

1. Демкина, Н. В. Биохимические маркеры в селекции и разведении карповых и осетровых рыб : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.10 / Н. В. Демкина ; Всерос. науч.-исслед. ин-т пресновод. рыб. хоз-ва. — Рыбное, 2005. — 50 с.



2. Катасонов, В. Я. Инструкция по мечению племенных рыб / В. Я. Катасонов, И. И. Стояновский, Ю. П. Мамонтов ; М-во рыб. хоз-ва СССР, Всесоюз. науч.-исслед. ин-т прудового рыб. хоз-ва. — М. : ВНИИПРХ, 1979. — 27 с.
3. Катасонов, В. Я. Мечение племенных рыб / В. Я. Катасонов, Ю. П. Мамонтов // Труды / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т прудового рыб. хоз-ва. — М., 1974. — Т. 23 : Генетика и селекция карпа и других объектов рыбоводства. — С. 64–71.
4. Сравнительная характеристика рыбохозяйственных показателей амурского сазана первого и пятого поколений / М. В. Книга [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству, Ин-т рыб. хоз-ва. — Минск, 2007. — Вып. 23. — С. 281–287.
5. Полиморфизм племенного стада амурского сазана ханкайской популяции седьмого и восьмого поколения, выращенного в условиях Беларуси, по локусу трансферрина / С. В. Кралько [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству, Ин-т рыб. хоз-ва. — Минск, 2019. — Вып. 35. — С. 88–94.
6. Кралько, С. В. Характеристика результатов выращивания сеголетков девятого поколения амурского сазана из коллекционного стада СПУ «Изобелино» [Электронный ресурс] / С. В. Кралько // Новейшие генетические технологии для аквакультуры : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Москва, МВЦ «Крокус Экспо», 29–31 янв. 2020 г.). — М., 2020. — Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_43084265_69463174.pdf. — Дата доступа: 01.09.2022.
7. Технологическая инструкция получения промышленных помесей местных карпов с породами европейского происхождения / разраб.: Г. А. Прохорчик [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. — С. 25–41.
8. Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре / Всерос. науч.-исслед. ин-т пресновод. рыб. хоз-ва ; под общ. ред. А. М. Багрова. — М. : ВНИРО, 2001. — 242 с.
9. К методике определения рыбохозяйственной ценности отдельных групп рыб методом ранжирования / Е. В. Таразевич [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва НАН Беларуси. — Минск, 2005. — Вып. 21. — С. 45–55.
10. Технологическая инструкция по разведению племенного карпа белорусской селекции / разраб.: Е. В. Таразевич [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. — С. 6–20.
11. Инструкция по серийному мечению племенных производителей карпа органическими проционовыми красителями / разраб.: 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. — С. 20–25.

References

1. Demkina N. V. *Biochemical markers in the breeding and breeding of carp and sturgeon fish*. Abstract of Ph.D. diss. Minsk, 2005. 50 p. (in Russian).
2. Katasonov V. Ya., Stoyanovskii I. I., Mamontov Yu. P. *Instructions for marking breeding fish*. Moscow, All-Union Scientific Research Institute of Pond Fisheries, 1979. 27 p. (in Russian).
3. Katasonov V. Ya., Mamontov Yu. P. Tagging of breeding fish. *Trudy Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta prудovogo rybnogo khozyaistva. T. 23. Genetika i selektsiya karpa i drugikh ob'ektov rybovodstva* [Proceedings All-Union Scientific Research Institute of Pond Fisheries. Vol. 23. Genetics and selection of carp and other objects of fish farming]. Moscow, 1974, pp. 64–71 (in Russian).
4. Kniga M. V., Tarazevich E. V., Semenov A. P., Shumak V. V. Comparative characteristics of fishery indicators of the Amur carp of the first and fifth generations. *Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sbornik nauchnykh trudov = Belarus fish industry problems: collection of scientific papers*. Minsk, 2007, iss. 23, pp. 281–287 (in Russian).
5. Kral'ko S. V., Kniga M. V., Sergeeva T. A., Zhmoidyak D. A., Makhan'ko O. V. Polymorphism of the breeding herd of Amur carp of the Khankai population of the seventh and eighth generation, raised in Belarus, according to the transferrin locus. *Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sbornik. nauchnykh trudov = Belarus fish industry problems: collection of scientific papers*. Minsk, 2019, iss. 35, pp. 88–94 (in Russian).
6. Kral'ko S. V. Characteristics of the results of growing fingerlings of the ninth generation of Amur carp from the collection herd of the SPU “Isobelino”. *Noveishie geneticheskie tekhnologii dlya akvakul'tury: materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem (Moskva, MVTs «Krokus Ekspo», 29–31 yanvarya 2020 g.)* [The latest genetic technologies for aquaculture: materials of the All-Russian Scientific and practical conference with international participation (Moscow, Crocus Expo IEC, January 29–31, 2020)]. Moscow, 2020. Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_43084265_69463174.pdf (accessed 01.09.2022) (in Russian).
7. Technological instructions for obtaining industrial hybrids of local carp with breeds of European origin. *Sbornik nauchno-tekhnologicheskoi i metodicheskoi dokumentatsii po akvakul'ture v Belarusi* [Collection of scientific, technological and methodological documentation on aquaculture in Belarus]. Minsk, 2006, pp. 25–41 (in Russian).
8. Bagrov A. M. (ed.). *Collection of scientific, technological and methodological documentation on aquaculture*. Moscow, All-Russian Research Institute of Fisheries, 2001. 242 p. (in Russian).
9. Tarazevich E. V., Prokhorchik G. A., Kniga M. V., Us A. P., Dudarenko L. S., Semenov A. P., Sazanov V. B., Vashkevich L. M. To the methodology for



determining the fishery value of individual groups of fish by the ranking method. *Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sbornik. nauchnykh trudov = Belarus fish industry problems: collection of scientific papers*. Minsk, 2005, iss. 21, pp. 45–55 (in Russian).

10. Technological instruction for breeding breeding carp of the Belarusian selection. *Sbornik nauchno-tehnologicheskoi i metodicheskoi dokumentatsii po akvakul'ture v Belarusi* [Collection of scientific-technological and methodical documentation on aquaculture in Belarus]. Minsk, 2006, pp. 6–20 (in Russian).
11. 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, pp. 20–25 (in Russian).

Сведения об авторах

Сергеева Татьяна Александровна — заведующий лабораторией селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: tasergeeva@tut.by

Information about the authors

Sergeeva Tatiana — Head laboratory of Breeding and Breeding work, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: tasergeeva@tut.by



УДК 639.371.5-577.11

Поступила в редакцию 20.10.2022

<https://doi.org/10.47612/978-985-880-000000-0-2022-38-83-99>

Received 20.10.2022

Т.А. Сергеева, А.Ю. Крук, М.В. Книга, О.В. Вишневская, Т.Ф. Войтюк,
И.А. Орлов, С.А. Сумаревич, А.С. Баянков, С.В. Кралько

*РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр
Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Минск, Беларусь*

ХАРАКТЕРИСТИКА БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ТЕЛА СЕГОЛЕТКОВ И ГОДОВИКОВ КРОССОВ АМУРСКОГО САЗАНА С СЕЛЕКЦИОННЫМ БЕЛОРУССКИМ КАРПОМ

Аннотация: В статье приведены результаты сравнения биохимического состава сеголетков и годовиков кроссов, полученных от селекционного зеркального карпа и опытных групп амурского сазана. Биохимические показатели состава тела сеголетков и годовиков сазана из белорусской популяции и опытных гибридов карпа с тремя вариантами сазана помесного происхождения, полученных от молок завезенных их ВНИИПРХ, сравнивали между собой и с аналогичными средними показателями коллекционных пород и линий карпа белорусской и зарубежной селекции, полученных и выращенных одновременно в одинаковых условиях. В среднем у сеголетков гибридов проявлялась тенденция к увеличению содержания сухого вещества, жира и минеральных веществ по сравнению с родительскими формами, а также средним уровнем этих показателей у коллекционных пород белорусской и зарубежной селекции.

У годовиков гибридов отклонения средних величин содержания сухого вещества, жира и минеральных веществ меньше отличались от родительских форм. Статистически достоверные отклонения от родительских форм и средних значений признаков коллекционных пород установлены для гибрида белорусский зеркальный х сазан I (сазан из первой опытной группы).

В процессе зимовки произошло снижение содержания сухого вещества, жира и протеина в теле рыбы и увеличение содержания минеральных веществ (зола). Снижение расхода питательных веществ характерно для более зимостойких пород. Расход сухого вещества и жира за зимний период у гибридов карпа оказался несколько выше, чем у сазана и приближался к селекционному карпу (материнская порода). По уровню потери питательных веществ в зимний период гибриды селекционного карпа с сазаном и их родительские формы занимали промежуточное



положения между коллекционными группами белорусской и зарубежной селекции.

Установлены опытные кроссы, характеризующиеся повышенными уровнями содержания сухого вещества, жира, протеина.

Ключевые слова: карп, сазан, порода, гибрид, биохимический состав тела, сеголеток, годовик

T. Sergeeva, A. Kruk, M. Kniga, O. Vishnevskaya, T. Voityuk, I. Orlov,
S. Sumarevich, A. Bayankov, S. Kralko

RUE "Fish Industry Institute" of the RUE "Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry", Minsk, Belarus

CHARACTERISTICS OF THE BIOCHEMICAL COMPOSITION OF THE BODY OF FINGERLINGS AND YEARLINGS OF AMUR CARP (SAZAN) CROSSES WITH BREEDING BELARUSIAN CARP

Abstract: The article presents the results of comparing the biochemical composition of fingerlings and yearlings of crosses obtained from breeding mirror carp and experimental groups of Amur carp. Experimental crosses characterized by elevated levels of dry matter, fat, and protein have been established.

On average, the youngsters of hybrids showed a tendency to increase the content of dry matter, fat and minerals in comparison with the parent forms, as well as the average level of these indicators in collectible Belarusian and foreign breeds.

During wintering, there was a decrease in the content of dry matter, fat and protein in the body of fish and an increase in the content of minerals (ash). A decrease in the consumption of nutrients and, above all, the content of dry matter, fat and protein, are characteristic of more winter-hardy breeds. The expense of dry matter and fat during the winter period in carp hybrids turned out to be slightly higher than in sazan and approached the breeding carp (mother breed). In terms of the nutrient loss in winter, hybrids of breeding carp with sazan and their parent forms were an intermediate position between the collection groups of Belarusian and foreign breeding.

Experimental crosses characterized by elevated levels of dry matter, fat, and protein have been established.

Keywords: carp, wild Amur carp (sazan), breed, hybrid, body biochemical composition, fingerlings (underyearlings), yearling

Введение. В Республике Беларусь на базе СПУ «Изобелино» сформирован коллекционный генофонд пород и линий карпа отечественной



и зарубежной селекции, который включает амурского сазана ханкайской популяции, завезенного в республику в 76–78 гг. прошлого века [1, 2]. В настоящее время в коллекционном стаде имеются потомки завезенного генетического материала, представленные девятым (производители) и десятым (младший ремонт) поколением сазана [3]. Для предотвращения инбредной депрессии проведены работы по обогащению генофонда коллекционного сазана за счет завоза генетического материала из коллекции ВНИПРХ (охлажденных молок) и получения внутригрупповых кроссов от самок сазана из белорусской популяции и завезенных молок.

Изучению проявления гетерозиса у рыб, в частности у карпа, посвящен целый ряд научных работ. Двухпородные кроссы широко используются в товарном рыбоводстве [3, 4, 5].

Материал и методы исследований. Формирование коллекционного генофонда пород карпа белорусской и зарубежной селекции и опытные работы по получению и исследованию кроссов карпа с сазаном проводятся на базе селекционно-племенного участка «Изабелино» Молодечненского района Минской области, где имеется коллекционное стадо производителей амурского сазана, а также чистопородный материал пород белорусской и зарубежной селекции [6].

Имеющийся в республике генофонд сазана и карпа позволяет проводить исследования двухпородных кроссов по различным показателям, в том числе, биохимическим. В соответствии с программой обмена генетическим материалом с Россией, получены два варианта опытных групп сазана путем оплодотворения икры самок из белорусской популяции с завезенными из России (коллекция ВНИПРХ) охлажденными молоками. В трехгодовалом возрасте самцы опытных помесных групп сазана достигли половой зрелости, что позволило получить опытные гибриды, полученные от скрещивания самок селекционного зеркального карпа с молодыми самцами амурского сазана девятого поколения (1-я генерация). Всего получено три опытных кросса: два (I – II) с использованием сазана опытных групп и третий (группа III), с использованием сазана из белорусской коллекционной популяции, потомство которого рассматривали в качестве контроля.

Химический состав тела определяли по методике, к прибору «FoodScan 2Lab/Pro» [7]. Статистические показатели рассчитывали по общепринятым методикам [8, 9]. Достоверность различий определяли



с помощью нормированного отклонения (t). При определении достоверности различий использовании критерии значимости: $P \leq 0,05$; $P \leq 0,01$; $P \leq 0,001$.

Биохимические показатели состава тела сеголетков и годовиков сазана из белорусской популяции и опытных гибридов карпа с сазаном, сравнивали между собой и с аналогичными средними показателями коллекционных пород и линий карпа белорусской и зарубежной селекции, полученных и выращенных одновременно в одинаковых условиях.

Обсуждение результатов исследований. Среднее содержание сухого вещества в теле сеголетков опытных гибридов составило 24,89 % (табл. 1). Повышенным содержанием сухого вещества характеризовался гибрид, полученный от скрещивания селекционного белорусского зеркального карпа с опытной группой сазана I (25,24 %), пониженным гибрид, полученный от сазана из коллекционной белорусской популяции (23,93 %). У сазана из белорусской коллекционной популяции содержание сухого вещества в теле сеголетков составило 23,75 %, то есть несколько ниже, чем у гибридов, однако выявленные различия статистически не достоверны (табл. 2). У сеголетков селекционного белорусского зеркального карпа содержание сухого вещества оказалось ниже, чем у гибридов и составило 22,76 %. По сравнению с селекционным карпом статистически значимыми преимуществами характеризовались гибриды I и II. У всех трех опытных групп гибридов содержание сухого вещества в теле сеголетков оказалось значительно выше, чем средний уровень данного показателя у коллекционных пород белорусской (22,89 %) и зарубежной селекции (21,81 %). Преимущества гибридов по данному показателю имеет высокую достоверность.

Содержание влаги показатель обратно пропорциональный содержанию сухого вещества, то есть в целом у гибридов сазана этот показатель ниже, чем у карпа. Статистически значимые отклонения содержания влаги установлены в тех же вариантах сравнения, как и при сравнении содержания сухого вещества.

Содержание минеральных веществ (зола) в теле сеголетков гибридов в среднем составило 2,63 %, с колебаниями от 2,41 (II) до 2,72 % (III). Сеголетки из белорусской популяции сазана по данному признаку занимали промежуточное положение (2,51 %). Статистически достоверные отклонения в сторону увеличения признака установлены при сравнении гибрида I с контролем III. При сравнении с селекционным зеркальным



карпом (материнский компонент скрещиваний) статистически значимые отклонения в сторону увеличения установлены для I до III. У гибридов с сазаном содержание минеральных веществ выше, чем средний уровень признака у коллекционных пород. Установленные отклонения статистически достоверны.

Среднее содержание жира в теле сеголетков гибридов составило 6,63 %, с колебаниями от 6,14 % (III) до 6,51 (II). У чистого сазана уровень данного показателя значительно ниже (5,04 %). Отклонения гибридов от сазана по содержанию жира статистически достоверны. Отмечено, что содержание жира в теле сеголетков гибридов выше, чем у селекционного зеркального карпа. Соотношение средних показателей составило 6,63 % против 5,98 %. Однако статистически значимых отклонений в данных вариантах сравнения не установлено. По содержанию жира в теле сеголетков гибридов установлено их статистически достоверные преимущества по сравнению со средними показателями коллекционных пород карпа белорусской и зарубежной селекции. Сравнение содержания жира у сеголетков сазана из белорусской популяции (5,04 %) и селекционного зеркального карпа (5,98 %), то есть между отцовским и материнским компонентами скрещивания, указывает на статистически значимое различие.

Содержание протеина в теле сеголетков гибридов составило в среднем 15,57 %. Повышенным содержанием протеина характеризовался гибрид белорусского зеркального карпа с первой опытной группой сазана (16,14 %), пониженным гибрид, полученный от третьей опытной группы сазана, то есть сазана из белорусской популяции (15,07 %). Сравнение содержания протеина у опытных гибридов с чистым сазаном из белорусской коллекционной популяции указывает на статистически значимое снижение во II и III вариантах. В среднем у гибридов отмечено увеличение содержания протеина по сравнению с селекционным зеркальным карпом (материнский компонент скрещиваний) (15,07 % против 14,36 %). Статистически достоверные отклонения в сторону увеличения признака установлены для I и II гибридов.

Среднее содержания протеина у опытных гибридов выше, чем у чистого сазана из коллекционного стада, однако установленное отклонение статистически не достоверно. Среднее содержание протеина в теле сеголетков гибридов и чистого сазана статистически значимо выше, чем у коллекционных пород карпа белорусской и зарубежной селекции.

Таблица 1. Сравнительная характеристика биохимического состава тела (%) сеголетков сазана, гибридов карпа с сазаном и средними показателями карпа разного происхождения
Table 1. Comparative characteristics of the biochemical composition of the body (%) of the yearlings of carp, hybrids of carp with carp and average indicators of carp of different origin

Породная принадлежность	Сухое вещество		Влага		Зола		Жир		Протеин	
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv
$\bar{X}$ Сазан (белорусский)	23,75±0,30	4,0	76,25±0,30	1,3	2,51±0,05	6,4	5,04±0,31	19,6	16,20±0,15	3,0
Гибриды:										
I	25,24±0,73	9,2	74,76±0,73	3,1	2,67±0,05	5,9	6,43±0,22	19,1	16,14±0,08	1,6
II	24,43±0,16	5,2	75,58±0,17	1,7	2,41±0,05	7,3	6,51±0,15	18,0	15,51±0,04	2,2
III	23,93±0,46	6,1	76,07±0,46	1,9	2,72±0,03	3,9	6,14±0,26	10,2	15,07±0,38	8,0
$\bar{X}$ гибриды:	24,89±0,10	4,4	75,11±0,10	1,5	2,63±0,02	6,8	6,63±0,41	19,6	15,57±0,11	3,9
Белорусский зеркальный	22,76±0,55	7,6	77,24±0,55	2,3	2,42±0,07	8,9	5,98±0,27	14,4	14,36±0,34	7,5
Коллекционный материал:										
$\bar{X}$ Породы зарубежной селекции	21,81±0,14	6,2	78,20±0,15	1,8	2,45±0,02	6,7	4,48±0,12	25,8	14,88±0,07	4,5
$\bar{X}$ Линии белорусской селекции	22,89±0,11	5,4	77,11±0,11	1,6	2,48±0,01	6,1	5,24±0,10	21,3	15,18±0,04	2,8

Примечание. I — белорусский зеркальный х сазан I; II — белорусский зеркальный х сазан II; III — белорусский зеркальный х сазан III



Таблица 2. Оценка статистической достоверности различий биохимического состава тела сеголетков разной породной принадлежности
 Table 2. Evaluation of the statistical significance of differences in the biochemical composition of the body of under yearlings of different breeds

Сравниваемые группы	Сухое вещество		Влага		Жир		Протеин		Зола	
	t	P	t	P	t	P	t	P	t	P
Белорусский зеркальный — ХСазан (белорусский)	1,58	>0,1	1,58	>0,1	2,29	<0,05	5,15	<0,001	1,05	>0,1
Гибриды:										
I — белорусский зеркальный	2,71	<0,05	2,71	<0,05	1,47	>0,1	5,10	<0,001	2,91	<0,02
II — белорусский зеркальный	2,92	<0,02	2,88	<0,02	1,72	>0,1	3,36	<0,01	0,12	>0,1
III — белорусский зеркальный	1,63	>0,1	1,63	>0,1	0,43	>0,1	1,39	>0,1	3,94	<0,01
I — сазан белорусский	1,89	>0,1	1,89	>0,1	3,66	<0,01	5,10	<0,001	2,26	<0,05
II — сазан белорусский	2,00	<0,1	1,94	>0,1	4,27	<0,01	3,36	<0,02	1,41	>0,1
III — сазан белорусский	0,33	>0,1	0,33	>0,1	2,72	<0,05	2,41	<0,05	3,60	<0,01
Х гибриды										
Х линии белорусской селекции	13,45	<0,001	17,14	<0,001	2,83	<0,02	5,31	<0,001	6,71	<0,001
Х породы зарубежной селекции	17,90	<0,001	13,45	<0,001	7,43	<0,001	3,54	<0,01	6,36	<0,001



Содержание сухого вещества, влаги, протеина, минеральных веществ у сеголетков характеризовались низкой степенью изменчивости с коэффициентом вариации менее 10 %, а уровень содержания жира оказался более вариабельным признаком с коэффициентом вариации в основном 10–20 %.

У годовиков гибридов содержание сухого вещества в среднем составило 22,21 % (табл. 3). Из гибридов повышенным содержанием сухого вещества отличалось сочетание белорусский зеркальный х сазан I (24,89 %), пониженным белорусский зеркальный х сазан II (20,55 %). Статистически достоверное отклонение от чистого сазана в сторону увеличения показателя установлено для первого варианта гибрида (табл. 4). У этого же гибрида отмечено статистически достоверное преимущество по сравнению с селекционным белорусским зеркальным карпом (материнский компонент скрещивания). Средний уровень содержания сухого вещества у годовиков гибридов оказался значительно выше, чем у годовиков коллекционных пород зарубежной селекции, установленное отклонение статистически достоверно. Различия средних показателей гибридов по содержанию сухого вещества в теле годовиков незначительно и статистически не достоверно отличалось от коллекционных линий карпа белорусской селекции.

Обратно пропорциональное соотношение наблюдается между содержанием сухого вещества к содержанию влаги в теле годовиков.

Повышенным содержание жира по сравнению с остальными опытными группами отличался гибрид I (5,39 %). Этот гибрид характеризовался статистически значимыми преимуществами по сравнению с селекционным зеркальным карпом (3,37 %) и сазаном из белорусской популяции (3,48 %), то есть как с материнским, так и отцовским компонентами скрещивания. Гибрид II отличался пониженным содержанием жира по сравнению с родительскими формами (2,54 %), однако статистически значимые отклонения установлены лишь по сравнению с селекционным карпом. Все рассмотренные опытные группы (сазан и гибриды) характеризовались повышенным содержанием жира по сравнению с коллекционными породами зарубежной селекции, зимовавшими совместно.

Среднее содержание минеральных веществ (зола) у опытных гибридов составило 3,02 %, с колебаниями от 2,77 % (гибрид III и сазан из белорусской популяции) до 3,36 % (гибрид I). Опытные гибриды I и II статистически значимо отличались повышенным содержанием



Таблица 3. Сравнительная характеристика биохимического состава тела годовиков амурского сазана и его гибридов с селекционным зеркальным карпом (II — генерация, 1-я линия, F₅)
 Table 3. Comparative characteristics of the biochemical composition of the body of the yearlings of the Amur carp and its hybrids with breeding mirror carp (II — generation, 1st line, F5)

Породная принадлежность	Сухое вещество		Влага		Зола		Жир		Протеин	
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv
$\bar{X}$ Сазан (белорусский), F ₅	21,27±0,33	4,9	78,73±0,33	1,3	2,77±0,05	5,2	3,48±0,22	20,1	14,95±0,37	7,9
Гибриды: Белорусский зеркальный х сазан I	24,89±0,09	1,1	73,80±0,09	0,4	3,36±0,03	12,3	5,39±0,07	4,0	16,14±0,22	4,4
Белорусский зеркальный х сазан II	20,55±0,16	2,4	79,45±0,16	0,6	2,94±0,10	10,4	2,54±0,26	10,1	15,07±0,12	2,3
Белорусский зеркальный х сазан бел. III	21,27±1,05	15,6	78,73±1,05	4,2	2,77±0,14	15,9	3,43±0,17	17,1	14,95±0,70	14,9
$\bar{X}$ гибриды:	22,21±0,26	6,4	77,30±0,40	1,7	3,02±0,11	12,8	3,78±0,07	10,4	15,39±0,20	7,2
$\bar{X}$ Белорусский зеркальный	20,42±0,23	3,6	79,58±0,23	0,9	2,94±0,06	6,9	3,37±0,28	26,8	14,01±0,13	2,9
$\bar{X}$ Породы зарубежной селекции	18,66±0,28	6,8	81,34±0,27	1,5	2,74±0,04	7,4	2,58±0,15	25,4	13,34±0,19	6,3
$\bar{X}$ Линии белорусской селекции	22,46±0,22	6,8	77,54±0,27	1,9	3,00±0,06	10,4	3,54±0,09	14	14,89±0,25	9,3

Таблица 4. Оценка статистической достоверности различий биохимического состава тела годовиков гибридов опытных групп амурского сазана с селекционным зеркальным карпом
Table 4. Assessment of statistical significance of differences in the biochemical composition of the body of yearlings of hybrids of experimental groups of the Amur carp with breeding mirror carp

Сравниваемые группы	Сухое вещество		Влага		Жир		Протеин		Зола	
	t	P	t	P	t	P	t	P	t	P
Белорусский зеркальный карп — Х сазан (белорусский)	2,12	>0,1	2,13	<0,05	0,32	>0,1	-2,35	<0,05	2,13	<0,05
Белорусский зеркальный х сазан I — белорусский зеркальный	18,10	<0,001	-23,12	<0,001	6,61	<0,001	8,31	<0,001	6,00	<0,001
Белорусский зеркальный х сазан II — белорусский зеркальный	0,46	>0,1	-0,46	>0,1	3,49	<0,01	6,23	<0,001	0,00	>0,1
Белорусский зеркальный х сазан бел. III — белорусский зеркальный	0,79	>0,1	0,80	>0,1	0,13	>0,1	0,80	>0,1	1,13	>0,1
Белорусский зеркальный х сазан I — сазан бел.	10,58	<0,001	14,5	<0,001	4,40	<0,001	2,77	<0,02	5,90	<0,001
Белорусский зеркальный х сазан II — сазан бел.	1,64	>0,1	1,94	>0,1	1,88	>0,1	0,30	>0,1	1,70	>0,1
Белорусский зеркальный х сазан бел. III — сазан бел.	0,00	-	0,00	-	0,17	>0,1	0,00	-	0,00	-
Х гибриды — Х Линии белорусской селекции	0,43	>0,1	0,50	>0,1	2,10	>0,1	1,56	>0,1	1,60	>0,1
Х гибриды — Х Породы зарубежной селекции	7,27	<0,001	8,40	<0,001	7,27	<0,001	7,43	<0,001	2,50	<0,05



минеральных веществ в теле годовиков по сравнению с чистым сазаном из коллекционной популяции (отцовский компонент скрещиваний). Статистически достоверные отклонения по данному показателю опытных гибридов от селекционного зеркального карпа (материнского компонента скрещиваний) установлены лишь при сравнении гибрида I. Также установлено статистически значимое отклонение по содержанию минеральных веществ между средними показателями гибридов и коллекционных пород зарубежной селекции.

Повышенным содержанием протеина характеризовались годовики опытного гибрида I (16,14 %). Статистически значимые отклонения установлены при сравнении данной комбинации с материнским и отцовским компонентами скрещиваний. С высокой степенью статистической достоверности сазан и гибриды карпа с сазаном обладали преимуществом по содержанию протеина в теле годовиков по сравнению с коллекционными породами карпа зарубежной селекции.

Из рассмотренных показателей состава тела годовиков гибридов и чистопородных групп более вариабельными признаками оказались содержание жира и минеральных веществ.

За период зимовки произошло снижение содержания сухого вещества (зола), жира и протеина в теле годовиков по сравнению с сеголетками и повышение содержания минеральных веществ (табл. 5). У всех гибридов, за исключением I обнаруженные различия статистически достоверны (табл. 6). Максимальной потерей сухого вещества отличался гибрид II. У этого же гибрида установлены и увеличенные потери жира и протеина по сравнению с остальными группами годовиков разного происхождения. У всех зимовавших совместно гибридов и чистопородных групп отклонения содержания жира между сеголетками и годовиками статистически достоверны. У трех опытных гибридов селекционного зеркального карпа с сазаном отклонения содержания протеина (сеголетки — годовики) статистически не достоверны. В то время как у чистопородных родительских форм отмечено значительное снижение содержания протеина у годовиков, а установленные отклонения статистически достоверны. У годовиков содержание минеральных веществ несколько увеличилось по сравнению с сеголетками. Максимальное отклонение установлено у гибрида I, минимальное у гибрида III, для которого разница между годовиками и сеголетками статистически не достоверна.



Очевидно, отклонение состава тела годовиков по сравнению с сеголетками характеризует зимостойкость младшего ремонта.

Таблица 5. Сравнительная характеристика отклонений биохимического состава тела годовиков от сеголетков гибридов опытных групп амурского сазана с селекционным зеркальным карпом (%)

Table 5. Comparative characteristics of deviations in the biochemical composition of the body of yearlings from under yearlings of hybrids of experimental groups of the Amur carp (sazan) with breeding mirror carp (%)

Происхождение	Сухое вещество	Зола	Жир	Протеин
$\bar{X}$ Сазан (белорусский)	2,48	0,26	1,56	1,25
Гибриды:	0,35	0,65	1,04	0,00
I				
II	3,88	0,53	3,97	0,44
III	2,66	0,05	2,71	0,12
$\bar{X}$ гибриды:	2,58	0,39	2,85	0,23
Белорусский зеркальный	3,34	0,52	2,67	0,35
Коллекционный материал:	3,15	0,23	1,90	1,54
$\bar{X}$.Породы зарубежной селекции				
$\bar{X}$ Линии белорусской селекции	0,43	0,52	1,70	0,29

Сравнение среднего уровня рассмотренных показателей у гибридов с их родительскими формами и средним уровнем признаков у коллекционных пород карпа белорусской и зарубежной селекции, выращенных и зимовавших в одинаковых условиях указывает на некоторые суммарное преимущества сазана, в основном за счет снижения потери жира.

Потери сухого вещества и жира у гибридов оказались близкими к селекционному зеркальному карпу (материнскому компоненту скрещиваний). По сумме четырех рассмотренных показателей явными преимуществами отличаются коллекционные породы белорусской селекции, а у коллекционных пород зарубежной селекции, наоборот произошли максимальные снижения содержания особенно сухого вещества и протеина. Гибриды селекционного карпа с сазаном и их родительские формы по уровню потери питательных веществ в зимний период занимали промежуточные положения между коллекционными группами разного происхождения.



Таблица 6. Оценка статистической достоверности отклонений биохимических показателей сеголетков от годовиков гибридов опытных групп амурского сазана с селекционным зеркальным карпом
Table 6. Evaluation of statistical significance of deviations of biochemical parameters of underyearlings from yearlings of hybrids of experimental groups of the Amur carp (sazan) with breeding mirror carp

Происхождение, 0+ - 1.	Сухое вещество		Зола		Жир		Протеин	
	t	P	t	P	t	P	t	P
$\bar{X}$ Сазан (бело- русский)	5,56	<0,001	3,66	<0,01	4,10	<0,01	3,13	<0,001
Гибриды:								
I	0,48	>0,1	11,21	<0,001	4,50	<0,01	-	-
II	17,16	<0,001	4,74	<0,001	13,2	<0,001	1,88	<0,1
III	2,32	<0,05	0,34	>0,1	8,71	<0,001	0,27	>0,1
$\bar{X}$ гибриды:	9,28	<0,001	2,69	<0,05	21,92	<0,001	1,01	>0,1
Белорусский зеркальный	3,93	<0,01	4,65	<0,001	6,86	<0,001	2,33	<0,05
Коллекционный материал: $\bar{X}$ Породы за- рубежной се- лекции	10,06	<0,001	6,90	<0,001	9,90	<0,001	7,62	<0,001
$\bar{X}$ Линии бело- русской селек- ции	1,75	>0,1	8,82	<0,001	12,69	<0,001	1,15	>0,1

Заключение. 1. Биохимические показатели состава тела сеголетков и годовиков сазана из белорусской популяции и опытных гибридов карпа с тремя вариантами сазана помесного происхождения, полученных от молок завезенных их ВНИИПРХ, сравнивали между собой и с аналогичными средними показателями коллекционных пород и линий карпа белорусской и зарубежной селекции, полученных и выращенных одновременно в одинаковых условиях. В среднем у сеголетков гибридов проявлялась тенденция к увеличению содержания сухого вещества, жира и минеральных веществ по сравнению с родительскими формами, а также средним уровнем этих показателей у коллекционных пород белорусской и зарубежной селекции.

2. У годовиков гибридов отклонения средних величин содержания сухого вещества, жира и минеральных веществ от родительских форм менее значительны. Существенные (статистически достоверные) от-



клонения от родительских форм и средних значений признаков коллекционных пород разного происхождения установлены для гибрида белорусский зеркальный х сазан I (сазан из первой опытной группы).

3. В процессе зимовки произошло снижение содержания сухого вещества, жира и протеина в теле рыбы и увеличение содержания минеральных веществ (зола). Очевидно, снижение расхода питательных веществ и, прежде всего, содержания сухого вещества, жира и протеина характерны для более зимостойких пород. Затраты сухого вещества и жира за зимний период у гибридов карпа оказался несколько выше, чем у сазана и приближался к селекционному карпу (материнская порода). По уровню потери питательных веществ в зимний период гибриды селекционного карпа с сазаном и их родительские формы занимали промежуточное положения между коллекционными группами белорусской и зарубежной селекции.

Список использованных источников

1. Кончиц, В. В. Оценка гетерозисного эффекта у межлинейных, межпородных и межвидовых кроссов карпа и использование их для повышения эффективности рыбоводства / В. В. Кончиц, М. В. Книга. — Минск : Тонпик, 2006. — 224 с.
2. Оценка гетерозисного эффекта и устойчивости к заболеванию ВПП гибридов селекционируемых отводок карпа с амурским сазаном / А. И. Чутаева [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. тр. / Белорус. науч.-исслед. и проект.-конструкт. ин-т рыб. хоз-ва. — Минск, 2000. — Вып. 16. — С. 43–55.
3. Сравнительная характеристика рыбохозяйственных показателей амурского сазана первого и пятого поколений / М. В. Книга [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству, Ин-т рыб. хоз-ва. — Минск, 2007. — Вып. 23. — С. 281–287.
4. Кирпичников, В. С. Гибридизация европейского карпа с амурским сазаном и селекция гибридов : докл. ... д-ра биол. наук по совокупности опубликованных работ / В. С. Кирпичников ; Зоол. ин-т Акад. наук СССР. — Л., 1967. — 72 с.
5. Elliot, J. M. Body composition of brown trout (*Salmo trutta* L.) in relation to temperature and ration size / J. M. Elliot // J. of Animal Ecology. — 1976. — Vol. 45, № 1. — P. 273–289. <https://doi.org/10.2307/3779>
6. Проблема сохранения генофонда карпов в Республике Беларусь / Е. В. Таразевич [и др.] // Проблемы интенсификации производства продуктов животноводства : тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. (9–10 окт. 2008 г.) / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству ; редкол.: И. П. Шейко [и др.]. — Жодино, 2008. — С. 118–119.



7. FOSS [Electronic resource]. — Mode of access: <https://www.fossanalytics.com/en>. — Date of access: 04.09.2022.
8. Рокицкий, П. Ф. Статистические показатели для характеристики совокупности / П. Ф. Рокицкий // Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. — Изд. 3-е, испр. — Минск, 1973. — Гл. 2. — С. 24–53.
9. Слуцкий, Е. С. Фенотипическая изменчивость рыб (селекционный аспект) / Е. С. Слуцкий // Известия / Гос. науч.-исслед. ин-т озер. и реч. рыб. хоз-ва. — Л., 1978. — Т. 134 : Изменчивость рыб / под ред. Г. Г. Савостьяновой. — С. 3–132.

References

1. Konchits V. V., Kniga M. V. Assessment of the heterosis effect in interlinear, interbreed and interspecific carp crosses and their use to improve the efficiency of fish farming. Minsk, Tonpik Publ., 2006. 224 p. (in Russian).
2. Chutaeva A. I., Prokhorchik G. A., Kniga M. V., Us A. P., Chimbur I. V., Vashkevich L. M. Assessment of the heterosis effect and resistance to inflammation of the swim bladder of hybrids of selected carp layering with Amur carp. Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sbornik trudov = Belarus fish industry problems: collection of works. Minsk, 2000, iss. 16, pp. 43–56 (in Russian).
3. Kniga M. V., Tarazevich E. V., Semenov A. P., Shumak V. V. Comparative characteristics of fishery indicators of the Amur carp of the first and fifth generations. Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sbornik nauchnykh trudov = Belarus fish industry problems: collection of scientific papers. Minsk, 2007, iss. 23, pp. 281–287 (in Russian).
4. Kirpichnikov V. S. Hybridization of European carp with Amur carp. Leningrad, 1967. 72 p. (in Russian).
5. Elliot J. M. Body composition of brown trout (*Salmo trutta* L.) in relation to temperature and ration size. Journal of Animal Ecology, 1976, vol. 45, no. 1, pp. 273–289. <https://doi.org/10.2307/3779>
6. Tarazevich E. V., Kniga M. V., Semenov A. P., Shumak V. V. The problem of preserving the carp gene pool in the Republic of Belarus. Problemy intensivatsii proizvodstva produktov zhivotnovodstva: tezisy dokladov mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (9–10 oktyabrya 2008 g.) [Problems of intensification of livestock production: abstracts of reports of the International scientific and practical conference (October 9–10, 2008)]. Zhodino, 2008, pp. 118–119 (in Russian).
7. FOSS. Available at: <https://www.fossanalytics.com/en> (accessed 04.09.2022).
8. Rokitskii P. F. Statistical indicators for the characteristics of the population. Biologicheskaya statistika [Biological statistics]. 3rd ed. Minsk, 1973, pp. 24–53 (in Russian).
9. Slutskii E. S. Phenotypic variability of fish (breeding aspect). Izvestiya Gosudarstvennogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ozernogo i rechnogo rybnogo khozyaistva. T. 134. Izmenchivost' ryb [News of the State Research Institute of Lake and River Fisheries. Vol. 134. Variability of fish]. Leningrad, 1978, pp. 3–132 (in Russian).



Сведения об авторах

- Сергеева Татьяна Александровна* — заведующий лабораторией селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: tasergeeva@tut.by
- Крук Анастасия Юрьевна* — младший научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: nastilyu2310@gmail.com
- Книга Мария Владимировна* — кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by
- Вишневская Ольга Николаевна* — кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belaboka@internet.ru
- Войтюк Татьяна Федоровна* — ведущий специалист лаборатории селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by
- Орлов Иван Анатольевич* — научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by
- Сумаревич Светлана Александровна* — младший научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by
- Баянков Антон Сергеевич* — научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by
- Кралько Сергей Владимирович* — инженер селекционно-племенного участка «Изобелино» (Республика Беларусь, Минская область, Молодечненский район, д. Изобелино). E-mail: izobelino_fish@tut.by

Information about the authors

- Sergeeva Tatiana* — Head laboratory of Breeding and Breeding work, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: tasergeeva@tut.by



- Kruk Anastasiya* — Junior Researcher, Laboratory of Breeding and Breeding Work, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: nastilyu2310@gmail.com
- Kniga Maria* — Ph.D (Agricultural), leading employee of Breeding and Breeding work, RUE «Fish Industry Institute» of the RUE «Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry» (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by
- Vishnevskaya Olga* — Ph.D (Agricultural), senior researcher of Breeding and Breeding work, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). Email: belaboka@internet.ru
- Voytyuk Tatyana* — Leading Specialist of the Laboratory of Breeding and Breeding work, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by
- Orlov Ivan* — Researcher, Laboratory of Breeding and Breeding work, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by
- Sumarevich Svetlana* — Junior researcher, Laboratory of Breeding and Breeding work, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by
- Bayankov Anton* — Junior researcher, Laboratory of Breeding and Breeding work, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by
- Kralko Sergey V.* — Engineer of the selection and breeding area “Isobelino” (Republic of Belarus, Minsk region, Molodechno district, Isobelino village). E-mail: izobelino_fish@tut.by



УДК 639.371.5

Поступила в редакцию 01.10.2022

<https://doi.org/10.47612/978-985-880-000000-0-2022-38-100-118>

Received 01.10.2022

**Т.А. Сергеева, И.А. Орлов, Т.Ф. Войтюк, М.В. Книга, А.Ю. Крук,
С.А. Красовский, О.Н. Вишневская**

*РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр
Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Минск, Беларусь*

ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА САМОК АМУРСКОГО САЗАНА, ВЫЖИВАЕМОСТЬ ИКРЫ И РАЗМЕРНО-ВЕСОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛИЧИНОК САЗАНА И ПОМЕСЕЙ САЗАНА С КАРПОМ ИЗ БЕЛОРУССКОГО КОЛЛЕКЦИОННОГО СТАДА

Аннотация: В статье представлены данные по воспроизводительным качествам амурского сазана при чистопородном разведении и при его использовании для получения помесей с коллекционным карпом белорусской и зарубежной селекции. При формировании первой и третьей генераций девятого поколения коллекционного амурского сазана использовали завезенный генетический материал (молоки). Самки сазана были предварительно генетически маркированы по трансферрину.

В соответствии с рабочей программой проведено 12 скрещиваний (11 опытных и 1 контрольное) производителей сазана и карпа разной породной принадлежности с целью исследования комбинационной способности гибридов.

Проведена оценка:

- ♦ воспроизводительных качеств самок сазана, используемых для получения икры,
- ♦ выживаемости икры при различных скрещиваниях,
- ♦ линейных размеров и живой массы личинок чистопородного сазана и помесей.

Рабочая плодовитость самок амурского сазана в среднем составила 174,72 тыс. икринок, с высоким уровнем вариабельности признака: от 121,36 до 225,49 тыс. икр.

Средняя оплодотворяемость икры племенного чистого сазана составила 71 %. При получении гибридов от самок сазана и самцов различных пород карпа, доля живой икры после одних суток развития составила 82,0 %. При получении гибридов от коллекционных самок карпа белорусских пород, доля живой икры составила 81,7 %, с колебаниями от 67 % (лахвинский чешуйчатый х сазан) до 96 % (три прим х сазан). Средняя величина оплодотворяемости икры при получении гибридов от кол-



лекционных самок карпа пород зарубежной селекции, с незначительными колебаниями составила 47,0 %.

Масса трехсуточных личинок сазана в среднем составила $4,0 \pm 0,06$ мг, карпа $3,1 \pm 0,21$ мг, кроссов сазана (♀) с карпом (♂) $2,9 \pm 0,02$ мг, карпа (♀) с сазаном (♂) $3,2 \pm 0,02$ мг. Длина трехсуточных личинок сазана составила $5,5 \pm 0,07$ мм, карпа $6,7 \pm 0,05$ мм, кроссов сазана (♀) с карпом (♂) $6,1 \pm 0,03$ мм, карпа (♀) с сазаном (♂) $6,3 \pm 0,06$ мм. Самая крупная личинка массой $4,5 \pm 0,08$ мг получена от скрещивания самок изобелинської породы (отводка три прим) с самцами сазана.

Полученные данные необходимы для расчета необходимого количества производителей для получения того или иного кросса и выбора кроссов с высокой выживаемостью для зарыбления товарных водоемов.

Ключевые слова: сазан, карп, производители, нерест, оплодотворяемость, икра, личинка

T. Sergeeva, I. Orlov, T. Voytyuk, M. Kniga, A. Kruk, S. Krasovsky,
O. Vishnevskaya

RUE "Fish Industry Institute" of the RUE "Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry", Minsk, Belarus

REPRODUCTIVE QUALITIES OF AMUR CARP FEMALES, CAVIAR SURVIVAL AND SIZE-WEIGHT INDICATORS OF AMUR CARP LARVAE AND AMUR CARP CROSSBREDS FROM THE BELARUSIAN COLLECTION HERD

Abstract: The article presents data on the reproductive qualities of the Amur sazan in purebred breeding and when it is used to obtain crossbreeds with collection carp of Belarusian and foreign selection. When forming the first and third reproductions of the ninth generation of the collection Amur carp, imported genetic material (milk) was used. Sazan females were previously genetically labeled for transferrin.

In accordance with the work program, 12 crossings (11 experimental and 1 control) of Amur sazan and carp of different breeds were carried out in order to study the combination ability of hybrids.

Evaluated:

- ♦ reproductive qualities of carp females used for caviar production,
- ♦ survivability of eggs in various crosses,
- ♦ linear dimensions and live weight of larvae of purebred carp and crosses.

The working fecundity of females of the Amur carp averaged 174.72 thousand eggs, with a high level of trait variability: from 121.36 to 225.49 thousand eggs.



The average fertility of pure breeding Amur sazan eggs was 71 %. When hybrids were obtained from sazan females and males of various carp breeds, the proportion of live eggs after one day of development was 82.0 %. When obtaining hybrids from collection females of carp of Belarusian breeds, the proportion of live eggs was 81.7 %, with fluctuations from 67 % (Lakhvinian carp x sazan) to 96 % (three prim carp x sazan). The average value of the fertilization of eggs when obtaining hybrids from collection females of foreign selection carp breeds, with slight fluctuations, was 47.0 %.

The mass of three-day-old sazan larvae averaged 4.0 ± 0.06 mg, purebred carp of different breeds 3.1 ± 0.21 mg, crosses of sazan (♀) with carp (♂) 2.9 ± 0.02 mg, carp (♀) with sazan (♂) 3.2 ± 0.02 mg. The length of three-day-old larvae of sazan was 5.5 ± 0.07 mm, carp 6.7 ± 0.05 mm, crosses of sazan (♀) with carp (♂) 6.1 ± 0.03 mm, carp (♀) with sazan (♂) 6.3 ± 0.06 mm. The largest larva weighing 4.5 ± 0.08 mg was obtained from crossing females of the Isobelinsky breed (layering three prim) with sazan males.

The data obtained are necessary to calculate the required number of spawners to obtain one or another cross and to select a cross with a higher survival rate for stocking commercial reservoirs.

Keywords: Amur sazan, carp, spawners, spawning, fertility, caviar, larva

Введение. Достижения гибридизации, описанные в литературе, выраженные в проявлении эффекта гетерозиса по выживаемости и устойчивости к заболеваниям, особенно у сеголетков и годовиков, полученных при скрещивании карпа с амурским сазаном, явилось основанием для завоза амурского сазана ханкайской популяции в республику [1, 2, 3, 4]. В процессе адаптации происходило приспособление завезенного материала к местным условиям. Доля наследственности в изменчивости признаков, связанных с жизнеспособностью и устойчивостью к неблагоприятным условиям, невелика [1], потому определенный интерес представляет исследование воспроизводительные качества производителей сазана. Характеристика имеющегося материала по воспроизводительным качествам необходима для оценки качества производителей, их адаптации к местным условиям выращивания, а также для расчета количества производителей, необходимых для производства определенного количества рыбопосадочного материала.

Материал и методика исследования. Формирование коллекционного генофонда амурского сазана ханкайской популяции проводятся на базе селекционно-племенного участка «Изобелино» Молодечненского района Минской области. В республике амурский сазан воспроизводится «в себе» на протяжении девяти поколений. В настоящее время в коллек-



ционном стаде имеются потомки завезенного генетического материала, представленные восьмым (производители) и девятым (ремонт) поколениями сазана [5, 6]. С целью увеличения генетического разнообразия и снижения эффекта инбридинга амурского сазана из коллекционного стада белорусской популяции, в соответствии с программой обмена генетическим материалом с Россией, из коллекционного генофонда ВНИППХ были завезены криоконсервированные молоки сазана и осуществлено оплодотворение икры, с самками из коллекционной белорусской популяции. Девятое поколение сазана представлено тремя генерациями. При формировании первой и третьей генераций использовали завезенный генетический материал (молоки).

Предварительно у самок сазана белорусской селекции методом электрофореза были определены типы трансферрина крови [7, 8, 9]. Сравнительная оценка воспроизводительных качеств каждой самки проведена методом ранжирования [10].

В соответствии с рабочей программой проведены опытные скрещивания генетически маркированных самок сазана и карпа разной породной принадлежности, а также самок карпа белорусских и зарубежных пород с самцами амурского сазана, криоконсервированные молоки которых были завезены из ВНИППХ, с целью исследования комбинационной способности гибридов. Получен племенной материал (личинки) следующих сочетаний:

1. Тремлянский чешуйчатый (смесь икры) х сазан (смесь молок);
2. Лахвинский чешуйчатый (смесь икры) х сазан (смесь молок);
3. Три прим (смесь икры) х сазан (смесь молок);
4. Югославский (смесь икры) х сазан (смесь молок);
5. Немецкий (смесь икры) х сазан (смесь молок);
6. Сазан (смесь икры) х тремлянский чешуйчатый (смесь молок);
7. Сазан (смесь икры) х лахвинский чешуйчатый (смесь молок);
8. Сазан (смесь икры) х три прим (смесь молок);
9. Сазан (смесь икры) х югославский (смесь молок);
10. Сазан (смесь икры) х немецкий (смесь молок);
- 11 Сазан (смесь икры) х фресинет (смесь молок);
12. Сазан х сазан (контроль).

Всего получено 11 гибридов, а также чистый маркированный сазан.

Схемы скрещиваний представлены на рисунках 1 и 2.

Воспроизводительные качества сазана из белорусской популяции и опытных помесных групп сравнивали между собой.

Определены и проанализированы такие показатели, как выживаемость икры в процессе инкубации и размерно-весовые показатели трехсуточных личинок амурского сазана и гибридов карпа с сазаном.

Статистические показатели рассчитывали по общепринятым методам [11, 12, 13].



Рис. 1. Схема скрещиваний самцов амурского сазана с самками карпа разной породной принадлежности белорусской и зарубежной селекции

Fig. 1. Scheme of crossing males of the Amur sazan with females of carp of different breeds of Belarusian and foreign selection

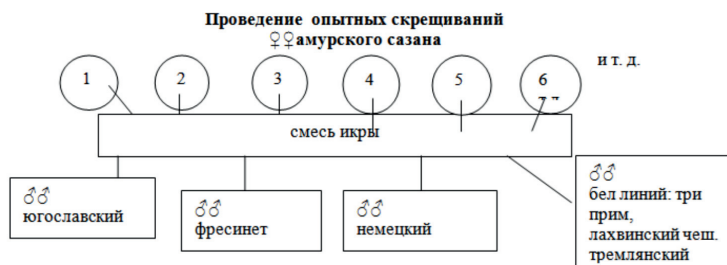


Рис. 2. Схема скрещиваний самок амурского сазана с самцами карпа разной породной принадлежности белорусской и зарубежной селекции

Fig. 2. Scheme of crossing females of the Amur sazan with males of carp of different breeds of Belarusian and foreign selection

Обсуждение результатов исследований

Результаты заводского нереста самок амурского сазана. Из 26 отобранных самок амурского сазана белорусской селекции 21 или 80,8 % отнерестились (табл. 1). В среднем на одну самку получено 180,6 г икры. Масса икры, полученной от одной самки, варьировала от 125 до 330 г.



Таблица 1. Результаты заводского нереста самок амурского сазана
Table 1. Results of factory spawning of females of the Amur sazan

Показатели	Величины показателей
Количество отобранных самок, экз.	26
Количество отнерестившихся самок, экз.	21
Доля отнерестившихся самок, %	80,8
Средняя масса самок, г	2200
Средняя масса икры на 1 самку, г	180,6
Lim, г	125-330

Размерно-весовые показатели неоплодотворенной икры и показатели плодовитости самок амурского сазана. В период нерестовой кампании при получении потомства амурского сазана десятого поколения и гибридов карпа с сазаном использованы самки, маркированные по локусу трансферрина, включающие характерные для сазана аллели Z, X, Y (табл. 2). Средняя масса самок, отобранных для получения племенного потомства, составила 2,32 кг, с колебаниями от 1,9 до 2,6 кг. Коэффициент вариабельности данного показателя составил 9,6 %, что соответствует низкой изменчивости [13]. Масса икры, полученной от одной самки, в среднем составила 202,86 г, с колебаниями от 125 до 248 г. Значительный диапазон колебаний обуславливает высокую степень изменчивости данного показателя с коэффициентом 26,7 %.

Таблица 2. Размерно-весовые показатели неоплодотворенной икры и показатели плодовитости самок сазана девятого поколения (первая генерация)

Table 2. Dimensional and weight indicators of unfertilized eggs and fertility indicators of female carp of the ninth generation (first reproduction)

Самка, №	Маркер по трансферрину	Масса самки, кг	Масса икры, г	Икринка		Плодовитость	
				масса, мг	диаметр, мм	рабочая, тыс.икр.	Относительная рабочая, тыс.икр./кг
275	ZX	2,2	125	1,03±0,02	1,18±0,01	121,36	55,2
29	YX	1,9	230	1,02±0,01	1,36±0,03	225,49	118,7
1	YY	2,4	125	1,04±0,01	1,20±0,03	120,19	50,1
12	BZ	2,2	246	1,20±0,06	1,20±0,04	205,00	63,2
39	ZZ	2,0	230	1,32±0,05	1,37±0,05	174,24	87,1
31	AZ	2,5	216	1,27±0,06	1,36±0,04	170,08	68,0
45	YZ	2,6	248	1,20±0,05	1,29±0,02	206,67	79,5
$\bar{X} \pm \bar{S\bar{X}}$	-	2,32± ±0,03	202,86± ±20,51	1,15±0,05	1,28±0,03	174,72± ±15,70	74,54± ±8,83
Cv	-	9,6	26,7	10,7	6,7	23,8	31,3



Средняя масса неоплодотворенной икринки у самок сазана одного возраста (семигодовики) составила 1,15 мг, с колебаниями от 1,02 до 1,32 мг. Средний диаметр икринки достиг 1,28 мм, диапазон колебаний по данным показателям невысок и составляет от 1,18 до 1,37 мм.

Коэффициенты вариации размерно-весовых показателей соответствуют низкому уровню изменчивости (10,7 и 6,7 %). В большинстве случаев у самок, которые характеризовались увеличенной массой икринки, ее диаметр также был выше.

Полученные данные позволяют определить рабочую и относительную рабочую плодовитость использованных самок. Рабочая плодовитость самок амурского сазана в среднем составила 174,72 тыс. икринок с достаточно высоким уровнем вариабельности признака от 121,36 до 225,49 тыс. икр., что обусловило высокий уровень изменчивости с коэффициентом вариации 23,8 %. Относительная рабочая плодовитость самок (представляет собой количество икринок приходящихся на один килограмм массы самки) у сазана составила в среднем 74,54 тыс. икр./кг. Данный показатель характеризовался высокой степенью изменчивости с коэффициентом вариации 31,3 %. Максимальный уровень данного показателя составил 118,7 тыс. икр./кг, минимальный 50,1 тыс. икр./кг. В большинстве случаев между показателями плодовитости самок (рабочая и относительная рабочая плодовитость) установлена достаточно тесная взаимосвязь (рис. 3).

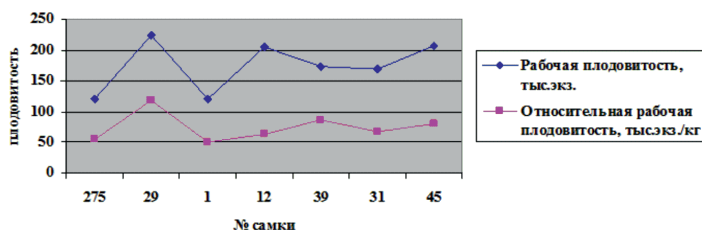


Рис. 3. Характеристика плодовитости самок амурского сазана
Fig. 3. Characteristics of the fertility of females of the Amur sazan

С целью комплексной оценки воспроизводительных качеств самок сазана проведено их ранжирование по рассмотренным признакам (табл. 3). Ранжирование проводилось в порядке уменьшения значения



исследованных показателей по каждой самке отдельно. Наибольшему значению признака соответствует меньшее значение ранга (1,2,3 и т.д.) Для объединения показателей ранги по каждой самке суммировали. Лучшими считали самок с наименьшей суммой рангов.

Таблица 3. Комплексная оценка воспроизводительных качеств и плодовитости самок сазана девятого поколения
Table 3. A complex estimate of the reproductive qualities and fertility of female carp of the ninth generation

Сам-ка №	Гено-тип	Ранги по показателям						Сумма рангов	Сред-ний ранг
		Масса		Икринка		Плодовитость			
		сам-ки	икры	мас-са	диа-метр	рабо-чая	относитель-ная рабочая		
275	ZX	4	5	5	5	6	6	31	0,74
29	YX	6	3	6	2	1	1	19	0,43
1	YY	3	5	4	4	7	7	30	0,71
12	BZ	4	2	3	4	3	5	21	0,50
39	ZZ	5	3	1	1	4	3	17	0,40
31	AZ	2	4	9	2	5	4	19	0,45
45	YZ	1	1	3	3	2	2	12	0,29

По комплексу показателей, характеризующих воспроизводительные качества самок, лучшей оказалась самка № 45 с генотипом YZ, у которой сумма рангов составила 12, а средний ранг 0,29. Средними оказались самки №№ 39 с генотипом ZZ, 29 (YX), 31 (AZ). По размерно-весовым показателям икры некоторые преимущества отмечены для самок №№ 39 (ZZ) и 31 (AZ), а повышенным уровнем плодовитости характеризовались самки №№ 29 (YX) и 45 (YZ), однако малый размер выборки не позволяет сделать заключение о взаимосвязи того или иного типа трансферрина с плодовитостью самок.

Из 6 рассмотренных признаков самок сазана, использованных в нересте, некоторая положительная корреляция установлена между массой самки и массой икры, полученной от самки с коэффициентом корреляции Спирмена — 0,54 (табл. 4). Связь между остальными рассмотренными признаками с массой тела не установлена. Между массой икры, полученной от самки, массой и диаметром икринки, показателями плодовитости (рабочая и относительная рабочая плодовитости) установлена положительная корреляционная зависимость с коэффициентом корреляции 0,59–0,77. Размерно-весовые показатели неоплодотворенной



икры (масса и диаметр) связаны с высокой степенью корреляции (0,70). Из показателей плодовитости положительная корреляция наблюдается между массой и диаметром икринки и относительной рабочей плодовитостью (0,86 и 0,63 соответственно). Величины рабочей и относительной рабочей плодовитости находятся в тесной взаимосвязи (0,89).

Таблица 4. Коэффициент корреляции Спирмэна (rs) между нерестовыми признаками самок сазана
Table 4. Spearman's correlation coefficient (rs) between spawning traits of sazan females

Сравниваемые признаки	rs	Сравниваемые признаки	rs
Масса самки — масса икры	0,54	Масса икринки — диаметр икринки	0,70
Масса самки — масса икринки	0,21	Масса икринки — РП	0,13
Масса самки — диаметр икринки	0,32	Масса икринки — ОРП	0,86
Масса самки — РП	0,27	Диаметр икринки - РП	0,45
Масса самки — ОРП	0,32	Диаметр икринки - ОРП	0,63
Масса икры — масса икринки	0,59	РП - ОРП	0,89
Масса икры — диаметр икринки	0,66	-	-
Масса икры— РП	0,77	-	-
Масса икры — ОРП	0,66	-	-

Выживаемость икры в процессе инкубации. В табл. 5 представлены результаты оплодотворения опытных вариантов скрещивания. Средняя оплодотворяемость племенного чистого сазана составила 71 %. У гибридов, полученных от коллекционных самок, доля живой икры после одних суток развития составила 81,7 %, с колебаниями от 67 % (лахвинский чешуйчатый х сазан) до 96 % (три прим х сазан). Средняя величина оплодотворяемости икры гибридов, полученных от коллекционных самок пород зарубежной селекции, с незначительными колебаниями составила 47,0 %.

У гибридов, при получении которых использованы самки сазана и самцы белорусских линий, доля живой икры составила 81,3 %, что на 10,3 % выше, чем при получении чистопородного амурского сазана. У гибридов, при получении которых использованы самки сазана и самцы коллекционных зарубежных пород, доля живой икры составила



82,7 %, на 11,7 % выше. Максимальная оплодотворяемость отмечена у гибрида сазан ♀ x фресинет (94 %), минимальная у гибрида сазан ♀ x югославский (64,0 %).

Таблица 5. **Выживаемость икры в процессе инкубации**
Table 5. **Survival of eggs during incubation**

Группа	Происхождение	Доля живой икры, %
12	Сазан	71
1	Тремлянский чешуйчатый ♀ x сазан ♂	82
2	Лахвинский чешуйчатый ♀ x сазан ♂	67
3	Три прим ♀ x сазан ♂	96
	Х белорусские линии ♀ x сазан ♂	81,7
4	Югославский ♀ x сазан ♂	46
5	Немецкий ♀ x сазан ♂	48
	Х зарубежные породы ♀ x сазан ♂	47,0
	Х карп ♀ x сазан ♂	67,8
6	Сазан ♀ x тремлянский чешуйчатый ♂	93
7	Сазан ♀ x лахвинский чешуйчатый ♂	80
8	Сазан ♀ x три прим ♂	71
	Х сазан ♀ x белорусские линии ♂	81,3
9	Сазан ♀ x югославский ♂	64
10	Сазан ♀ x немецкий ♂	90
11	Сазан ♀ x фресинет ♂	94
	Х сазан ♀ x зарубежные породы ♂	82,7
	Х сазан ♀ x карп ♂	82,0

Данные говорят о тенденции к увеличению выхода живой икры в вариантах скрещивании, где использовались самки амурского сазана и самцы карпа (за исключением помесей с югославским карпом).

Наихудшие показатели выживаемости икры в процессе инкубации показали сочетания югославского карпа с сазаном: как в варианте, где использовались самки югославского карпа и самцы сазана — 46 % (худший показатель среди помесей самок карпа и самцов сазана), так и в варианте, где использовались самки сазана и самцы югославского карпа — 64 % (худший показатель среди помесей самок сазана и самцов карпа). Для справки: при чистопородном разведении югославского карпа в СПУ Изобелино в 2021 г. эколого-физиологическим методом выживаемость икры составила 88 % (один из самых высоких показателей).

Из четырех групп опытных кроссов самый низкий уровень оплодотворяемости отмечен у комбинаций скрещиваний самок пород зарубежной селекции из коллекционного стада с самцами сазана (рис. 4). У остальных групп гибридов (комбинации белорусских линий ♀ и сазана ♂; сазан ♀ x зарубежные породы ♂) отклонения рассмотренного показателя незначительны.



Рис. 4. Средние групповые показатели доли живой икры у гибридов карпа с сазаном

Fig. 4. Average group indicators of the proportion of live eggs in hybrids of carp and sazan

Средние показатели оплодотворяемости гибридов карп ♀ x сазан ♂ оказались несколько ниже, чем у гибридов сазан ♀ x карп ♂ и, чем у чистого сазана (рис. 5). То есть оплодотворяемость икры сазана в целом оказалась выше, чем у карпа коллекционных зарубежных пород.

Размерно-весовые показатели трехсуточных личинок амурского сазана и гибридов карпа с сазаном. Масса трехсуточных личинок кроссов, полученных от самок карпа и самцов амурского сазана разной породной принадлежности, колебалась в значительных пределах (2,5—4,5 г) (табл. 6). В целом наблюдается тенденция к увеличению массы личинок у кроссов, для получения которых использованы самки из линий белорусской селекции, по сравнению с кроссами, для получения которых использованы самки коллекционных пород зарубежной селекции (3,40 против 2,90). Длина гибридных личинок, полученных от самок карпа и самцов сазана, колебалась в пределах (5,9—7,0 мм). Отклонения между сочетаниями карпа разных пород с амурским сазаном по массе и длине трехсуточных личинок в основном статистически достоверны (табл. 7).

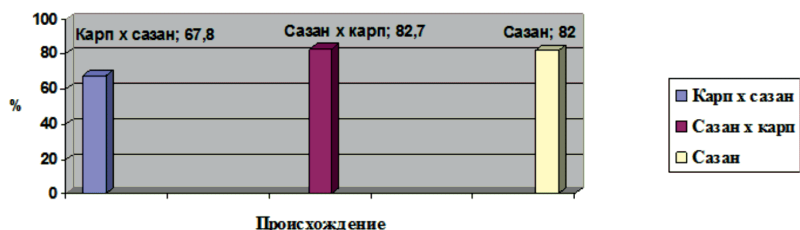


Рис. 5. Доля живой икры у сазана и гибридов карпа с сазаном
Fig. 5. The share of live eggs in carp and hybrids of carp and sazan

Таблица 6. Размерно-весовые показатели трехсуточных заводских личинок карпа, сазана и гибридов карпа с сазаном

Table 6. Size and weight indicators of three-day factory larvae of carp, sazan and hybrids of carp and sazan

Группа	Порода, гибрид	3-суточные личинки			
		масса, мг		длина, мм	
		$\bar{X} \pm S\bar{X}$	Cv	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	Cv
12	Сазан	4,0±0,06	8,6	5,5±0,07	7,2
1	Тремлянский чешуйчатый х сазан	3,2±0,05	7,9	7,0±0,11	8,4
2	Ляхвинский чешуйчатый х сазан	2,5±0,03	7,1	5,9±0,10	9,7
3	Три прим х сазан	4,5±0,08	9,5	6,1±0,07	6,3
	$\bar{X}$ белорусские линии х сазан	3,4±0,03	8,2	6,3±0,05	8,1
4	Югославский х сазан	2,8±0,03	6,9	6,5±0,08	7,0
5	Немецкий х сазан	3,0±0,03	5,8	6,0±0,09	7,9
	$\bar{X}$ зарубежные породы х сазан	2,9±0,04	6,3	6,2±0,06	7,4
	$\bar{X}$ карп х сазан	3,2±0,02	7,4	6,3±0,04	7,9
6	Сазан х тремлянский чешуйчатый	3,1±0,04	7,4	6,2±0,07	5,8
7	Сазан х ляхвинский чешуйчатый	2,7±0,05	9,6	6,0±0,08	7,5
8	Сазан х три прим	2,5±0,03	8,1	5,6±0,07	6,7
	$\bar{X}$ сазан х белорусские линии	2,9±0,02	8,4	5,9±0,04	6,7
9	Сазан х югославский	2,2±0,03	6,9	5,8±0,06	5,3
10	Сазан х немецкий	4,0±0,05	7,5	6,9±0,09	6,8
11	Сазан х фресинет	2,9±0,05	9,0	6,0±0,08	7,1
	$\bar{X}$ сазан х зарубежные породы	3,0±0,02	7,8	6,2±0,04	6,4
	$\bar{X}$ сазан х карп	2,9±0,02	7,6	6,1±0,03	6,5
	$\bar{X}$ карп	3,1±0,21	18,9	6,7±0,05	2,9



В целом проявляется тенденция к уменьшению массы личинок гибридов карпа с сазаном по сравнению с сазаном (3,20 мг против 4,0 мг). Длина трехсуточных личинок сазана, наоборот оказалась несколько ниже, чем у гибридов карп х сазан (5,5 мм, против 6,30 мм). У сочетаний, для получения которых использованы самки сазана, и самцы карпа разной породной принадлежности масса личинок колебалась в пределах от 2,2 до 4,0 мг. Средний уровень этого показателя у сочетаний сазана с линиями белорусской селекции несколько ниже, чем у сочетаний с коллекционными породами зарубежной селекции (2,77 мм против 3,03 мм). Аналогичная тенденции наблюдалась и по соотношению длины личинок у указанных гибридов (5,93 мм против 6,23 мм). У гибридов сазан х карп масса личинок оказалась несколько ниже, чем у чистого сазана (3,03 мг против 4,0 мг), а длина несколько выше (6,08 мм против 5,5 мм).

Масса трехсуточных личинок гибридов карпа с сазаном у отдельных комбинаций скрещиваний статистически достоверно отличается от среднего значения этого показателя у коллекционного карпа разной породной принадлежности (лахвинский чешуйчатый х сазан, три прим х сазан, сазан х три прим, сазан х югославский и сазан х немецкий). У остальных опытных гибридов отклонения средней массы личинок от карпа незначительны и статистически недостоверны. Длина личинок карпа в основном оказалась выше, чем у гибридов. Установленные отклонения статистически достоверны.

Выводы. 1. Для проведения нереста было отобрано 26 самок сазана, из которых отнерестилось 21 (80,1 %). В среднем от самки сазана получено 180,6 г икры, содержащей $174,72 \pm 15,70$ тыс. икринок. По комплексу показателей, характеризующих воспроизводительные качества самок, лучшей оказалась самка № 45 с генотипом по трансферрину YZ, у которой сумма рангов составила 12, а средний ранг 0,29. Средними оказались самки №№ 39 с генотипом ZZ, 29 (YX), 31 (AZ). По размерно-весовым показателям икры некоторые преимущества отмечены для самок №№ 39 (ZZ) и 31 (AZ), а повышенным уровнем плодовитости характеризовались самки №№ 29 (YX) и 45 (YZ), однако малый размер выборки рыбы для исследования трансферрина (7 голов) не позволяет сделать заключение о взаимосвязи того или иного типа трансферрина с плодовитостью самок.



Таблица 7. Статистическая оценка отклонений размерно-весовых показателей трехсуточных заводских личинок гибридов от родительских форм
 Table 7. Statistical estimates of deviations in size and weight indicators of three-day-old hatchery larvae of hybrids from parental forms

Порода, гибрид	Отклонения									
	по массе					по длине				
	от сазана		от карпа		P	от сазана		от карпа		
	t	P	t	P		t	P	t	P	
Тремлянский чешуйчатый х сазан	10,24	<0,001	0,46	>0,1		11,50	<0,001	2,48	<0,02	
Лахвинский чешуйчатый х сазан	22,39	<0,001	2,83	<0,01		3,28	<0,01	7,14	<0,001	
Три прим х сазан	5,00	<0,001	6,22	<0,001		6,06	<0,001	6,97	<0,001	
Х белорусские линии х сазан	8,94	<0,001	4,41	<0,001		9,30	<0,001	5,66	<0,001	
Югославский х сазан	17,38	<0,001	1,41	>0,1		9,41	<0,001	1,75	0,1	
Немецкий х сазан	14,90	<0,001	0,47	>0,1		4,39	<0,001	6,67	<0,001	
Х зарубежные породы х сазан	15,26	<0,001	1,40	>0,1		7,59	<0,001	6,41	<0,001	
Х карп х сазан	12,66	<0,001	0,47	>0,1		9,93	<0,001	6,25	<0,001	
Сазан х тремлянский чешуйчатый	12,48	<0,001	0,00	>0,1		7,07	<0,001	5,81	<0,001	
Сазан х лахвинский чешуйчатый	16,64	<0,001	1,85	0,1		4,70	<0,001	6,14	<0,001	
Сазан х три прим	9,31	<0,001	8,83	<0,001		1,01	>0,1	12,79	<0,001	
Х сазан х белорусские линии	17,40	<0,001	0,25	>0,1		4,96	<0,001	12,50	<0,001	
Сазан х югославский	26,83	<0,001	4,24	<0,001		3,04	<0,01	10,79	<0,001	
Сазан х немецкий	18,00	<0,001	4,17	<0,001		10,99	<0,001	1,94	<0,05	
Сазан х фресинет	1,41	>0,1	0,93	>0,1		4,71	<0,001	8,97	<0,001	
Х сазан х зарубежные породы	15,82	<0,001	0,47	>0,1		8,68	<0,001	7,81	<0,001	
Х сазан х карп	17,40	<0,001	0,99	>0,1		7,87	<0,001	10,34	<0,001	



2. Средняя оплодотворяемость икры племенного чистого сазана составила 71 %. У гибридов, полученных от коллекционных самок карпа, доля живой икры после одних суток развития составила 81,7 %, с колебаниями от 67 % (лахвинский чешуйчатый х сазан) до 96 % (три прим х сазан). Средняя величина оплодотворяемости икры гибридов, полученных от коллекционных самок карпа пород зарубежной селекции, с незначительными колебаниями составила 47,0 %, что в 2 раза ниже, чем при использовании карпа отечественной селекции и говорит о проблемах при оплодотворении икры либо на стадии раннего эмбриогенеза. У гибридов, при получении которых использованы самки сазана и самцы различных пород карпа, доля живой икры составила 82,0 %, что на 11 % выше, чем при получении чистопородного амурского сазана.

3. Масса трехсуточных личинок сазана в среднем составила $4,0 \pm 0,06$ мг, карпа $3,1 \pm 0,21$ мг, кроссов сазана (♀) с карпом (♂) $2,9 \pm 0,02$ мг, карпа (♀) с сазаном (♂) $3,2 \pm 0,02$ мг. Наблюдается тенденция к увеличению массы личинок у кроссов, для получения которых использованы самки из линий белорусской селекции, по сравнению с кроссами, для получения которых использованы самки коллекционных пород зарубежной селекции (3,40 против 2,90). Масса трехсуточных личинок гибридов карпа с сазаном у отдельных комбинаций скрещиваний статистически достоверно отличается от среднего значения этого показателя у коллекционного карпа разной породной принадлежности (лахвинский чешуйчатый х сазан, три прим х сазан, сазан х три прим, сазан х югославский и сазан х немецкий). Самая крупная личинка массой $4,5 \pm 0,08$ мг получена от скрещивания самок изобелинской породы (отводка три прим) с самцами сазана, икра от этого варианта скрещивания имела также самую высокую выживаемость — 96 %. Это позволяет предварительно рассмотреть этот вариант скрещивания, как наиболее перспективный для получения личинки для товарного рыбоводства.

Длина трехсуточных личинок сазана составила $5,5 \pm 0,07$ мм, карпа $6,7 \pm 0,05$ мм, кроссов сазана (♀) с карпом (♂) $6,1 \pm 0,03$ мм, карпа (♀) с сазаном (♂) $6,3 \pm 0,06$ мм. Длина личинок карпа в основном оказалась выше, чем у гибридов. Установленные отклонения статистически достоверны.

Список использованных источников

1. Результаты промышленного испытания гибридов изобелинского карпа с амурским сазаном ханкайской популяции / Е. В. Таразевич [и др.]. — Минск, 1980. — (Информ. листок / БелНИИНТИ ; № 266).



2. Таразевич, Е. В. Промышленная гибридизация карпа с амурским сазаном — метод повышения рыбопродуктивности прудов / Е. В. Таразевич, А. И. Чутаева, Э. К. Скурат. — Минск, 1984. — 4 с. — (Информ. листок / БелНИИНТИ ; № 15).
3. Промышленное выращивание гибрида изобелинского карпа и амурского сазана / А. И. Чутаева [и др.] // Рыб. хоз-во. — 1981. — № 5. — С. 56–57.
4. Чутаева, А. И. Рыбохозяйственная характеристика двухлетков внутривидовых помесей белорусского карпа и его гибридов с амурским сазаном / А. И. Чутаева, М. В. Книга // Биологические и рыбохозяйственные исследования водоемов Прибалтики (Псков, сентябрь 1983) : тез. докл. XXI науч. конф. : в 2 т. / М-во рыб. хоз-ва РСФСР, Науч.-произв. об-ние по пром. и тепловод. рыбоводству, Гос. науч.-исслед. ин-т озер. и реч. рыб. хоз-ва, Псков. отд-ние ; отв. ред.: Т. Я. Дорожкина, Л. Г. Перминов. — Псков, 1983. — Т. 2. — С. 164–167.
5. Полиморфизм племенного стада амурского сазана ханкайской популяции седьмого и восьмого поколения, выращенного в условиях Беларуси, по локусу трансферрина / С. В. Кралько [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству, Ин-т рыб. хоз-ва. — Минск, 2019. — Вып. 35. — С. 88–94.
6. Технологическая инструкция по разведению племенного карпа белорусской селекции / разработ.: Е. В. Таразевич [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. — С. 6–20.
7. Салменкова, Е. А. Применение электрофоретических методов в популяционно-генетических исследованиях рыб / Е. А. Салменкова, Т. В. Малинина // Типовые методики исследований продуктивности видов рыб в пределах ареалов : [сб. ст.] / Акад. наук СССР [и др.] ; редкол.: Р. С. Вольскис [и др.]. — Вильнюс, 1976. — Ч. 2. — С. 82–92.
8. Трувеллер, К. А. Многоцелевой прибор для вертикального электрофореза в параллельных пластинах полиакриламидного геля / К. А. Трувеллер, Г. Н. Нефедов // Науч. докл. высш. шк. Биол. науки. — 1974. — № 9. — С. 137–140.
9. 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 Акад. наук СССР ; редкол.: В. С. Кирпичников, А. С. Трошин, И. И. Фридлянская. — Л., 1973. — С. 138–140.
10. К методике определения рыбохозяйственной ценности отдельных групп рыб методом ранжирования / Е. В. Таразевич [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва НАН Беларуси. — Минск, 2005. — Вып. 21. — С. 45–55.
11. Свечин, К. Б. Оценка эффекта гетерозиса в относительных показателях / К. Б. Свечин // Животноводство. — 1967. — № 1. — С. 61–62.



12. Савченко, В. К. Генетический анализ в сетевых пробных скрещиваниях / В. К. Савченко. — Минск : Наука и техника, 1984. — 223 с.
13. Рокицкий, П. Ф. Статистические показатели для характеристики совокупности / П. Ф. Рокицкий // Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. — Изд. 3-е, испр. — Минск, 1973. — Гл. 2. — С. 24—53.

References

1. Chutaeva A. I., Vétokhina M. V., Klimovich A. T. The results of industrial testing of hybrids of the Isobelinsky carp with the Amur carp of the Khankai population: information leaflet BelNIITI, no. 266. Minsk, 1980. (in Russian).
2. Tarazevich E. V., Chutaeva A. I., Skurat E. K. Industrial hybridization of carp with Amur carp - a method for increasing the fish productivity of ponds: information leaflet BelNIITI, no. 15. Minsk, 1984. 4 p. (in Russian).
3. Chutaeva A. I., Skurat E. K., Tarazevich E. V., Klimovich A. G. Industrial cultivation of a hybrid of Isobelinsky carp and Amur carp. *Rybnoe khozyaistvo = Fisheries*, 1981, no. 5, pp. 56—57 (in Russian).
4. Chutaeva A. I., Kniga M. V. Fishery characteristics of intrabreed hybrids of the Belarusian carp and its hybrids with the Amur carp. *Biologicheskie i rybokhozyaistvennye issledovaniya vodoemov Pribaltiki* (Pskov, sentyabr' 1983): tezisy dokladov XXI nauchnoi konferentsii [Biological and fishery studies of the Baltic water bodies (Pskov, September 1983): abstracts of the XXI scientific conference]. Pskov, 1983, vol. 2, pp. 164—167 (in Russian).
5. Kral'ko S. V., Kniga M. V., Sergeeva T. A., Zhmoidyak D. A., Makhan'ko O. V. Polymorphism of the breeding herd of the Amur carp of the Khanka population of the seventh and eighth generation, grown in the conditions of Belarus, according to the transferrin locus. *Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sbornik nauchnykh trudov = Belarus fish industry problems: collection of scientific papers*. Minsk, 2019, iss. 35, pp. 88—94 (in Russian).
6. Technological instruction for breeding breeding carp of the Belarusian selection. *Sbornik nauchno-tekhnologicheskoi i metodicheskoi dokumentatsii po akvakul'ture v Belarusi* [Collection of scientific-technological and methodical documentation on aquaculture in Belarus]. Minsk, 2006, pp. 6—20 (in Russian).
7. Salmenkova E. A., Malinina T. V. Application of electrophoretic methods in population genetic studies of fish within their ranges. *Tipovye metodiki issledovaniy produktivnosti vidov ryb v predelakh arealov* [Typical methods for researching the productivity of fish species within their ranges]. Vilnius, 1976, pt. 2, pp. 82—92 (in Russian).
8. Truveler K. A., Nefedov G. N. Multipurpose device for vertical electrophoresis in parallel plates of polyacrylamide gel. *Nauchnye doklady vysshei shkoly. Biologicheskie nauki* [Reports of Higher Education. Biological Sciences], 1974, no. 9, pp. 137—140 (in Russian).
9. Tammert M. F. Transferrin variability in carp *Cyprinus carpio* L. *Biokhimicheskaya genetika ryb: materialy 1-go Vsesoyuznogo soveshchaniya* (Leningrad, 6—9 fevralya



- 1973 г.) [Biochemical genetics of fish: materials of the 1st All-Union conference (Leningrad, February 6, 1973)]. Leningrad, 1973, pp. 138–140 (in Russian).
10. Tarazevich E. V., Prokhorchik G. A., Kniga M. V., Us A. P., Dudarenko L. S., Semenov A. P., Sazanov V. B., Vashkevich L. M. To the methodology for determining the fishery value of individual groups of fish by the ranking method. Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sbornik nauchnykh trudov = Belarus fish industry problems: collection of scientific papers. Minsk, 2005, iss. 21, pp. 45–55 (in Russian).
 11. Svechin K. B. Assessment of the effect of heterosis in relative terms. Zhivotnovodstvo [Animal Husbandry], 1967, no. 1, pp. 61–62 (in Russian).
 12. Savchenko V. K. Genetic analysis in network test crosses. Minsk, Nauka i tekhnika Publ., 1984. 223 p. (in Russian).
 13. Rokitskii P. F. Statistical indicators to characterize the population. Biologicheskaya statistika [Biological statistics]. 3rd ed. Minsk, 1973, pp. 24–53 (in Russian).

Сведения об авторах

Сергеева Татьяна Александровна — заведующий лабораторией селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: tasergeeva@tut.by

Орлов Иван Анатольевич — научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Войтюк Татьяна Федоровна — ведущий специалист лаборатории селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Книга Мария Владимировна — кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Крук Анастасия Юрьевна — младший научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: nastilyu2310@gmail.com

Красовский Станислав Александрович — младший научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Вишневецкая Ольга Николаевна — кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной акаде-



мии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belaboka@internet.ru

Information about the authors

Sergeeva Tatiana — Head laboratory of Breeding and Breeding work, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: tasergeeva@tut.by

Orlov Ivan — Researcher, Laboratory of Breeding and Breeding work, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Voytyuk Tatyana — Leading Specialist of the Laboratory of Breeding and Breeding work, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Kniga Maria — Ph.D (Agricultural), leading employee of Breeding and Breeding work, RUE «Fish Industry Institute» of the RUE «Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry» (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Kruk Anastasiya — Junior Researcher, Laboratory of Breeding and Breeding Work, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: nastilyu2310@gmail.com

Krasovskij Stanislav — Junior Researcher, Laboratory of Breeding and Breeding Work, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Vishnevskaya Olga — Ph.D (Agricultural), senior researcher of Breeding and Breeding work, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). Email: belaboka@internet.ru



А.С. Полетаев

Государственное научно-производственное объединение

*«Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по биоресурсам», Минск, Беларусь*

ПОЛОВАЯ СТРУКТУРА И МЕРИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОПУЛЯЦИЙ КАРАСЯ СЕРЕБРЯНОГО БЕЛОРУССКИХ УЧАСТКОВ РЕК ДНЕПР И ПРИПЯТЬ

Аннотация: Исследованы популяции карася серебряного (*Carassius auratus* s. lato), населяющие участки рек Днепр (на территории Быховского и Брагинского районов Беларуси) и Припять (на территории Мозырского района Беларуси). В ходе работ собрано 436 экз. карася серебряного. Изучены половая структура популяций, внутри- и межпопуляционная изменчивость меристических признаков. Установлено обитание в Днепре и Припяти обоеполых популяций карася серебряного, что соответствует амфимиктическому типу его воспроизводства. Показаны различия половой структуры исследованных популяций. Населяющая участок р. Днепр Быховского р-на популяция карася серебряного характеризуется численным преобладанием самцов ($1\text{♀}:1,18\text{♂}$), в то время как в популяциях из р. Припять и р. Днепр (Брагинский р-н) преобладают самки ($1,23\text{♀}:1\text{♂}$ и $1,30\text{♀}:1\text{♂}$ соответственно). Приводятся меристические характеристики исследованных популяций, которые характерны для карася серебряного водных объектов Беларуси. Выявлены достоверные межпопуляционные различия по 5 из 12 меристическим признакам. Днепровские популяции достоверно различаются по 1 признаку, популяция участка р. Припять отличается от популяций участков Днепра Быховского и Брагинский р-нов по 3 и 4 признакам соответственно. Наибольшее сходство фенофондов наблюдается для популяций р. Днепр, фенофонд припятской популяции демонстрирует некоторые отличия от них.

Ключевые слова: карась серебряный, размножение, половая структура, меристика, фенетика, Днепр, Припять



A. Poletaev

State Research and Production Association «Scientific and practical center of the National academy of sciences of Belarus for bioresources», Minsk, Belarus

SEXUAL STRUCTURE AND MERISTIC DESCRIPTION OF GOLDFISH POPULATIONS FROM THE DNIEPER AND PRIPYAT RIVERS BELARUSIAN SECTIONS

Abstract: The goldfish (*Carassius auratus* s. lato) populations from the sections of the Dnieper (in Bykhov and Bragin districts, Belarus) and Pripyat (in Mozyr district, Belarus) rivers sections were investigated. Overall 436 goldfish specimens were collected. The populations sexual structure and meristic traits diversity inside and between populations were studied. It has been shown that the Dnieper and Pripyat rivers sections studied are inhabited with bisexual goldfish populations, that corresponds to the amphimictic type of reproduction. The sexual structure distinctions between populations has been revealed. The goldfish population from the Dnieper river (Bykhov district) is characterized by the males' qualitative dominance ($1\text{♀}:1,18\text{♂}$), while the females prevailed in the populations from the Pripyat and Dnieper (Bragin district) rivers ($1,23\text{♀}:1\text{♂}$ and $1,30\text{♀}:1\text{♂}$ respectively). The meristic descriptions of populations were composed and it has been shown that they are common for populations of goldfish from Belarusian water objects. Statistically significant differences between populations in 5 of the 12 meristic traits studied were revealed. Two populations from Dnieper are significantly distinct only in 1 trait, and the population from Pripyat differs from them in 3 (Dnieper, Bykhov district) and 4 (Dnieper, Bragin district) meristic traits. The phenic pools are most similar in the populations from Dnieper, too, and the phenic pool of the Pripyat population shows some differences from them.

Keywords: goldfish, *Carassius auratus* s. lato, reproduction, gynogenesis, karyotype, sex composition, meristics, phenetics, Dnieper, Pripyat

Введение. Карась серебряный (*Carassius auratus* s. lato) является интродуцированным чужеродным элементом ихтиофауны Беларуси. Современное его распространение на территории страны — результат целенаправленной работы по акклиматизации амурского серебряного карася, начатых в 1948 г. и уже к концу 1950-х гг. приведших к натурализации этой рыбы в водных объектах всех речных бассейнов республики [1]. Расширение области распространения карася в пределах Беларуси шло одновременно как при зарыблении им новых водоёмов



в ходе рыбохозяйственной деятельности, так и вследствие естественного расселения карася из зарыбленных им водных объектов по гидрографической сети. Важную роль в его самостоятельном расселении имеют реки, поскольку для амурской формы серебряного карася характерны протяжённые нерестовые миграции в пределах водотока и его придаточной сети [2, 3]. Важными коридорами для естественного расселения карася по территории Беларуси, несомненно, были и остаются крупные реки и их притоки, в том числе Днепр и Припять.

Серебряный карась в ареале представлен популяциями с различающейся репродуктивной биологией. Известны как амфимиктические популяции карася, в поддержании которых участвуют самцы собственного вида, так и гиногенетические, представленные исключительно самками, для воспроизводства которых необходимо участие самцов других видов карповых рыб, характеризующихся схожими с серебряным карасём условиями нереста, выступающих в качестве доноров гамет [2]. В условиях рек Беларуси потенциальными донорами сперматозоидов для гиногенетического воспроизводства карася серебряного являются карась золотой *Carassius carassius*, линь *Tinca tinca*, краснопёрка *Scardinius erythrophthalmus*, густера *Blicca bjoerkna*, уклейка *Alburnus alburnus*, при определённых условиях также карп *Cyprinus carpio* [4]. Свойственный популяции карася тип размножения не является строго детерминированным и может изменяться под воздействием биотических и абиотических факторов [2]. В условиях Днепра и Припяти участие наиболее эффективных доноров гамет — представителей подсемейства Cyprininae (карася золотого и карпа) — в воспроизводстве карася серебряного ограничено. Численность золотого карася в рассматриваемых реках низка, в ходе мониторинговых обловов данный вид нами, как правило, отмечается единично [5, 6]. Сокращение численности золотого карася вследствие его вытеснения серебряным к настоящему времени наблюдается по всему естественному ареалу первого [7–11], в том числе в Беларуси [12]. По всей видимости, сокращение численности карася золотого в Днепре и Припяти, где он ранее был обычным видом [12], произошло по той же причине. Карп на данных участках водотоков также относительно немногочислен; кроме того, эффективность его нереста в условиях естественных водных объектов Беларуси невелика (размножение карпа успешно лишь при высокой сумме температур в весенний период) [13]. Соответственно, из видов, способных поддерживать гиногенетическое размножение карася серебряного, в Днепре



и Припяти достаточно многочисленны лишь густера, уклейка, краснопёрка и линь — генетически более отдалённые виды.

В связи с перечисленным представляет интерес репродуктивная биология популяций серебряного карася, населяющих в настоящее время Днепр и Припять, в условиях недостатка оптимальных доноров гамет (золотого карася и карпа).

Цель исследования: составить биологическую характеристику популяций карася серебряного, населяющих участки рек Днепр и Припять на территории Беларуси. **Задачи исследования:** (1) исследовать половую структуру популяций карася серебряного; (3) установить и сравнить меристические характеристики исследованных популяций карася серебряного.

Материалы и методы. Материалом для данной работы являются 436 экз. карася серебряного, отловленные в 2017–2021 гг. На р. Днепр сбор материала осуществляли в 2 точках: в средней части белорусского участка реки — вблизи д. Дальнее Лядо Быховского р-на (объём выборки 122 экз.) и непосредственно в зоне подпора Киевского водохранилища — вблизи д. Нижние Жары Брагинского р-на (138 экз.). Материал из р. Припять в количестве 176 экз. был собран на нижнем участке реки — вблизи д. Барбаров Мозырского р-на (рис. 1). Для сбора материала использовали ставные сети, ловушки типа «зонт» и крючковые снасти. Суммарный объём выборки для исследования меристических признаков составил 208 экз. (Днепр — 125 экз., Припять — 83 экз.), анализ половой структуры популяций проводили на всём собранном материале.

Пол отловленных рыб определяли визуально путём вскрытия брюшной полости [14]. На основе полученных данных рассчитывали доли самок, самцов и неполовозрелых особей в исследованной выборке. Для каждой особи определяли значения меристических признаков: формулы спинного (D — число колючих лучей, d — мягких), анального (A — число колючих лучей, a — мягких), грудного (P), брюшного (V) и хвостового (C) плавников; формула боковой линии, включающая число прободённых чешуй в боковой линии (LL) и число рядов чешуй выше ($LL\uparrow$) и ниже ($LL\downarrow$) боковой линии; число жаберных тычинок в первой жаберной дуге (GR); число позвонков ($vert$). Значения признаков определяли в соответствии с принятой для рода *Carassius* схемой [14]. При подсчёте числа лучей в хвостовом плавнике учитывали только лучи хвостовой выемки; многочисленные мелкие жёсткие лучи не подсчитывали. Первые два сросшихся позвонка учитывали как два позвонка;



уростили считали отдельным позвонком. Статистическую обработку результатов проводили в программе Statistica 7. Для сравнения меристических характеристик популяций использовали многофакторный дисперсионный анализ, для попарного сравнения популяций по отдельным признакам — тест Тьюки-Крамера для неравных выборок, уровень значимости (p) принимали равным 0,05. Расчёт феноетических показателей внутривидового разнообразия — среднего числа морф (μ), доли редких морф (h) и их стандартных ошибок (S_μ и S_h соответственно) проводили по Яблокову и Лариной [15]. Для сравнения фенотипов популяций использовали показатель сходства фенотипов (g) по Животовскому [16].



Рис. 1. Карта-схема расположения точек сбора материала:
1 — д. Дальнее Лядо, Быховский р-н; 2 — д. Нижние Жары, Брагинский р-н;
3 — д. Барбаров, Мозырский р-н

Рис. 1. Schematic map of goldfish collection sites:
1 — Dalnee Lyado, Bykhov district; 2 — Nizhnie Zhary, Bragin district;
3 — Barbarov, Mozyr district

Результаты и их обсуждение. Для популяций карася серебряного, населяющих р. Днепр на участках Быховского и Брагинского районов, а также р. Припять на участке Мозырского района характерна бисексуальная половая структура (табл. 1), что свидетельствует о свойственном им амфиимиктическом типе воспроизводства.

Несмотря на общий для исследованных популяций карася серебряного амфиимиктический путь размножения, их половая структура име-



ет значительные различия. Популяции из р. Припять и участка р. Днепр Брагинского р-на характеризуются численным преобладанием самок (1,23♀:1♂ и 1,30♀:1♂ соответственно). На участке р. Днепр Быховского р-на наблюдается преобладание в популяции караса серебряного самцов (1♀:1,18♂).

Таблица 1. Половая структура популяций караса серебряного участков рек Днепр и Припять

Table 1. Sexual structure of the Dnieper and Pripyat rivers sections goldfish populations

Место сбора материала		Количество и доля в выборке				Соотношение полов
		♀	♂	juv	Итого	
р. Днепр, Быховский р-н	экз.	56	66	0	122	1♀:1,18♂
	%	45,9	54,1	0,00	100,00	
р. Днепр, Брагинский р-н	экз.	70	54	14	138	1,30♀:1♂
	%	50,7	39,1	10,2	100,00	
р. Припять, Мозырский р-н	экз.	97	79	0	176	1,23♀:1♂
	%	55,1	44,9	0,00	100,00	

Наблюдаемые различия половой структуры популяций могут быть следствием различных условий обитания и воспроизводства караса серебряного на рассматриваемых участках водотоков. Известно, что в популяциях животных увеличение количественной доли самцов нередко является адаптивным ответом на неблагоприятные условия окружающей среды, поскольку самцы представляют собой основной материал для естественного отбора [17]. В случае популяции участка Днепра Быховского района преобладание самцов может являться следствием её постоянной подпитки ускользающими в реку особями из близлежащего рыбхоза «Озёрный». На наш взгляд, в условиях рыбоводных прудов, характеризующихся плотной посадкой рыбы, низкой концентрацией растворённого кислорода и высокой — органических веществ в воде, повышенная численность самцов может нести адаптивную функцию. Преобладание самок в двух других популяциях, вероятно, свидетельствует об их устойчивом существовании в благоприятных условиях среды (крупные реки с обширной сетью придаточных водоёмов — основных нерестилищ караса серебряного, а также относительная близость Киевского водохранилища, пригодного для нагула и зимовки).

Меристические характеристики исследованных популяций характерны для караса серебряного, населяющего водные объекты Беларуси (табл. 2).



По сравнению с приводимыми П.И. Жуковым [18] данными в исследованных популяциях карася наблюдаются большее максимальное число колючих лучей спинного плавника (5), рядов чешуй выше боковой линии (8) и жаберных тычинок в первой жаберной дуге (57), однако данные различия могут быть объяснены особенностями используемых в работе методик.

Таблица 2. Меристическая характеристика популяций карася серебряного участков рек Днепр и Припять

Table 2. Meristic description of the Dnieper and Pripjat rivers sections goldfish populations

При- знак	lim		Mo	P Mo, %	M±m	σ	μ±S _μ	h±S _h
	min	max						
р. Днепр, Быховский р-н (n=56)								
D	3	5	4	73,21	4,09±0,07	0,51	1,35±0,12	0,32±0,06
d	16	19	17	53,57	17,22±0,09	0,69	3,47±0,17	0,13±0,04
A	3	3	3	100,00	3,00±0,00	0,00	1,00±0,00	0,00±0,00
a	5	5	5	100,00	5,00±0,00	0,00	1,25±0,12	0,37±0,06
P	16	20	17	42,86	17,33±0,13	0,96	3,93±0,26	0,21±0,05
V	8	9	9	94,64	8,94±0,03	0,23	1,98±0,18	0,34±0,06
C	19	20	19	98,21	19,02±0,02	0,13	1,76±0,19	0,41±0,06
LL	30	32	31	64,29	30,71±0,07	0,53	3,32±0,19	0,17±0,05
LL↑	7	8	7	92,86	7,07±0,03	0,26	1,63±0,10	0,18±0,05
LL↓	6	7	6	75,00	6,24±0,06	0,44	1,95±0,04	0,03±0,02
GR	42	49	46	35,71	45,65±0,22	1,63	8,07±0,35	0,10±0,04
vert	30	31	30	62,50	30,37±0,07	0,49	2,70±0,11	0,10±0,04
р. Днепр, Брагинский р-н (n=69)								
D	3	5	4	92,75	4,01±0,03	0,27	1,80±0,18	0,40±0,06
d	15	19	17	49,28	16,95±0,10	0,80	3,82±0,26	0,24±0,05
A	3	3	3	100,00	3,00±0,00	0,00	1,00±0,00	0,00±0,00
a	3	6	5	95,65	4,99±0,04	0,30	1,61±0,18	0,46±0,06
P	16	19	17	53,62	16,83±0,08	0,70	3,16±0,20	0,21±0,05
V	8	9	9	79,71	8,79±0,05	0,41	1,80±0,07	0,10±0,04
C	17	19	19	98,55	18,97±0,03	0,24	1,24±0,12	0,38±0,06
LL	29	32	31	52,17	30,61±0,09	0,75	3,43±0,17	0,14±0,04
LL↑	6	8	7	86,96	7,01±0,04	0,36	2,08±0,17	0,31±0,06
LL↓	6	7	6	92,75	6,07±0,03	0,26	1,52±0,10	0,24±0,05
GR	42	50	46	36,23	46,09±0,19	1,59	7,33±0,42	0,19±0,05
vert	30	31	30	60,87	30,39±0,06	0,49	1,98±0,03	0,01±0,01



Окончание табл. 2

При- знак	lim		Mo	P Mo, %	M±m	σ	μ±S _μ	h±S _h
	min	max						
р. Припять, Мозырский р-н (n=83)								
D	3	5	4	81,93	4,14±0,04	0,40	2,03±0,15	0,32±0,05
d	16	18	17	54,22	16,89±0,07	0,67	2,85±0,07	0,05±0,02
A	3	3	3	100,00	3,00±0,00	0,00	1,00±0,00	0,00±0,00
a	5	6	5	98,80	5,01±0,01	0,11	1,22±0,11	0,39±0,05
P	15	20	18	43,37	17,43±0,10	0,94	4,49±0,29	0,25±0,05
V	7	10	9	83,13	8,93±0,05	0,45	2,49±0,21	0,38±0,05
C	18	20	19	90,36	18,99±0,03	0,31	1,93±0,16	0,36±0,05
LL	29	32	31	68,67	30,86±0,06	0,58	2,90±0,20	0,28±0,05
LL↑	7	8	7	84,34	7,15±0,04	0,37	1,73±0,08	0,14±0,04
LL↓	6	7	6	53,01	6,45±0,06	0,50	2,00±0,01	0,00±0,00
GR	42	57	50	22,89	49,38±0,25	2,25	9,50±0,54	0,21±0,04
vert	30	31	31	50,60	30,50±0,06	0,50	2,00±0,00	0,00±0,00

Примечание. lim — пределы изменчивости признака; min — минимальное значение признака; max — максимальное значение признака; Mo — модальное значение признака; P Mo — частота встречаемости модального значения признака; M±m — среднее значение признака и его погрешность; σ — стандартное отклонение.

Статистический анализ изменчивости меристических признаков показывает существование достоверных различий между выборками по 5 из 12 исследованных признаков: d, P, LL↑, LL↓ и GR (табл. 3). При этом популяции из разных участков р. Днепр достоверно отличаются между собой лишь по P. Популяция исследованного участка р. Припять отличается от популяций верхнего (Быховский р-н) и нижнего (Брагинский р-н) исследованных участков Днепра по 3 (d, LL↓, GR) и 4 (P, LL↑, LL↓, GR) признакам соответственно. Один признак (A) является мономорфным, среди полиморфных признаков наименьшие различия демонстрируют C и a.

Сравнение фенотипов популяций по Животовскому также показывает значительное сходство популяций, населяющих р. Днепр, между собой ($r_{\text{среднее}} = 0,970$). Популяция, населяющая исследованный участок р. Припять, демонстрирует несколько более высокую степень отличий от днепровских популяций ($r_{\text{среднее}} = 0,934$ с участком Быховского р-на и $0,915$ с участком Брагинского р-на). Наибольшие отличия данной популяции наблюдаются в GR ($r = 0,422$ и $0,405$), в то время как для днепровских популяций по данному признаку $r = 0,928$.



Таблица 3. Сравнительный анализ меристических признаков популяций карася серебряного участков рек Днепр и Припять

Table 3. Comparison of the Dnieper and Pripyat rivers sections goldfish populations meristic traits

Признак	Р _{общ}	Попарное сравнение выборок (водоток, район)					
		Днепр, Быховский – Днепр, Брагинский		Днепр, Быховский – Припять, Мозырский		Днепр, Брагинский – Припять, Мозырский	
		р	г	р	г	р	г
D	0,079	0,301	0,962	0,906	0,986	0,088	0,976
d	0,028	0,135	0,972	0,043	0,966	0,848	0,977
A	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
a	0,899	1,000	0,978	0,936	0,994	0,922	0,991
P	<0,01	0,005	0,944	0,815	0,976	<0,01	0,921
V	0,040	0,102	0,973	0,992	0,959	0,077	0,954
C	0,570	0,585	0,984	0,925	0,971	0,776	0,944
LL	0,056	0,724	0,955	0,402	0,980	0,059	0,975
LL↑	0,036	0,649	0,971	0,380	0,991	0,037	0,963
LL↓	<0,01	0,063	0,969	<0,01	0,973	0,015	0,886
GR	0,000	0,438	0,928	<0,01	0,422	<0,01	0,405
vert	0,219	0,983	1,000	0,341	0,991	0,362	0,993

Примечание. г — показатель сходства популяций; р — значение р-критерия значимости.

Вследствие активного расселения карася серебряного в ходе рыбохозяйственной деятельности затруднительно делать выводы о причинах сходства или различия популяций по меристическим признакам. Сходство популяций может свидетельствовать как об существующем между данными популяциями потоке генов, обусловленном протяжёнными нерестовыми миграциями карася, так и общностью происхождения посадочного материала. Для установления причин наблюдаемых различий требуются генетические (филогеографические) исследования популяций серебряного карася в комплексе с анализом статистики зарыбления им водных объектов, что не входило в задачи данной работы.

Выводы. Научастках рек Днепр (Быховский и Брагинский р-ны) и Припять (Мозырский район) обитают обоеполые амфимиктические популяции карася серебряного. Популяция карася серебряного р. Днепр (Быховский р-н) характеризуется численным преобладанием самцов (1♀:1,18♂). В популяциях из р. Припять и р. Днепр (Брагинский р-н) наблюдается преобладание самок (1,23♀:1♂ и 1,30♀:1♂ соответственно).



Причиной различия половой структуры популяций могут являться отличающиеся условия обитания и воспроизводства карася на исследованных участках водотоков.

Меристические характеристики популяций характерны для карася серебряного водных объектов Беларуси. Выявлены достоверные меж-популяционные различия по 5 меристическим признакам. Популяция участка р. Припять отличается от популяций верхнего (Быховский р-н) и нижнего (Брагинский р-н) участков Днепра по 3 (d, LL↓, GR) и 4 (P, LL↑, LL↓, GR) признакам соответственно. Днепровские популяции достоверно различаются лишь по Р. Фенофонды днепровских популяций также сильно схожи между собой ($r = 0,970$), популяция р. Припять демонстрирует некоторые отличия от них обеих ($r = 0,934$ и $0,915$).

Список использованных источников

1. Полетаев, А. С. Натурализация карася серебряного (*Carassius auratus* s. lato) на территории Беларуси / А. С. Полетаев, В. К. Ризевский // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству, Ин-т рыб. хоз-ва. — Минск, 2019. — Вып. 35. — С. 146–157.
2. Абраменко, М. И. Закономерности функционирования популяций однополо-двуполого комплекса серебряного карася (*Carassius auratus gibelio*) Азовского бассейна : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.10 / М. И. Абраменко ; Астрах. гос. техн. ун-т. — Астрахань, 2008. — 49 с.
3. Подушка, С. Б. О причинах вспышки численности серебряного карася / С. Б. Подушка // Науч.-техн. бюл. лаб. ихтиологии ИНЭНКО. — 2004. — № 8. — С. 5–15.
4. Полетаев, А. С. К вопросу об экологии нереста карася серебряного (*Carassius auratus* s. lato) в условиях Беларуси / А. С. Полетаев // Актуальные проблемы охраны животного мира в Беларуси и сопредельных регионах : материалы II Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 11–14 окт. 2022 г. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по биоресурсам ; редкол.: А. В. Кулак [и др.]. — Минск, 2022. — С. 354–359.
5. Лещенко, А. В. Результаты мониторинговых исследований промысловых уловов рыбы на реке Припять в 2011–2015 гг. / А. В. Лещенко, В. К. Ризевский, И. А. Ермолаева // Природнае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця : зб. навук. пр. / Нац. акад. навук Беларусі, Палес. аграр.-экал. ін-т. — Мінск, 2016. — Вып. 9. — С. 112–116.
6. Лещенко, А. В. Динамика видовой структуры промысловых уловов на пунктах мониторинга (реки Днепр и Припять) / А. В. Лещенко, В. К. Ризевский, И. А. Ермолаева // Актуальные проблемы охраны животного мира в Беларуси и сопредельных регионах : материалы I Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 15–18 окт. 2018 г. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ.



- центр НАН Беларуси по биоресурсам ; редкол.: А. В. Кулак [и др.]. — Минск, 2018. — С. 240–245.
7. Towards the conservation of crucian carp *Carassius carassius*: understanding the extent and causes of decline within part of its native English range / C. D. Sayer [et al.] // J. of Fish Biology. — 2011. — Vol. 79, № 6. — P. 1608–1624. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2011.03059.x>
 8. Peculiarities of population structure and hybridization of the genus *Carassius* (Cypriniformes, Cyprinidae) in Polyssia (Northern Ukraine) / S. V. Mezhzherin [et al.] // Vestnik Zoologii. — 2017. — Vol. 51, № 2. — P. 167–174. <https://doi.org/10.1515/vzoo-2017-0023>
 9. Абраменко, М. И. Вытеснение серебряным карасем *Carassius auratus gibelio* близкородственных видов рыб в Азовском бассейне как следствие процесса трансформации генетической структуры его популяции / М. И. Абраменко // Естественные и инвазийные процессы формирования биоразнообразия водных и наземных экосистем : тез. докл. Междунар. науч. конф., Ростов-на-Дону, 5–8 июня 2007 г. / Рос. акад. наук, Юж. науч. центр, Мурм. мор. биол. ин-т КНЦ РАН ; редкол.: Г. Г. Матишов [и др.]. — Ростов н/Д, 2007. — С. 11–12.
 10. Molecular identification of hybrids of the invasive gibel carp *Carassius auratus gibelio* and crucian carp *Carassius carassius* in Swedish waters / J. Wouters [et al.] // J. of Fish Biology. — 2012. — Vol. 80, № 7. — P. 2595–2604. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2012.03312.x>
 11. Morphologically indistinguishable hybrid *Carassius* female with 156 chromosomes: a threat for the threatened crucian carp, *C. carassius*, L / M. Knytl [et al.] // PLoS ONE. — 2018. — Vol. 13, № 1. — P. e0190924. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190924>
 12. Ризевский, В. К. О вытеснении аборигенного караса золотого интродуцированным карасем серебряным / В. К. Ризевский, А. В. Зубей, И. А. Ермалова // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству. — Минск, 2013. — Вып. 29. — С. 263–274.
 13. Жуков, П. И. Справочник по экологии пресноводных рыб / П. И. Жуков. — Минск : Наука и техника, 1988. — 310 с.
 14. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И. Ф. Правдин ; под ред. П. А. Дрягина, В. В. Покровского. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Пищевая пром-сть, 1966. — 376 с.
 15. Яблоков, А. В. Введение в фенетику популяций. Новый подход к изучению природных популяций : учеб. пособие / А. В. Яблоков, Н. И. Ларина. — М. : Высш. шк., 1985. — 159 с.
 16. Животовский, Л. А. Показатели популяционной изменчивости по полиморфным признакам / Л. А. Животовский // Фенетика популяций : [сб. ст.] / Акад. наук СССР, Ин-т биологии развития ; отв. ред. А. В. Яблоков. — М., 1982. — С. 38–44.
 17. Геодакян, В. А. Роль полов в передаче и преобразовании генетической информации / В. А. Геодакян // Проблемы передачи информ. — 1965. — Т. 1, вып. 1. — С. 105–112.



18. Жуков, П. И. Рыбы Белоруссии / П. И. Жуков. — Минск : Наука и техника, 1965. — 415 с.

Reference

1. Poletaev A. S., Rizevsky V. K. The goldfish (*Carassius auratus s. lato*) establishment in Belarus. *Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sbornik nauchnykh trudov* = Belarus fish industry problems: collection of scientific papers. Minsk, 2019, iss. 32, pp. 146–157 (in Russian).
2. Abramenko M. I. Regularities of the goldfish (*Carassius auratus gibelio*) unisexual and bisexual complex population functioning in Azov basin. Abstract of Ph.D. diss. Astrakhan, 2008. 49 p. (in Russian).
3. Podushka S. B. On the goldfish outbreak causes. *Nauchno-tehnicheskii byulleten' laboratorii ikhtiologii INENKO* [Science and Technical Bulletin of INENCO Laboratory of Ichthyology], 2004, no. 8, pp. 5–15 (in Russian).
4. Poletaev A. S. On the question of the goldfish (*Carassius auratus s. lato*) spawning ecology in Belarus. *Aktual'nye problemy okhrany zhivotnogo mira v Belarusi i soprodel'nykh regionakh* : materialy II Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Minsk, 11–14 oktyabrya 2022 g. [Current challenges in Belarus and adjacent regions wildlife protection: proceedings of the II International Scientific and Practical Conference, Minsk, October 11–14, 2022]. Minsk, 2022, pp. 354–359 (in Russian).
5. Leshchenko A. V., Rizevskii V. K., Ermolaeva I. A. Results of fish commercial landings monitoring on the Pripyat river in 2011–2015. *Pryrodnae asyaroedze Palessya: asablivastsy i perspektyvy razvitsiya: zbornik navukovykh prats* [Environment of Polesie: specifics and development prospects: collection of scientific papers]. Minsk, 2016, iss. 9, pp. 112–116 (in Russian).
6. Leshchenko A. V., Rizevskii V. K., Ermolaeva I. A. Dynamics of species composition in commercial landings on the points of monitoring (Dnieper and Pripyat rivers). *Aktual'nye problemy okhrany zhivotnogo mira v Belarusi i soprodel'nykh regionakh: materialy I Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*, Minsk, 15–18 oktyabrya. 2018 g. [Current challenges in Belarus and adjacent regions wildlife protection: proceedings of the I International scientific and practical conference, Minsk, October 15–18, 2018]. Minsk, 2018, pp. 240–245 (in Russian).
7. Sayer C. D., Copp G. H., Emson D., Godard M. J., Zięba G., Wesley K. J. Towards the conservation of crucian carp *Carassius carassius*: understanding the extent and causes of decline within part of its native English range. *Journal of Fish Biology*, 2011, vol. 79, no. 6, pp. 1608–1624. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2011.03059.x>
8. Mezhzherin S. V., Kokodiy S. V., Pukhtaevitch P. P., Kulish A. V. Peculiarities of Population Structure and Hybridization of the Genus *Carassius* (Cypriniformes, Cyprinidae) in Polissia (Northern Ukraine). *Vestnik Zoologii*, 2017, vol. 51, no. 2, pp. 167–174. <https://doi.org/10.1515/vzoo-2017-0023>
9. Abramenko M. I. Replacement of close-related fish species by goldfish *Carassius auratus gibelio* in Azov basin as the result of its population genetic structure transformation process. *Estestvennye i invazyi nye protsessy formirovaniya*



- bioraznoobraziya vodnykh i nazemnykh ekosistem: tezisy dokladov Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii, Rostov-na-Donu, 5–8 iyunya 2007 g. = Natural and invasive processes of biovariety of water and ground ecosystems formation: abstracts of the International scientific conference, Rostov-on-Don, June 5–8, 2007. Rostov-on-Don, 2007, pp. 11–12 (in Russian).
10. Wouters J., Janson K., Luskov K., Olsyn K.H. Molecular identification of hybrids of the invasive gibel carp *Carassius auratus gibelio* and crucian carp *Carassius carassius* in Swedish waters. *Journal of Fish Biology*, 2012, vol. 80, no. 7, pp. 2595–2604. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2012.03312.x>
 11. Knytl M., Kalous L., Rylkov K., Choleva L., Merild J, R6b P. Morphologically indistinguishable hybrid *Carassius* female with 156 chromosomes: a threat for the threatened crucian carp, *C. carassius*, L. *PLOS ONE*, 2018, vol. 13, no. 1, p. e0190924. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190924>
 12. Rizevskii V. K., Zubei A. V., Ermolaeva I. A. On displacement of indigenous crucian carp by introduced goldfish. *Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sbornik nauchnykh trudov* = Belarus fish industry problems: collection of scientific papers. Minsk, 2013, iss. 29, pp. 263–274 (in Russian).
 13. Zhukov P. I. Handbook of the freshwater fishes ecology. Minsk, Nauka i tekhnika Publ., 1988. 310 p. (in Russian).
 14. Pravdin I. F. A guide for fish (mostly freshwater) research. 4th ed. Moscow, Pishchevaya promyshlennost' Publ., 1966. 376 p. (in Russian).
 15. Yablokov A. V., Larina N. I. An introduction to population phonetics. A new approach to natural populations research. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1985. 159 p. (in Russian).
 16. Zhivotovskii L. A. Indexes of population diversity by the polymorphic traits. *Fenetika populyatsii: sbornik statei* [Phenetics of populations: collection of articles]. Moscow, 1982, pp. 38–44 (in Russian).
 17. Geodakyan V. A. Role of sexes in the genetic information transmission and modification. *Problemy peredachi informatsii* = Problems of Information Transmission, 1965, vol. 1, iss. 1, pp. 105–112 (in Russian).
 18. Zhukov P. I. Fishes of Belarus. Minsk, Nauka i tekhnika Publ., 1965. 415 p. (in Russian).

Сведения об авторах

Полетаев Алексей Сергеевич — младший научный сотрудник, Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», ул. Академическая, 27, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: viroxyan@gmail.com

Information about the authors

Poletaev Alexei — junior researcher, State Research and Production Association “Scientific and practical center of the National academy of sciences of Belarus for bioresources” (220072, Minsk, Akademicheskaya Str, 27, Republic of Belarus). E-mail: viroxyan@gmail.com

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЫБОВОДСТВА



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

РУП «Институт рыбного хозяйства»

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по животноводству», Минск, Беларусь*

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВОЙ ФЕРМЕНТНОЙ ДОБАВКИ В КОМБИКОРМАХ ДЛЯ КАРПА

Аннотация: В статье рассмотрены результаты использования новой ферментной добавки в составе комбикормов при выращивании сеголетков карпа в рыбоводных прудах. Изучался гидрохимический режим прудов, уровень развития естественной кормовой базы (зоопланктон, зообентос) на протяжении вегетационного сезона. Было установлено, что контролируемые гидрохимические показатели не выходили за рамки технологических норм. Пруды по развитию естественной кормовой базы характеризовались низкой продуктивностью. Основная масса рыбопродукции в прудах формировалась за счет использования искусственных комбикормов. Результаты выращивания рыбы показали, что использование новой ферментной добавки Фекорд-Аква в составе гранулированных комбикормов увеличивает среднештучную массу сеголетков на 23,0 %, рыбопродуктивность на 4,4 % и снижает удельные затраты корма на 23,4 % на прирост рыбы. Использование Фекорд Аква в составе экструдированных комбикормов, увеличивает среднештучную массу сеголетков на 6,8 %, выживаемость на 6,9 %, рыбопродуктивность на 14,9 % и снижает удельные затраты корма на 25,5 %. В мышцах сеголетков опытных групп отложено больше сухого вещества на 2,3–9,9 %, увеличено содержание сырого протеина на 2,5–6,9 %, сырого жира на 1,9–22,2 %, чем в мышцах сеголетков контрольной группы. Таким образом, использование нового ферментного препарата позволяет улучшать белковый, липидный, минеральный обмен, переваримость корма и вырастить физиологически подготовленного к зимовке сеголетка.

Ключевые слова: гидрохимический режим, кормовая база, зоопланктон, зообентос, комбикорм, карп, кормовой коэффициент



U. Aheyets, J. Koshak, N. Hadlevskaya, A. Hrynko, N. Zenovich, E. Rybkina

RUE "Fish Industry Institute" of the RUE "Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry", Minsk, Belarus

EFFICIENCY OF THE NEW ENZYME ADDITIVE IN CARP MIXED FEEDS

Abstract: The results of using the new enzyme additive in the composition of mixed feeds for growing one-year carp in fish ponds are considered in the article. The hydrochemical regime of the fish ponds, development of the natural feed base (zooplankton, zoobenthos) were studied during the season. It was found that the hydrochemical parameters did not exceed the limits of technological norms. Ponds were characterized by the natural feed base' low productivity. The bulk of fish products in the ponds was made using artificial mixed feeds. The results of fish cultivation showed that the use of the new enzyme additive Fekord-Aqua in the composition of granular mixed feeds increases the average one-year piece weight by 23.0 %, fish productivity by 4.4 % and reduces feed costs by 23.4 % for fish growth. The use of Fekord Aqua in extruded mixed feeds increases the average one-year piece weight by 6.8 %, survival rate by 6.9 %, fish productivity by 14.9 % and reduces feed costs by 25.5 %. The muscles of one-year pieces experimental groups accumulated more dry matter by 2.3–9.9 %, the content of raw protein was increased by 2.5–6.9 %, raw fat by 1.9–22.2 % than in the muscles of one-year pieces control group. Thus, a new enzyme substance using makes it possible to improve protein, lipid, mineral metabolism, digestibility of feed as well as growing a one-year piece, physiologically ready for wintering.

Keywords: hydrochemical regime, feed base, zooplankton, zoobenthos, compound feed, carp, feed coefficient

Введение. Удовлетворение населения продуктами питания, в особенности белком животного происхождения, является неотъемлемой частью продовольственной программы республики. Более 80 % всей производимой в республике рыбы приходится на прудовое рыбное хозяйство. Рыбоводство в рыбхозах Беларуси базируется в основном на выращивании карпа, в структуре себестоимости которого около 50 % составляют корма. Снизить затраты на корма можно двумя путями: либо их удешевить, либо повысить усвояемость и таким образом снизить удельные затраты корма на прирост. Удешевить корма в нынешних условиях при постоянном росте цен на комбикормовое сырье проблематично. Повысить усвояемость используемых кормов можно за счет использования в составе корма экзогенных ферментов. Они помогают



нейтрализовать антипитательные вещества и подвергают гидролизу многие другие сложные органические вещества, содержащиеся в используемых кормах. С их помощью можно повысить усвояемость питательных веществ используемого комбикорма и, соответственно, снизить удельные затраты его на прирост.

По своей природе карп в естественных условиях питается зоопланктоном и зообентосом, а используемые гранулированные корма содержат около 90 % сырье растительного происхождения. В настоящее время в животноводстве для улучшения гидролиза растительного сырья комбикормов используются экзогенные ферменты.

В настоящее время на рынке появляются новые ферментные препараты, содержащие мультиэнзимные композиции и обладающие более высокой ферментативной активностью по сравнению с ранее выпускаемыми. На основе кормовой добавки Фекорд-2012-С- (группа 2) с уникальным комплексом ферментов грибного и бактериального происхождения, с широким диапазоном действия pH и способным выдерживать в процессе грануляции температуру до 90 °С разработана компанией ООО «Фекорд» новая кормовая добавка Фекорд Аква для рыб. Используемая комплексная кормовая добавка Фекорд Аква содержит: ксиланазу, целлюлазу, β -глюканиду, фитазу, α -амилазу, протеазу. Эта добавка позволяет лучше усваивать рыбе растительное сырье. В этой связи целью исследований являлось установление эффективности использования кормовой добавки в условиях рыбоводных прудов.

Материалы и методы исследований. Материалом исследований служили комбикорма, вода, сеголеток карпа. Анализ кормов проводили по ГОСТ 13496.4-93, ГОСТ 13496.15-97, ГОСТ 13496.2-91.

Испытания комбикормов проводились в производственных условиях на сеголетках карпа в рыбоводных прудах селекционно-племенного участка (СПУ) «Изобелино», Молодечненский р-н, Минская область. Опытной базой использования опытных комбикормов с вводом нового мультиэнзимного комплекса Фекорд Аква служили малые нагульные пруды. Малые нагульные пруды были зарыблены 3-х суточной личинкой карпа от заводского способа воспроизводства. Плотность зарыбления в опытных и контрольных прудах была одинаковой 25,0 тыс. экз./га. В опытных прудах сеголетка кормили опытными комбикормами. Гранулированный комбикорм использовался в малом нагульном пруду № 1 (МН-1) и экструдированный - в малом нагульном № 2 (МН-2) с вводом нового мультиэнзимного комплекса Фекорд



Аква. В контрольном малом нагульном пруду № 3 (МН-3) гранулированным без фермента. Кормление рыбы осуществлялось вручную, на кормовые места, два раза в сутки по нормам кормления.

Для расчета естественной рыбопродуктивности прудов воспользовались методом предложенным И.В. Морузи [1].

Результаты исследований. Для проведения испытаний комбикормов с вводом нового мультиэнзимного комплекса Фекорд Аква на опытной линии были выработаны опытные партии комбикормов. По содержанию основных питательных веществ выработанные партии комбикормов соответствовали нормативным показателям для кормления сеголетков. Содержание сырого протеина в комбикормах было не ниже 26,0 %, сырого жира 3,0–5,0 %, содержание сырой клетчатки не выше 6,0 %. Содержание сырого жира максимальным было в экструдированном комбикорме и достигало 11,56 %.

Гидрохимический режим в опытных и контрольных прудах не выходил за рамки технологических норм. Содержание растворенного в воде кислорода в течение трехлетних месяцев находилось в пределах 4,8–7,2 мг/л, содержание углекислоты от 4,7 до 8,3 мг/л, pH воды — 7,8–8,3, агрессивная окисляемость воды не превышала 28,8 %. В отдельные дни в прудах, в первой и второй декаде августа отмечалось снижение растворенного в воде кислорода в предутренние часы до 3,5 мг/л. Содержание аммонийного азота в воде колебалось от 0,17 до 1,16 мгN/л, нитратного азота — от 0,012 до 0,215 мгN/л, нитритов в пределах 0,021–0,014 мгN/л. Минеральный фосфор в воде присутствовал в количестве менее 0,01 мгP/л. Температурный режим в период выращивания был оптимальным с колебанием температуры воды в прудах в июне от 12,2 °C до 17,4 °C, в июле от 20,2 °C до 23,4 °C, в августе от 18,6 °C до 21,2 °C. Пруды отличались высокой зарастаемостью макрофитами более 95 % площади ложа пруда, высокой прозрачностью воды до 85 см и низким развитием фитопланктона.

Планктонное сообщество прудов формировалось за счет веслоногих и мелких зарослевых форм ветвистоусых рачков, доля коловраток была незначительной. В среднем за сезон концентрация зоопланктона в опытных прудах находилась в пределах 4,22–4,18 мг/л, в контрольном 6,87 мг/л, что на 38,7 % выше, чем в опытных. Основу численности и биомассы в опытных и контрольных прудах создавали веслоногие рачки, составляя в среднем 86,7 %. Донное сообщество было представлено личинками хирономид. Максимальные значения численности



и биомассы бентоса отмечены в июне месяце. При этом численность бентосных организмов находилась в пределах от 250 экз./м² до 275 экз./м² при биомассе 1,50 г/м². К концу вегетационного сезона численность зообентоса снизилась до 25 экз./м² при биомассе 0,3 г/м². Низкие значения бентоса во второй половине вегетационного сезона связаны с элиминацией бентосных организмов подросшим карпом.

Таким образом, можно отметить, что уровень развития естественной кормовой базы (зоопланктон, зообентос) опытных и контрольного прудов был низким. Больших различий между ними не отмечалось, поэтому основной прирост сеголетков карпа шел за счет использования искусственных кормов.

Рыбохозяйственный анализ результатов испытаний опытных комбикормов гранулированных с включением новой ферментной кормовой добавкой «Фекорд-Аква» на сеголетках карпа показал, что среднештучная масса опытного сеголетка с использованием гранулированного комбикорма была на 7,4 г больше, чем в контроле, поскольку выход с нагула оказался меньше в опыте в 1,2 раза, составив 26,4 %, против 31,2 % в контроле. Так в опыте среднештучная масса сеголетков составила 39,5 г, в то время как в контроле 32,1 г (табл. 1). Общая рыбопродуктивность в опытном пруду была больше на 11,05 кг/га чем в контроле и составила 261,05 кг/га, в то же время в контроле она составила 250,00 кг/га. Рассчитали продукцию, полученную за счет естественной кормовой базы и искусственных кормов. Как оказалось кормовые затраты за сезон составили 2,71 ед., а с учетом естественных кормов кормовой коэффициент комбикорма с вводом ферментной добавки «Фекорд-Аква» составил 3,6 ед. на килограмм прироста сеголетка, что на 23,4 % меньше, чем в контроле.

Анализ испытаний экструдированного комбикорма с вводом ферментной кормовой добавки «Фекорд-Аква» показал, что среднештучная масса опытных сеголетков была на 6,8 % больше, чем масса контрольных сеголетков. Выход из нагула составил 33,5 %, что выше, чем в контроле на 6,9 %. Рыбопродуктивность в опытном пруду была на 37,34 кг/га больше, чем в контрольном варианте. Кормовые затраты также были ниже в опыте, чем в контроле 2,75 ед. против 2,97 ед. С учетом естественных кормов кормовой коэффициент экструдированного комбикорма с вводом ферментной добавки «Фекорд-Аква» составил 3,5 ед. на килограмм прироста сеголетка, что на 25,5 % меньше, чем в контроле.



Таблица 1. Результаты выращивания сеголетков карпа на опытном комбикорме
Table 1. The results of one-year carp cultivation on experimental mixed feed

Категория и номер пруда	Площадь пруда, га	Посажено		Выведено			Выход, %		Рыбопродуктивность, кг/га			Всего затрачено комбикормов, кг	Кормовые затраты, ед.	Кормовой коэффициент, ед.
		количество, экз.	плотность посадки, тыс. экз./га	количество, экз.	общая масса, кг	средняя масса, г			за счет естественных кормов	за счет комбикормов	общая			
Малый нагульный опытный № 1	0,19	4750	25,0	1255	49,6	39,5	26,4		63,49	197,56	261,05	134	2,71	3,6
Малый нагульный опытный № 2	0,19	4750	25,0	1592	54,6	34,3	33,5		62,77	224,57	287,34	150	2,75	3,5
Малый нагульный контрольный № 3	0,17	4250	25,0	1325	42,5	32,1	31,2		92,39	157,61	250,00	126	2,97	4,7



Таблица 2. Биохимические показатели мышц сеголетков карпа
Table 2. Biochemical parameters of carp muscles

Наименование показателей	Опытная группа, гранулированный	Опытная группа, экструдированный	Контрольная группа	Норматив
Коэффициент упитанности по Фульгону	3,50±0,05	3,46±0,02	3,45±0,07	2,4-3,5
Содержание влаги, %±Sx	77,95±1,41	76,07±0,64	78,45±0,52	75,0-76,0
Содержание сухого вещества, %±Sx	22,05±1,41	23,93±0,64	21,55±0,08	24,0-25,0
Содержание сырого протеина в сыром веществе, %±Sx	15,14±0,96	15,86±0,38	14,76±0,04	14,9-17,0
Содержание сырого жира в сыром веществе, %±Sx	5,07±0,10	6,39±0,04	4,97±0,12	4,0-6,0
Содержание сырой золы в сыром веществе, %±Sx	1,85±0,05	1,68±0,06	1,98±0,06	2,0-3,1

Примечание. ± Sx — ошибка средней

В конце вегетационного сезона была проведена оценка физиологического состояния выращенного сеголетка на опытных комбикормах. В первую очередь в теле определялось содержание влаги, белка, жира и золы. Показатели содержания белка, жира и золы в мышцах у опытных и контрольных сеголетков были близкими, что отражено в табл. 2. В мышцах у всех сеголетков к концу сезона увеличивается содержание белка и жира. Использование гранулированного комбикорма с ферментативным комплексом Фекорд Аква, позволяет увеличить в мышцах опытного сеголетка по сравнению с контролем сухого вещества на 2,3 %, протеина на 2,5 %, жира на 1,9 %. Использование экструдированного комбикорма с этим же ферментом увеличивает по сравнению с контролем в мышцах опытного сеголетка сухого вещества на 9,9 %, протеина на 6,9 %, жира на 22,2 %. Таким образом, косвенно это сви-



детельствует о том, что использование нового ферментативного комплекса Фекорд Аква позволяет улучшать белковый, липидный, минеральный обмен и переваримость корма. Следует также отметить, что использование опытных комбикормов с включением нового ферментативного комплекса обеспечивает накопление необходимого количества белка, жира, золы и сухого вещества в теле выращиваемого сеголетка для прохождения успешной зимовки, потому что все показатели укладываются в пределы нормативных значений для сеголетков карпа осеннего периода.

Выводы. Использование нового отечественного ферментативного комплекса Фекорд Аква в составе комбикормов при выращивании карпа в прудах показало:

- ♦ Что условия выращивания по контролируемым гидрохимическим показателям не выходили за рамки технологических норм при выращивании карпа в летних прудах. Пруды по развитию естественной кормовой базы характеризуются низкой продуктивностью, поэтому основная масса рыбопродукции в прудах формировалась за счет использования искусственных комбикормов. Результаты выращивания рыбы на опытных кормах показали, что использование новой ферментной добавки Фекорд-Аква в составе гранулированных комбикормов увеличивает среднештучную массу сеголетков на 23,0 %, рыбопродуктивность на 4,4 % и снижает удельные затраты корма на 23,4 % на прирост рыбы. Использование ферментной добавки в составе экструдированных комбикормов увеличивает среднештучную массу сеголетков на 6,8 %, выживаемость увеличивает на 6,9 %, рыбопродуктивность на 14,9 % и снижает на прирост рыбы удельные затраты корма на 25,5 %.
- ♦ Биохимическими исследованиями установлено, что в мышцах сеголетков групп, выращенных на опытных комбикормах больше сухого вещества на 2,3–9,9 %, содержание сырого протеина на 2,5–6,9 %, сырого жира на 1,9–22,2 %, чем в мышцах сеголетков контрольной группы. Все биохимические показатели у опытных и контрольных сеголетков соответствуют нормам для сеголетков карпа осеннего периода. Полученные результаты исследований свидетельствуют о том, что использование нового ферментативного комплекса позволяет улучшать белковый, липидный, минеральный обмен, переваримость корма и вырастить физиологически подготовленного к зимовке сеголетка.



Список использованных источников

1. Морузи, И. В. Определение величины естественной рыбопродуктивности прудов / И. В. Морузи, Е. В. Пищенко, П. В. Белоусов // Рыбоводство и рыб. хоз-во. — 2016. — № 2. — С. 50–52.

Reference

1. Moruzi I. V., Pishchenko E. V., Belousov P. V. Idefinition of magnitude natural fish productivity ponds. *Rybovodstvo i rybnoe khozyaistvo = Fish Breeding and Fisheries*, 2016, no. 2, pp. 50–52 (in Russian).

Сведения об авторах

Агеец Владимир Юльянович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Кошак Жанна Викторовна — кандидат технических наук, доцент, заведующий лабораторией кормов, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: Koshak.zn@Gmail.com

Гадлевская Наталья Николаевна — кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории кормов, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Гринько Анна Николаевна — научный сотрудник лаборатории кормов, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: annarusina80@gmail.com

Зенович Наталья Викторовна — научный сотрудник лаборатории кормов, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: nata.zenovich@mail.ru

Рыбкина Евгения Евгеньевна — младший научный сотрудник лаборатории кормов, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: evgesha.rybkina.97@mail.ru

Information about the authors

Aheyets Uladzimir — D.Sc. (Agriculture), Professor, director, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by



- Koshak Zhanna* — Ph.D. (Engineering), Associate Professor, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: Koshak.zn@gmail.com
- Gadlevskaya Natalya* — Ph.D. (Biological), Leading researcher of the Feed Laboratory, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by
- Hrynko Anna* — Researcher, Feed Laboratory, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: annarusina80@gmail.com
- Zenovich Natalia* — Researcher, Feed Laboratory, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: nata.zenovich@mail.ru
- Rybkina Evgeniya* — Junior Researcher, Feed Laboratory, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: evgesha.rybkina.97@mail.ru



С.Н. Пантелей, В.Д. Сенникова, М.Н. Исаенко, М.И. Агеенко

*РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр
Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Минск, Беларусь*

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ МАЛЫХ РЫБОВОДНЫХ ПРУДОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ, ВИДОВЫХ И ВОЗРАСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ФОРМИРУЕМОЙ В НИХ ИХТИОФАУНЫ

Аннотация: В статье приведен анализ материалов, полученных в ходе исследований гидробиоценозов малых прудов СПУ «Изобелино» (Молдечненский район Минской области, 2 зона рыбоводства), зарыбляемых в различном, зависящем от используемой схемы эксперимента, соотношении карповыми рыбами, в частности, личинками белого амура в монокультуре при плотности от 25 до 100 тыс. экз/га, личинками черного амура при плотности 20 тыс. экз/га., годовиками язя в монокультуре при плотности 6500 экз/га и в поликультуре с карпом, белым амуром, пестрым толстолобиком и европейским сомом. В соответствии с характером формируемых ихтиоценозов применялись разные схемы кормления. В ходе исследований установлено, что количественные и таксономические характеристики сообществ фито- и зоопланктона в значительной степени зависят от структуры и количественных характеристик сформированной в прудах ихтиофауны. Более высокие количественные показатели развития сообщества зоопланктона наблюдаются в условиях распределения потоков вещества и энергии по детритной цепи, в прудах, населённых поликультурой рыб, более интенсивно вовлекающих органическое вещество прудов в цепи питания, здесь закономерны более высокие темпы минерализации органического вещества и, соответственно, возврата углерода и биогенов в круговорот веществ в системе. Низкие плотности посадки белого амура закономерно оказывают существенно меньший прессинг на сообщества зоопланктона по сравнению с вариантами с более высокими плотностями посадки, поэтому достигается более высокая биомасса и продукция зоопланктона, а также потенциальная рыбопродукция за счёт планктонных сообществ. Наиболее эффективно продукция планктонных сообществ конвертиру-



ется в рыбопродукцию в прудах, где ихтиофауна представлена поликультурой прудовых карповых рыб. Потенциальная рыбопродуктивность здесь достигала 306,56 кг/га, при этом за счёт зоопланктона могло быть получено 300,0 кг/га рыбопродукции.

Ключевые слова: белый амур, пестрый толстолобик, язь, карп, европейский сом, монокультура, поликультура, посадочный материал, личинки, годовики, фитопланктон, зоопланктон, численность, биомасса, продукция

S. Panteley, V. Sennikova, M. Isaenko, M. Ageenko

RUE "Fish Industry Institute" of the RUE "Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry", Minsk, Belarus

FEATURES OF THE FORMATION OF PLANKTONIC COMMUNITIES OF SMALL FISH PONDS DEPENDING ON THE QUANTITATIVE, SPECIES AND AGE CHARACTERISTICS OF THE ICHTHYOFAUNA FORMED IN THEM

Abstract: The article presents an analysis of materials obtained in the course of studies of hydrobiocenoses of small ponds of breeding and genetic center "Isobelino" (Molodechno district of Minsk region, 2nd zone of fish farming), stocked in a different ratio, depending on the experimental scheme used, by cyprinid fish, in particular, larvae of grass carp in monoculture at a density of 25 to 100 thousand individuals per hectare, larvae of the chinese roach at a density of 20 thousand individuals per hectare, yearlings of the ide in monoculture at a density of 6500 individuals per hectare and in polyculture with carp, grass carp, mottled carp and european catfish. In accordance with the nature of the formed ichthyocenoses, different feeding schemes were used. In the course of the research, it was found that the quantitative and taxonomic characteristics of phyto- and zooplankton communities largely depend on the structure and quantitative characteristics of the ichthyofauna formed in ponds. Higher quantitative indicators of zooplankton community development are observed in conditions of distribution of matter and energy flows along the detritus chain, in ponds inhabited by fish polyculture, more intensively involving organic matter of ponds in the food chain, higher rates of mineralization of organic matter and, accordingly, the return of carbon and biogens to the circulation of substances in the system are natural here. Low planting densities of the Amur white naturally exert significantly less pressure on zooplankton communities compared to variants with higher planting densities, therefore, higher biomass and zooplankton production is achieved, as well as potential fish production due to plankton communities. The products of planktonic



communities are most effectively converted into fish products in ponds where the ichthyofauna is represented by a polyculture of pond carp fish. The potential fish productivity here reached 306,56 kg per hectare, while 300,0 kg per hectare of fish products could be obtained due to zooplankton.

Keywords: grass carp, mottled carp, ide, carp, European catfish, monoculture, polyculture, planting material, larvae, yearlings, phytoplankton, zooplankton, abundance, biomass, products

Введение. Цель настоящего исследования — изучение особенностей формирования планктонных сообществ малых рыбоводных прудов в зависимости от количественных, видовых и возрастных характеристик формируемой в них ихтиофауны.

Ставились следующие задачи:

- ♦ Изучить показатели количественного развития фитопланктона в разных вариантах исследований;
- ♦ Изучить показатели количественного развития зоопланктона в разных вариантах исследований;
- ♦ Провести сравнительный анализ показателей количественного развития фито- и зоопланктона, их продукционных показателей, а также расчётной рыбопродуктивности в зависимости от количественных, видовых и возрастных характеристик формируемой ихтиофауны вариантов исследований.

Материалы и методы исследований. Объект исследований — фито- и зоопланктон, прудовые карповые рыбы разных возрастов.

Исследования проводились в 2022 г. на базе СГК «Изобелино». В ходе исследований в прудах проводился регулярный мониторинг показателей видового состава и количественных характеристик развития планктонных сообществ. Для работы использовались небольшие пруды (площадью 0,08–0,1 га), расположенные локально в зоне рыбхоза, имеющей общую водоподачу, при этом водоснабжение прудов независимое. Средняя глубина прудов 1,1 м, грунты торфянистые, укрыты значительным (0,2–0,4 м) слоем иловых отложений. Заращаемость водного зеркала прудов существенная (40–60 %).

Ихтиофауна прудов формировалась в весенний период искусственно, путём зарыбления посадочным материалом в количестве, зависящем от варианта эксперимента. Затраты кормов, а также плановая рыбопродуктивность в экспериментах зависят от видовых и количественных характеристик сформированной ихтиофауны. Видовые и количественные характеристики экспериментов в этом аспекте приведены в табл. 1.



Таблица 1. Схема зарыбления, кормовые затраты и плановые показатели рыбопродуктивности в вариантах эксперимента

Table 1. Stocking scheme, feed costs and planned indicators of fish productivity in experimental variants

Вариант	Вид рыбы	Возраст рыбы при посадке, полных лет	Плотность посадки, экз/га	Затраты корма*, кг/га	Плановая рыбопродуктивность, кг/га
1	белый амур	0	25000	0	180
2	белый амур	0	50000	1440	360
3	белый амур	0	100000	2880	720
4	черный амур	0	20000	0	90
5	язь	1	6500	2000	500
6	язь	1	1200	1380	500
	каarp	1	900		
	белый амур	1	100		
	пестрый толстолобик	1	100		
	сом	1	40		

Примечание. * — комбикорм рецептуры К-110.

Отбор и обработка планктонных проб проводились по общепринятым в гидробиологии методикам [1–7]. В работе использовались величины Р/В коэффициентов, коэффициента использования продукции рыбами, кормовых коэффициентов для сообществ фитопланктона (38, 0,3 и 20, соответственно), зоопланктона (22, 0,6 и 7, соответственно), приводимые рядом авторов [1, 2, 7]. Обработка полученных данных проводилась при помощи инструментов табличного процессора Excel.

Основная часть. Видовая структура и количественные характеристики развития планктонных сообществ в экспериментальных прудах

Фитопланктон

В июне-августе 2022 г. в фитопланктоне прудов СПУ «Изобелино», используемых под выращивание сеголетков белого амура (варианты 1–3), обнаружено 26 таксонов водорослей планктона: зеленые — 11 таксонов; сине-зеленые — 5; диатомовые — 8; пиропитовые — 2. В группу доминант входили представители сине-зеленых водорослей — *Oscillatoria limnetica*, диатомовых — *Navicula sp.*, из пиропитовых водорослей представители родов *Cryptomonas* и *Rhodomonas*.



Количественное развитие сообществ фитопланктона характеризовалось невысокими величинами (табл. 2–4).

Таблица 2. Средние показатели количественного развития фитопланктона в прудах при выращивании сеголетков белого амура при высокой степени интенсификации, СПУ «Изобелино», 2022 г.

Table 2. Average indicators of the quantitative development of phytoplankton in ponds during the cultivation of white Amur fingerlings with a high degree of intensification, SPU «Isobelino», 2022

Отдел водорослей	Численность		Биомасса	
	тыс. экз./л	%	мг/л	%
Зеленые	15,60	2,80	0,06	3,75
Сине-зеленые	250,00	37,50	0,43	20,65
Диатомовые	109,38	14,60	0,46	17,35
Пирофитовые	265,63	43,05	1,16	57,10
Эвгленовые	15,63	2,05	0,03	1,15
Золотистые	0,00	0,00	0,00	0,00
Итого	656,25	100,00	2,13	100,00

Таблица 3. Средние показатели количественного развития фитопланктона в прудах при выращивании сеголетков белого амура при средней степени интенсификации, СПУ «Изобелино», 2022 г.

Table 3. Average indicators of the quantitative development of phytoplankton in ponds during the cultivation of white Amur fingerlings with an average degree of intensification, SPU «Isobelino», 2022

Отдел водорослей	Численность		Биомасса	
	тыс. экз./л	%	мг/л	%
Зеленые	0,00	0,00	0,00	0,00
Сине-зеленые	31,25	10,00	0,05	2,65
Диатомовые	62,50	33,35	0,27	28,50
Пирофитовые	156,25	56,65	1,00	68,85
Эвгленовые	0,00	0,00	0,00	0,00
Золотистые	0,00	0,00	0,00	0,00
Итого	250,00	100,00	1,31	100,00

Анализ показателя численности не позволяет сделать вывода о его взаимосвязи с плотностью посадки, поскольку наименьшая величина показателя наблюдается в варианте со средней в эксперименте степенью интенсификации (первоначальная плотность посадки 50 тыс. экз./га личинки белого амура). При анализе показателя биомассы четко прослеживается тенденция к снижению величины показателя при сниже-



нии степени интенсификации. Так, в варианте с наименьшей степенью интенсификации (первоначальная плотность посадки 25 тыс. экз/га личинки белого амура) наблюдается и наименьшая величина показателя биомассы фитопланктона (1,05 мг/л). При средней интенсификации (первоначальная плотность посадки 50 тыс. экз/га личинки белого амура) величина аналогичного показателя составила 1,31 мг/л, при наибольшей в эксперименте (первоначальная плотность посадки 100 тыс. экз/га личинки белого амура) 2,13 мг/л.

Таблица 4. Средние показатели количественного развития фитопланктона в прудах при выращивании сеголетков белого амура при низкой степени интенсификации, СПУ «Изобелино», 2022 г.

Table 4. Average indicators of the quantitative development of phytoplankton in ponds during the cultivation of white Amur fingerlings with a low degree of intensification, SPU «Isobelino», 2022

Отдел водорослей	Численность		Биомасса	
	тыс. экз./л	%	мг/л	%
Зеленые	93,75	26,00	0,16	14,80
Сине-зеленые	93,75	28,05	0,46	47,10
Диатомовые	15,63	10,00	0,02	1,60
Пирофитовые	328,13	33,85	0,04	3,00
Эвгленовые	15,63	0,00	0,37	31,90
Золотистые	15,63	11,60	0,02	1,60
Итого	562,50	100,00	1,05	100,00

Процентные соотношения представителей отдельных таксонов в сообществах фитопланктона как по биомассе, так и по численности не позволяют сделать определённых выводов о влиянии степени интенсификации на таксономическую структуру сообществ. На уровне тенденции можно отметить, что при более высоких плотностях посадки доминируют по биомассе пирофитовые водоросли, в то время как при наименьшей плотности посадки личинок белого амура — сине-зелёные водоросли, характеризующиеся потенциальной токсичностью для рыб.

При выращивании сеголетков черного амура, также в монокультуре, среднесезонные значения величин, характеризующих количественное развитие фитопланктона, отличались от таковых в предыдущих вариантах (табл. 5).

Как видно из данных, приведенных в табл. 5, при численности, превышающей таковую во 2 варианте, среднесезонный показатель биомассы самый низкий (0,8 мг/л). Это может объясняться более медленным



возвратом вещества и энергии в трофическую сеть, поскольку, в отличие от белого амура, черный амур не потребляет макрофиты и их вещество остаётся недоступным гидробиоценозу длительное время.

Таблица 5. Средние показатели количественного развития фитопланктона в прудах при выращивании сеголетков белого амура при низкой степени интенсификации, СПУ «Изобелино», 2022 г.

Table 5. Average indicators of the quantitative development of phytoplankton in ponds during the cultivation of white Amur fingerlings with a low degree of intensification, SPU «Isobelino», 2022

Отдел водорослей	Численность		Биомасса	
	тыс. экз./л	%	мг/л	%
Зеленые	62,5	20,0	0,0	4,9
Диатомовые	31,3	10,0	0,3	33,1
Пирофитовые	187,5	60,0	0,5	58,3
Золотистые	31,3	10,0	0,0	3,7
Итого	312,5	100,0	0,8	100,0

При выращивании двухлетков язя в моно- и поликультуре сформированные сообщества зоопланктона также обладали определёнными особенностями. В вегетационном сезоне 2022 г. в фитопланктоне прудов СПУ «Изобелино», используемых под выращивание двухлетков язя, обнаружено 28 таксонов водорослей планктона: зеленые — 13 таксонов; сине-зеленые — 5; диатомовые — 8; пирофитовые — 2. В группу доминант входили представители сине-зеленых водорослей — *Oscillatoria limnetica*, *Microcystis sp.*, из зеленых — *Coelastrum cambricum*, диатомовых — *Nitzschia acicularis*, *Pinnularia sp.* из пирофитовых водорослей представители родов *Cryptomonas* и *Rhodomonas*.

Уровень количественного развития планктонных водорослей в прудах при выращивании сеголетков язя был низким, что вероятно связано с высокой зарастаемостью прудов макрофитами (табл. 6, 7).

Как видно из данных, представленных в табл. 6–7, наблюдались заметные различия как в количественных показателях, так и в таксономической структуре сообществ фитопланктона прудов разных вариантов. Так, при выращивании двухлетков язя в поликультуре, средняя численность и биомасса были ниже по сравнению с аналогичными показателями в прудах при выращивании двухлетков язя в монокультуре (в 0,7 и 0,5 раза, соответственно). В то же время таксономический состав сообществ фитопланктона при выращивании язя в поликультуре был существенно богаче, включая 6 отделов водорослей, в то время



как в варианте с монокультурой насчитывалось только 3 отдела водорослей. Пирофитовые водоросли доминировали во всех вариантах, однако к субдоминантам в варианте с монокультурой относились диатомовые водоросли, в то время как в варианте с поликультурой диатомовые и зеленые водоросли. Это объясняется, вероятно, влиянием видового и количественного состава ихтиофауны прудов на консументов 1 порядка (зоопланктеров-фильтраторов), обладающих избирательной способностью к элиминации тех или иных видов водорослей.

Таблица 6. Средние показатели количественного развития фитопланктона в прудах при выращивании двухлетков язя в поликультуре, СПУ «Изобелино», 2022 г.

Table 6. Average indicators of the quantitative development of phytoplankton in ponds during the cultivation of two-year-old ide in polyculture, SPU «Isobelino», 2022

Отдел водорослей	Численность		Биомасса	
	тыс. экз./л	%	мг/л	%
Зеленые	15,63	3,55	0,01	0,50
Сине-зеленые	15,63	8,35	0,03	20,85
Диатомовые	109,38	25,00	0,36	35,30
Пирофитовые	140,63	55,95	0,15	40,40
Эвгленовые	0,00	0,00	0,00	0,00
Золотистые	31,25	7,15	0,03	2,95
Итого	312,50	100,00	0,57	100,00

Таблица 7. Средние показатели количественного развития фитопланктона в прудах при выращивании двухлетков язя в монокультуре, СПУ «Изобелино», 2022 г.

Table 7. Average indicators of the quantitative development of phytoplankton in ponds during the cultivation of two-year-old ide in monoculture, SPU «Isobelino», 2022

Отдел водорослей	Численность		Биомасса	
	тыс. экз./л	%	мг/л	%
Зеленые	156,25	27,70	0,57	34,15
Сине-зеленые	156,25	23,80	0,24	11,95
Пирофитовые	140,63	48,50	0,34	53,90
Итого	453,13	100,00	1,15	100,00

Зоопланктон.

Анализ количественных и таксономических характеристик сообществ зоопланктона в прудах, где проводились эксперименты по выяв-



лению оптимальных технологических подходов к выращиванию посадочного материала белого амура, показывает отсутствие выраженных тенденций к изменению таксономической структуры формируемых сообществ зоопланктона в зависимости от плотности посадки личинки белого амура и, соответственно, применяемого комплекса технологических подходов. В то же время влияние вышеуказанного на количественные характеристики сообществ зоопланктона очевидно (табл. 8).

Таблица 8. Средние показатели количественного развития зоопланктона в прудах при выращивании сеголетков белого амура в монокультуре при различной степени интенсификации, СПУ «Изобелино», 2022 г.

Table 8. Average indicators of quantitative zooplankton development in ponds during the cultivation of white Amur fingerlings in monoculture with varying degrees of intensification, SPU «Isobelino», 2022

Вариант (плотность посадки личинки)	Таксон	Числен- ность, экз/л	Биомасса, мг/л	Численность, %	Биомасса, %
1 (25000 экз/га)	Copepoda	32,5	4,855	67,59	49,44
	Cladocera	13	6,635	19,22	41,83
	Rotifera	5,5	0,25	13,20	8,74
	всего	51	11,74	100,00	100,00
2 (50000 экз/га)	Copepoda	13	1,65	41,16	41,16
	Cladocera	6	1,435	19,56	19,56
	Rotifera	8,5	0,035	39,29	39,29
	всего	27,5	3,12	100,00	100,00
3 (100000 экз/га)	Copepoda	11,5	1,095	63,89	46,50
	Cladocera	6	1,83	33,33	53,11
	Rotifera	0,5	0,005	2,78	0,40
	всего	18	2,93	100,00	100,00

Из данных, приведенных в табл. 8, видно, что максимальная среднесезонная численность биомасса наблюдается у сообщества зоопланктона в варианте с минимальной плотностью посадки (вариант 3, 51 экз/л и 11,74 мг/л, соответственно). С увеличением плотности посадки личинки белого амура вдвое численность снижается в 1,85 раза (27,5 экз/л), биомасса в 3,76 раза (3,12 мг/л). Дальнейшее увеличение плотности посадки приводит к дальнейшему снижению количественных характеристик сообщества зоопланктона, хоть и не столь выраженному, как в первом случае. По отношению к первому варианту численность снижается в 2,83 раза (18 экз/л), биомасса в 4,0 раза (2,93 мг/л). Это говорит



об интенсивном потреблении зоопланктона выращиваемой молодь белого амура как в вариантах, где для кормления использовался комбикорм (2 и 3 варианты), так и в 1 варианте, где комбикорм не использовался. Однако интенсивное выедание приводило к элиминации производителей и снижению продукционного потенциала сообществ во 2 и 3 вариантах.

Численные характеристики зоопланктонного сообщества в четвёртом из рассматриваемых вариантов исследования определялись видовыми и возрастными характеристиками ихтиофауны, как это можно установить, проведя сравнительный анализ приведенных выше (табл. 9) и следующих данных (табл. 10).

Таблица 9. Средние показатели количественного развития зоопланктона в прудах при выращивании сеголетков черного амура в монокультуре, СПУ «Изобелино», 2022 г.

Table 9. Average indicators of quantitative development of zooplankton in ponds during the cultivation of black Amur fingerlings in monoculture, SPU «Isobelino», 2022

Вариант (плотность посадки личинки)	Таксон	Численность, экз/л	Биомасса, мг/л	Численность, %	Биомасса, %
4 (черный амур- 20000 экз/га)	Copepoda	24	4,01	72,73	88,91
	Cladocera	3	0,3	9,09	6,65
	Rotifera	6	0,2	18,18	4,43
	всего	33	4,51	100	100

Исходя из анализа этих данных, биомасса зоопланктона в четвёртом варианте выше по сравнению с вариантами 2 и 3, где при достаточно высоких плотностях посадки выращивался белый амур, на начальных этапах в значительной мере питающийся зоопланктоном. Высокая интенсивность питания привела к элиминации значительного количества «производителей» зоопланктона, что в дальнейшем сказалось на продукционных характеристиках сообщества. В то же время биомасса зоопланктона в первом варианте, где белый амур выращивался при низкой плотности посадки, превышала аналогичный показатель в анализируемом варианте более чем вдвое. Как уже говорилось, белый амур питается зоопланктоном только на начальных этапах выращивания, поэтому относительно небольшое его количество не приводило к элиминации такого количества «производителей» зоопланктона и в дальнейшем, при переходе белого амура на питание растительностью, описываемое



сообщество характеризовалось более высокими продукционными показателями по сравнению с вариантом 4, где черный амур питался планктонными ракообразными на протяжении всего сезона.

В целом, анализируя показатели количественного развития планктонных сообществ в исследуемых вариантах, следует отметить, что по сравнению с сообществом фитопланктона количественное развитие сообществ зоопланктона в прудах СПУ «Изобелино», характеризовалось значительно более высокими величинами. Например, варианте с поликультурой язя (вариант 6) среднесезонная биомасса зоопланктона составила 15,9 мг/л при биомассе фитопланктона 0,57 мг/л. Поскольку очевидна недостаточность продукции фитопланктона для обеспечения такого показателя биомассы, можно предположить, потоки вещества и энергии распределялись в вегетационном сезоне 2022 г в исследуемых вариантах по детритной цепи, то есть зоопланктон питался преимущественно сестоном, представленным сапрофитными микроорганизмами. В таком случае закономерны более высокие темпы минерализации органического вещества в прудах, населённых поликультурой рыб, более интенсивно вовлекающих органическое вещество прудов в цепь питания. Этим и могут объясняться высокие количественные показатели развития сообщества зоопланктона в этом случае, что подтверждается значительной разницей биомасс в вариантах с моно- и поликультурой (табл. 10).

Таблица 10. Средние показатели количественного развития зоопланктона в прудах при выращивании двухлетков язя, СПУ «Изобелино», 2022 г.
Table 10. Average indicators of quantitative development of zooplankton in ponds during the cultivation of two-year-old yazia, SPU "Isobellino", 2022

Вариант	Таксон	Численность, экз/л	Биомасса, мг/л	Численность, %	Биомасса, %
5 (язь, моно-культура)	Copepoda	12	0,86	44,44	35,10
	Cladocera	12	1,58	44,44	64,49
	Rotifera	3	0,01	11,12	0,41
	всего	27	2,45	100	100
6 (язь, поли-культура)	Copepoda	24	4,24	47,06	26,65
	Cladocera	23	11,63	45,1	73,10
	Rotifera	4	0,04	7,84	0,25
	всего	51	15,91	100	100

Как видно из данных, представленных табл. 10, в варианте с монокультурой двухлетков язя, среднесезонный показатель биомассы зоо-



планктона составил 2,45 мг/л. В варианте с поликультурой показатели количественного развития сообщества зоопланктона значительно выше (биомасса 15,9 мг/л). Доминировали в этих вариантах считающиеся более ценными в пищевом отношении по сравнению с другими таксонами зоопланктона ветвистоусые ракообразные (64,5 %).

Исходя из вышеперечисленного, можно заключить, что количественные и таксономические характеристики сообществ фито- и зоопланктона в значительной степени зависели от структуры и количественных характеристик сформированной в прудах ихтиофауны. Во всех прудах биомасса фитопланктона не обеспечивала потребностей зоопланктона, поэтому логично предположить, что потоки вещества и энергии распределялись в вегетационном сезоне 2022 г в исследуемых вариантах по детритной цепи, то есть зоопланктон питался преимущественно сестоном, представленным сапрофитными микроорганизмами. В таком случае закономерны более высокие темпы минерализации органического вещества в прудах, населённых поликультурой рыб, более интенсивно вовлекающих органическое вещество прудов в цепи питания. Этим могут объясняться высокие количественные показатели развития сообществ зоопланктона в этих вариантах. Плотность посадки белого амура 25000 экз/га (вариант 1) оказывала существенно меньший прессинг на сообщества зоопланктона, поэтому достигалась более высокая биомасса (11,74 мг/л).

Таблица 11. Биомасса, сезонная продукция планктонных сообществ прудов и потенциальная рыбопродукция за их счёт, СПУ «Изобелино», 2022 г.
Table 11. Biomass, seasonal production of pond plankton communities and potential fish products at their expense, SPU «Isobelino», 2022

Вариант	Фитопланктон			Зоопланктон		
	В*, мг/л	Р**, мг/л	РП***, кг/га	В, мг/л	Р, мг/л	РП, кг/га
1	2,13	80,94	-	11,74	258,28	221,4
2	1,31	49,78	-	3,12	68,64	58,8
3	1,05	39,9	-	2,93	64,46	55,3
4	0,8	30,4	-	4,51	99,22	85,0
5	0,57	21,66	-	2,45	53,9	46,2
6	1,15	43,7	6,56	15,91	350,02	300,0

Примечание. В* — биомасса, Р** — продукция, РП*** — потенциальная рыбопродуктивность. Рыбопродуктивность за счёт фитопланктона рассчитана только для варианта 6, где в поликультуре был потребляющий его толстолобик.



Также интересным в рамках этой работы представлялось оценить продукционные показатели планктонных сообществ в зависимости от варианта исследования, а также обеспечиваемую ими потенциальную рыбопродуктивность. Эти данные представлены в табл. 11.

Как видно из данных, приведенных в табл. 11, максимальная сезонная продукция была у сообщества фитопланктона из первого варианта. Однако показатель потенциальной рыбопродукции за счёт фитопланктона целесообразно рассчитывать только для шестого варианта, поскольку в состав выращивавшейся в варианте поликультуры рыб входил толстолобик, способный потреблять фитопланктон непосредственно. За счёт этого ресурса могло быть получено 6,56 кг рыбопродуктивности. Наибольшей среди исследованных вариантов продуктивностью обладало сообщество зоопланктона шестого варианта (350,02 мг/л за сезон), где содержалась поликультура двухлетков карповых рыб. Кроме того, высокой продуктивностью характеризовалось сообщество зоопланктона в прудах первого варианта исследований, где при относительно низкой плотности в монокультуре содержался сеголеток белого амура (258,28 кг/га). Соответственно, и наибольшие величины потенциальной рыбопродуктивности были получены в вариантах 1 и 6 (221,4 и 300,0 кг/га, соответственно). В других прудах этот показатель был заметно ниже.

Выводы. Количественные и таксономические характеристики сообществ фито- и зоопланктона в значительной степени зависели от структуры и количественных характеристик сформированной в прудах ихтиофауны.

Во всех вариантах исследования биомасса фитопланктона не обеспечивала потребностей зоопланктона. Таким образом, потоки вещества и энергии распределялись в вегетационном сезоне 2022 г в исследуемых вариантах по детритной цепи, то есть зоопланктон питался преимущественно сестоном, представленным сапрофитными микроорганизмами. Этим объясняются высокие количественные показатели развития сообщества зоопланктона в этих варианте 6, поскольку в прудах, населённых поликультурой рыб, более интенсивно вовлекающих органическое вещество прудов в цепи питания, закономерны более высокие темпы минерализации органического вещества и, соответственно, возврата углерода и биогенов в круговорот веществ в системе.

Плотность посадки белого амура 25000 экз/га (вариант 1) оказывала существенно меньший прессинг на сообщества зоопланктона по сравне-



нию с вариантами с более высокими плотностями посадки (50000 и 100000 экз/га), поэтому достигалась более высокая биомасса и продукция зоопланктона, а также потенциальная рыбопродукция за счёт планктонных сообществ (11,74 мг/л, 258,28 мг/л и 221,4 кг/га, соответственно).

Наиболее эффективно продукция планктонных сообществ конвертировалась в рыбопродукцию в варианте, где ихтиофауна была представлена поликультурой прудовых карповых рыб. Потенциальная рыбопродуктивность составила 306,56 кг/га, при этом за счёт зоопланктона могло быть получено 300,0 кг/га рыбопродукции.

Список использованных источников

1. Лапицкий, И. И. Направленное формирование ихтиофауны и управление численностью популяций рыб в Цимлянском водохранилище / И. И. Лапицкий. — Волгоград : Ниж.-Волж. кн. изд-во, 1970. — 280 с. — (Труды / Волгоград. отд-ние Гос. науч.-исслед. ин-т озер. и реч. рыб. хоз-ва ; т. 4).
2. Киселев, И. А. Методы исследования планктона / И. А. Киселев // Жизнь пресных вод СССР / под ред. Е. Н. Павловского, В. И. Жадина. — М. ; Л., 1956. — Т. 4, ч. 1. — С. 183–265.
3. Китаев, С. П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон / С. П. Китаев ; отв. ред. Г. Г. Винберг. — М. : Наука, 1984. — 207 с.
4. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция / Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва, Акад. наук СССР, Зоол. ин-т ; сост.: А. А. Салазкин [и др.]. — Л. : ГосНИОРХ, 1984. — 52 с.
5. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Ин-т глобал. климата и экологии ; подгот.: В. А. Абакумов [и др.] ; под ред. В. А. Абакумова. — СПб. : Гидрометеиздат, 1992. — 318 с.
6. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях / Акад. наук СССР, Науч. совет по проблемам гидробиологии, ихтиологии и использования биол. ресурсов водоемов ; редкол.: Е. В. Боруцкий (отв. ред.) [и др.]. — М. : Наука, 1974. — 254 с.
7. Известия Государственного научно-исследовательского института озерного и речного хозяйства / М-во рыб. хоз-ва РСФСР. — Л. : [б. и.], 1976. — Т. 108 : Основные типы озер гумидной зоны СССР и их биолого-продукционная характеристика. — 194 с.

References

1. Lapitskii I. I. Directed formation of the ichthyofauna and control of the number of fish populations in the Tsimlyansk reservoir. Volgograd, Nizhne-Volzhsk book publishing house, 1970. 280 p. (in Russian).



2. Kiselev I. A. Metody issledovaniya planktona. Zhizn' presnykh vod SSSR. T. 4. Ch. 1 [Life of fresh waters of the USSR. Vol. 4. Pt. 1]. Moscow, Leningrad, 1956, pp. 183–265 (in Russian).
3. Kitaev S. P. Ecological foundations of the bioproductivity of lakes in different natural zones. Moscow, Nauka Publ., 1984. 207 p. (in Russian).
4. Salazkin A. A. (comp.) (et al.). Guidelines for the collection and processing of materials for hydrobiological studies in freshwater reservoirs. Zoobenthos and its products. Leningrad, State Research Institute of Lake and River Fisheries, 1984. 52 p. (in Russian).
5. Abakumov V. A. (ed.). Guidance on hydrobiological monitoring of freshwater ecosystems. St. Petersburg, Gidrometeoizdat Publ., 1992. 318 p. (in Russian).
6. Borutskii E. V. (ed.). Methodical manual for the study of nutrition and food relations of fish in natural conditions. Moscow, Nauka Publ., 1974. 254 p. (in Russian).
7. Proceedings of the State Research Institute of Lake and River Economy. Vol. 108. The main types of lakes in the humid zone of the USSR and their biological and production characteristics. Leningrad, 1976. 194 p. (in Russian).

Сведения об авторах

Пантелей Сергей Николаевич — кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией прудового и индустриального рыбоводства, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: pantsialei@yandex.ru

Сенникова Виолетта Дмитриевна — старший научный сотрудник лаборатории прудового и индустриального рыбоводства, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Исаенко Марина Николаевна — младший научный сотрудник лаборатории прудового и индустриального рыбоводства, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Асеев Игорь — младший научный сотрудник лаборатории прудового и индустриального рыбоводства, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Information about the authors

Panteley Sergey — Ph.D. (Agriculture), RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: pantsialei@yandex.ru



Sennikova Violetta — Senior researcher of the Laboratory of Pond and Industrial Fish Farming, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Isaenko Marina — Junior researcher at the Laboratory of Pond and Industrial Fish Farming, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (22 Stebeneva str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Ageenko Maria — Junior researcher at the Laboratory of Pond and Industrial Fish Farming, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (22 Stebeneva str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by



А.Ф. Кириллов

Якутский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («ЯкутскНИРО»),
Якутск, Россия

ПАРАМЕТРЫ ННН-ПРОМЫСЛА РЫБ СЕМЕЙСТВА *COREGONIDAE* В Р. ЛЕНА (БАСЕЙН МОРЯ ЛАПТЕВЫХ)

Аннотация: В работе анализируется ННН-промысел нельмы *Stenodus leucichthys nelma* (Pallas, 1773), муксуна *Coregonus muksun* (Pallas, 1814), арктического омуля *C. autumnalis* (Pallas, 1776) и сибирской ряпушки *C. sardinella Valenciennes*, 1848, промышленный вылов которых в р. Лена составляет 60 % от добычи всех промысловых видов рыбы. ННН-промысел нельмы, муксуна, арктического омуля, сибирской ряпушки в бассейне р. Лена превышает их промышленный вылов (1528,8 т) в 2 раза и составляет 3104,9 т. Ущерб, наносимый ННН-промыслом добычей сиговых видов рыб в бассейне р. Лена, оценивается в 2028,3 млн руб. Регулирование промысла сиговых рыб только квотами малоэффективно, так как уменьшение квоты автоматически провоцирует увеличение ННН-промысла, в том числе и бытовое браконьерство. Предлагается для повышения результативности контроля над водными биологическими ресурсами организовать сеть подконтрольных Росрыболовству рыбоприемных пунктов, создание которых позволит проверять объемы прилова молоди рыб и регулировать промысел. Некорректная информация искажает официальные данные промысловой статистики, что снижает точность прогнозов промысловых запасов и требует корректировки допустимых уловов с учетом ННН-промысла. Для противодействия ННН-промыслу необходимо сформировать механизм отслеживания последовательности доставки рыбной продукции на рынок.

Ключевые слова: р. Лена, нельма *Stenodus leucichthys nelma*, муксун *Coregonus muksun*, арктический омуль *C. autumnalis*, сибирская ряпушка *C. sardinella*, ННН-промысел, ущерб



A. Kirillov

*Yakut branch of the Federal State Budget Scientific Institution
“Russian Federal Research Institute of Fisheries and oceanography”
 (“YakutskNIRO”), Yakutsk, Russia*

PARAMETERS OF THE IUU FISHING OF COREGONIDAE SPECIES IN THE LENA RIVER (LAPTEV SEA BASIN)

Abstract: The work analyzes the IUU fishing of nelma *Stenodus leucichthys nelma* (Pallas, 1773), muksun *Coregonus muksun* (Pallas, 1814), Arctic cisco *C. autumnalis* (Pallas, 1776) and Siberian cisco *C. sardinella* Valenciennes, 1848, whose commercial fishing in the Lena River makes 60 % of all commercial fishery species' catch. IUU fishing of nelma, muksun, Arctic cisco, Siberian cisco in the Lena basin exceeds their commercial fishing (1528,8 t) twofold and makes 3104,9 t. Damage caused to Coregonidae species in the Lena River basin by the IUU fishing is estimated at RUB 2028,3 million. Control of Coregonidae species' fishing only by setting quotas is ineffective as the decrease of quotas automatically triggers the increase of IUU fishing, including household poaching. To increase the efficiency of control over the water biological resources, it is proposed to establish a network of fish-receiving stations, controlled by the Russian Federal Agency for Fishery, which will allow to monitor the volume of the young fish bycatch and control fishing. Inaccurate information distorts the official fishery statistics, which impairs the accuracy of commercial stock prediction and requires adjustment of allowable catch with account of IUU fishing. To counter IUU fishing, it is necessary to establish a mechanism for tracking the sequence of fish products shipping to the market.

Keywords: Lena River, nelma *Stenodus leucichthys nelma*, muksun *Coregonus muksun*, Arctic cisco *C. autumnalis*, Siberian cisco *C. sardinella*, IUU fishing, damage

Введение. Возросший спрос на рыбу и существенные недостатки в системе слежения за нелегальной рыбопромысловой деятельностью и ее пресечением, привели к росту ННН-промысла в российских водах, в том числе и в Якутии. Превышение фактического вылова над рекомендуемым наукой ОДУ в РФ достигает 200 % [1]. Причиной ННН-промысла (незаконный, несообщаемый и нерегулируемый промысел) является его экономическая привлекательность, несмотря на предусмотренное наказание. Нелегально добытую рыбу легализуют и свободно реализуют на рынке. Не редкость и появление у рыбопромышлен-



ников неучтенных уловов, перепродающихся на теневой рынок с последующей легализацией. Этим, в частности, объясняется слабое, на уровне 70 %, освоение запасов сиговых рыб в бассейне Лены [2].

Довольно крупные объемы ННН-промысла рыбы приходится на бытовое браконьерство (неорганизованная нелегальная промысловая деятельность населения), составляющие в бассейне Лены более 15 % от общего ННН-промысла. И в этом случае рыба и, или, продукция из нее также легализуется через цепочку перекупщиков.

В статье не рассматривается вылов рыбы рыбаками, относящимися к коренным малочисленным народам Севера. В бассейне Лены их проживает 19855 человек (по переписи 2002 г.) и эта категория рыбаков может добывать 17770 т рыбы в год [3], в том числе 1827 т ценных видов (муксун *Coregonus muksun*, сиг *C. pidschian*, чир *C. nasus*, нельма *Stenodus leucichthys nelma*) и 99,3 т — особо ценных (осетр *Acipenser baerii*). Объемы добычи рыбы не контролируются и, соответственно, невозможно учесть сверхнормативный вылов.

Цель настоящей работы: анализ имеющейся информации и оценка ННН-промысла нельмы *Stenodus leucichthys nelma* (Pallas, 1773), муксуна *Coregonus muksun* (Pallas, 1814), арктического омуля *C. autumnalis* (Pallas, 1776) и сибирской ряпушки *C. sardinella Valenciennes*, 1848, промышленный вылов которых в р. Лена составляет 60 % от добычи всех промысловых видов рыбы.

Объекты и методы исследований. Предлагаемая оценка ННН-промысла в р. Лена основана на полученных условных статистических данных (опросные сведения, экспертная оценка, информация по любительскому рыболовству [4, 5]) и материалах Якутского филиала ФГБНУ «ЯкутскНИРО», в том числе и по объемам прилова молоди рыб, свыше разрешенных Правилами [6], и по всем параметрам соответствующих ННН-промыслу.

Для расчетов материального ущерба от ННН-промысла оперировали рыночной стоимостью свежемороженой рыбы в г. Якутск [7].

Результаты и их обсуждение. В бассейне р. Лены промышленным рыболовством сиговых видов рыб занимаются 58 рыбопромысловых организаций. Из них относительно крупных (добывающих свыше 50 т рыбы) — 7 организаций (12,1 % от общего количества пользователей). Ими вылавливается 52,9 % всех сиговых в р. Лене. У остальных пользователей квоты незначительны и начинаются с 0,01 т, что значительно усложняет контроль за ними со стороны рыбоохранных структур.



Как по всем бассейнам магистральных водотоков, так и в р. Лена наблюдается недопустимый прилов молоди сиговых видов рыб, особенно отчетливо прослеживающийся при зимнем (подледном) рыболовстве [8, 9]. Расчеты показывают (табл. 1), что потери рыбной промышленности Якутии от вылова молоди сиговых рыб составляют в р. Лена 618,9 т, в том числе нельмы — 8,0 т, омуля — 301,7 т, муксуна — 226,0 т, ряпушки — 83,2 т.

Таблица 1. Прилов молоди сиговых рыб в р. Лена
Table 1. Bycatch of Coregonidae juvenile fish in the Lena River

Нельма (152 экз.), <i>SL</i> , см	49–57	58–63	64–75	76–110
Доля по длине, %	23,0	22,0	36,0	19,0
Омуль (143 экз.), <i>SL</i> , см	34–38	39–40	41–44	45–47
Доля по массе, %	12,13	36,26	44,50	7,11
Муксун (300 экз.), <i>SL</i> , см	38–43	44–49	50–51	52–56
Доля по массе, %	7,29	76,07	11,84	4,80
Ряпушка (247 экз.), <i>SL</i> , см	23–25	26–27	28–29	30–31
Доля по массе, %	26,05	31,16	29,50	13,29

Примечание. Курсивом выделен промысловый размер, разрешенный при осуществлении промышленного рыболовства [4].

Несомненно, что потери товарной продукции будут при таком промысле только возрастать, так как ежегодно будет сокращаться количество нерестящихся производителей и, соответственно, уменьшаться пополнение популяции того или иного вида.

Расчетные объемы ННН-промысла в р. Лена составляют 3109,9 т рыбы (табл. 2).

Таблица 2. Расчетные объемы ННН-промысла в бассейне реки Лены
Table 2. Estimated volume of IUU fishing in the Lena River Basin

ННН-промысел	Вид				Итого, т
	Нельма	Муксун	Омуль	Ряпушка	
Рыбопромысловые организации (сбыт нелегально добытых ВБР), т	56,0	914,0	820,0	130,0	1920,0
Рыбопромысловые организации (прилов молоди рыб свыше разрешенных 8%), т	8,0	226,0	301,7	83,2	618,9
Бытовое браконьерство, т	49,0	61,0	247,0	209,0	566,0
Итого, т	113,0	1201,0	1368,7	422,2	3104,9



ННН-промысел рассматриваемых видов рыб в р. Лена превышает их промышленный вылов (1528,8 т) в 2 раза и составляет 3104,9 т. Доля ущерба от прилова молоди сиговых видов рыб составляет 19,9 %. Ущерб, наносимый ННН-промыслом рыбопромысловыми организациями, составляет 1693,4 млн руб., бытовым браконьерством — 334,9 млн руб., а общий — 2028,3 млн руб. (табл. 3).

Таблица 3. Расчетная стоимость ННН-промысла
в р. Лена сиговых видов рыб
Table 3. Estimated value of Coregonidae IUU fishing in the Lena River

ННН-промысел	Вид				Итого, млн руб.
	Нельма	Муксун	Омуль	Ряпушка	
Рыбопромысловые организации (сбыт нелегально добытых ВБР)	67,2	685,5	533,0	32,5	1318,2
Рыбопромысловые организации (прилов молоди рыб свыше разрешенных 8%)	9,6	169,5	196,1	—	375,2
Бытовое браконьерство, руб.	58,8	45,7	160,6	52,3	334,9
Итого	135,6	900,7	889,7	84,8	2028,3

Схожая картина складывается и по другим востребованным населением видам рыб, в числе которых сиг-пыжьян *C. pidschian*, чир *C. nasus*, пелядь *C. peled*, ленок *Brachymystax lenok*, таймень *Hucho taimen*, хариус *Thymallus arcticus*, щука *Esox lucius*, налим *Lota lota leptura*, карась *Carassius carassius jacuticus*. Так, например, ННН-промысел пеляди в Вилюйском водохранилище (р. Вилюй, бассейн Лены) превышает промышленный вылов в 3,7 раза, карася, (оз. Ниджили, бассейн Лены) — в 3,2 раза.

Регулирование промысла сиговых рыб только квотами, к сожалению, малоэффективно, так как уменьшение квоты автоматически провоцирует увеличение ННН-промысла, в том числе и бытовое браконьерство. А недостаточная обеспеченность Росрыболовства инспекторами рыбоохраны и, соответственно, невозможность полноценного контроля над водными биологическими ресурсами, которая усугубляется отсутствием системы контроля цепочек поставок рыбопродукции и неотработанной системы предотвращения незаконной торговли рыбой, не позволяют минимизировать ННН-промысел в водоемах Якутии. Создавшееся положение приводит к мысли о необходимости корректировки допустимых уловов с учетом ННН-промысла.



Для повышения результативности контроля целесообразно, в частности, организовать сеть подконтрольных Росрыболовству рыбоприемных пунктов, создание которых позволит проверять объемы прилова молоди рыб и регулировать промысел.

Для противодействия ННН-промыслу необходимо сформировать механизм отслеживания последовательности доставки рыбной продукции на рынок.

Заключение. В работе анализируется ННН-промысел нельмы *Stenodus leucichthys nelma*, муксуна *Coregonus muksun*, арктического омуля *C. autumnalis* и сибирской ряпушки *C. sardinella*, промышленный вылов которых в р. Лена составляет 60 % от добычи всех промысловых видов рыбы.

ННН-промысел нельмы, муксуна, арктического омуля, сибирской ряпушки в бассейне Лены превышает их промышленный вылов (1528,8 т) в 2 раза и составляет 3104,9 т.

Ущерб, наносимый ННН-промыслом рыбопромысловыми организациями, оценивается в 1693,4 млн руб., бытовым браконьерством — в 334,9 млн руб., а общий — в 2028,3 млн руб.

Регулирование промысла сиговых рыб только квотами малоэффективно, так как уменьшение квоты автоматически провоцирует увеличение ННН-промысла, в том числе и бытовое браконьерство. Предлагается для повышения результативности контроля над водными биологическими ресурсами организовать сеть подконтрольных Росрыболовству рыбоприемных пунктов, создание которых позволит проверять объемы прилова молоди рыб и регулировать промысел.

Некорректная информация искажает официальные данные промысловой статистики, что снижает точность прогнозов промысловых запасов и требует корректировки допустимых уловов с учетом ННН-промысла.

В качестве меры, позволяющей снизить ННН-промысел, необходимо сформировать механизм отслеживания последовательности доставки рыбной продукции на рынок.

Список использованных источников

1. Згуровский, К. ННН-промысел в России: проблемы и перспективы их решения [Электронный ресурс] / К. Згуровский, А. Винников // Остановим крабовую мафию. — Режим доступа: <http://stopcrabmafia.ru/?p=2336>. — Дата доступа: 10.09.2022.



2. Кириллов, А. Ф. Использование биопотенциала промысловых рыб пресноводных водоемов Якутии / А. Ф. Кириллов, Е. С. Горохова // Науч. тр. Дальрыбвтуза. — 2021. — Т. 58, № 4. — С. 41–48.
3. Об установлении лимитов на добычу (вылов) объектов водных биологических ресурсов для удовлетворения личных нужд [Электронный ресурс] : постановление Правительства Респ. Саха (Якутия) от 18 июля 2011 г., № 313 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов / Консорциум «Кодекс». — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/815003338>. — Дата доступа: 10.05.2022.
4. Результаты выборочного обследования улова рыбы любителями рыболовами и добычи пушных зверей охотниками в 1999 году / Госкомстат Респ. Саха (Якутия). — Якутск : Госкомстат РС (Я), 2000. — 7 с.
5. Кириллов, А. Ф. Влияние любительского рыболовства на численность промысловых видов рыб в водоемах Якутии / А. Ф. Кириллов, В. П. Волжанинов, Е. В. Иванов // Вопр. рыболовства. — 2009. — Т. 10, № 4 (40). — С. 764–773.
6. Правила рыболовства для Восточно-Сибирского рыбохозяйственного бассейна : утв. приказом М-ва сел. хоз-ва России от 26 июня 2020 г., № 347 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов / Консорциум «Кодекс». — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/565309776>. — Дата доступа: 17.09.2022.
7. Рыночная стоимость рыбы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://yakutsk.tiu.ru/Svezhemorozhenaya-ryba.html>. — Дата доступа: 11.04.2022.
8. Водные биологические ресурсы шельфа моря Лаптевых и перспективы их хозяйственного освоения / А. Ф. Кириллов [и др.] ; ред. А. Ф. Кириллов. — Тюмень : Госрыбцентр, 2016. — 116 с.
9. Кириллов, А. Ф. Зимний промысел рыб семейства Coregonidae в устьевой области дельты р. Лена (бассейн моря Лаптевых) / А. Ф. Кириллов, Е. В. Бурмистров, Ю. А. Свешников // Тр. ВНИРО. — 2019. — Т. 175. — С. 155–166.

Reference

1. Zgurovskii K., Vinnikov A. IUU fishing in Russia: problems and prospects for their solution. *Stop the crab mafia*. Available at: <http://stopcrabmafia.ru/?p=2336> (accessed 10.09.2022) (in Russian).
2. Kirillov A. F., Gorohova E. S. Use of commercial fish biopotential of freshwater pools of Yakutia. *Nauchnye trudy Dal'rybvтуza = Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*, 2021, vol. 58, no. 4, pp. 41–48 (in Russian).
3. On the establishment of limits on the production (catch) of objects of aquatic biological resources to meet personal needs: Decree of the Government of the Republic Sakha (Yakutia), July 18, 2011, no. 313. *Electronic Fund of Legal and Regulatory Technical Documents*. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/815003338> (accessed 10.05.2022) (in Russian).



4. *Results of a sample survey of the catch of fish by amateur fishermen and the production of fur animals by hunters in 1999*. Yakutsk, Goskomstat RS (YA) Publ., 2000. 7 p. (in Russian).
5. Kirillov A. F., Voljaninov V. P., Ivanov E. V. Influence of amateur fishing on the number of food fish in the river reservoirs of Yakutiya. *Voprosy rybolovstva = Problems of Fisheries*, 2009, vol. 10, no. 4, pp. 764–773 (in Russian).
6. Fishing rules for the East Siberian fishery basin: order of the Ministry of Agriculture of Russia, June 26, 2020, no. 347. *Electronic Fund of Legal and Regulatory and Technical Documents*. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/565309776> (accessed 17.09.2022) (in Russian).
7. *Market value of fish*. <https://yakutsk.tiu.ru/Svezhemorozhenaya-ryba.html> (accessed 11.04.2022) (in Russian).
8. Kirillov A. F., Karpova L. N., Zhirkov F. N., Apsolikhova O. D., Sveshnikov Yu. A. *Aquatic biological resources of the Laptev Sea shelf and prospects for their economic development*. Tyumen, Gosrybtsentr Publ., 2016. 116 p. (in Russian).
9. Kirillov A. F., Burmistrov E. V., Sveshnikov Yu. A. Winter fishery of the Coregonidae family species in the estuarial area of the Lena River delta (Laptev Sea basin). *Trudy VNIRO*, 2019, vol. 175, pp. 155–166 (in Russian).

Сведения об авторе

Кириллов Александр Федорович — кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Якутского филиала ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («ЯкутскНИРО»). SPIN-код: 6437–6364. E-mail: afkirillov@yandex.ru

Information about the author

Kirillov Alexander — Yakut branch of the Federal State Budget Scientific Institution “Russian Federal Research Institute of Fisheries and oceanography” (“YakutskNIRO”), SPIN-cod: 6437–6364. Author ID: 371990, Russia, Yakutsk, E-mail: afkirillov@yandex.ru

**А.В. Козырь***Полесский государственный университет, Пинск, Республика Беларусь*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА СИСТЕМУ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЛЬТРАЦИИ В ИНДУСТРИАЛЬНОЙ АКВАКУЛЬТУРЕ, И МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЕЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Аннотация: Все большее развитие получает индустриальное рыбоводство, и, в частности, культивирование гидробионтов в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ). Данные системы являются перспективными за счет возможности выращивания рыбы при высоких плотностях посадки с минимальным использованием водных ресурсов. Для приведения оборотных вод к значениям показателей необходимых при культивировании определенного вида рыбы используется оборудование (системы механической и биологической фильтрации, обеззараживания, аэрации и др.), позволяющее поддерживать на необходимом технологическом уровне факторы среды выращивания. От эффективности работы данного оборудования зависит ресурсоэффективность и производительность всей системы. Одним из важнейших элементов УЗВ является биофильтр: процессы биологического окисления и окислительно-восстановительные реакции, проводимые микроорганизмами в нем, позволяют сокращать концентрацию азотистых соединений в системе. Определены основные факторы влияющие на эффективность работы системы биологической фильтрации: температура от 13 до 28 °С, концентрация растворенного кислорода не менее 2 мг/л на выходе из биофильтра, концентрация общего аммонийного азота до 4,5 мг/л, рН 8,0–8,2 и отсутствие прямых солнечных лучей на открытую часть биофильтра. УЗВ дает возможность управления данными факторами, влияющими на протекание технологических процессов. Однако, сложности у обслуживающего персонала вызывает корректировка водородного показателя. Произвести правильный расчет необходимого количества щелочи либо кислоты, учитывая высокую буферность оборотных вод и поддерживать значения рН на одном уровне, не всегда представляется возможным. Также процессе такой корректировки образуются побочные химические соединения, которые в последствии необходимо удалять из системы, увеличивая общее водопотребление



УЗВ. Существуют методики электролизной безреагентной рН-коррекции. Разработан безреагентный рН-корректор с анодом и катодом из инертных насыпных материалов (графит). Испытание такой системы позволило скорректировать значения водородного показателя обрабатываемой воды до $\text{pH } 6,24 \pm 0,114$ и $8,10 \pm 0,158$ при исходных значениях 7,4. Напряжение при обработке составляло 18,3 Вольта, Сила тока 2,1 Ампера, при минерализации воды (TDS) = 287 ppm. Полученные значения позволяют произвести разделение потоков в системе для создания благоприятных условий прохождения биотехнологических процессов в биофилтре, и воздействовать на баланс аммиак-аммония в рыбоводных емкостях.

Ключевые слова: установка замкнутого водоснабжения, биологическая очистка, клариевый сом, рН-коррекция, аквапоника

A. Kozyr

Polesky State University, Pinsk, Republic of Belarus

DETERMINATION OF FACTORS AFFECTING THE BIOLOGICAL FILTRATION SYSTEM IN INDUSTRIAL AQUACULTURE AND METHODS TO INCREASE ITS EFFICIENCY

Abstract: Industrial fish farming is becoming increasingly developed, and, in particular, the cultivation of aquatic organisms in recirculating aquaculture system (RAS). These systems are promising due to the possibility of growing fish at high planting densities with minimal use of water resources. To bring the circulating waters to the values of indicators necessary for the cultivation of a certain type of fish, equipment is used (mechanical and biological filtration systems, disinfection, aeration, etc.), which allows to maintain the factors of the growing environment at the required technological level. The resource efficiency and performance of the entire system depends on the efficiency of this equipment. One of the most important elements of RAS is a biofilter: the processes of biological oxidation and redox reactions carried out by microorganisms in it make it possible to reduce the concentration of nitrogenous compounds in the system. The main factors influencing the efficiency of the biological filtration system are determined: temperature from 13 to 28 °C, concentration of dissolved oxygen at least 2 mg/l at the outlet of the biofilter, concentration of total ammonium nitrogen up to 4.5 mg/l, pH 8.0–8.2 and the absence of direct sunlight on the open part of the biofilter. RAS makes it possible to control these factors affecting the flow of technological processes. However, the adjustment of the hydrogen index causes difficulties for the service personnel. It is not always possible to make the correct



calculation of the required amount of alkali or acid, given the high buffering of circulating waters and to maintain pH values at the same level. In the process of such an adjustment, side chemical compounds are formed, which subsequently need to be removed from the system, increasing the total water consumption of the RAS. There are methods of electrolysis reagentless pH correction. A non-reactive pH corrector with an anode and cathode made of inert bulk materials (graphite) has been developed. Testing of such a system made it possible to correct the values of the hydrogen index of the treated water to pH 6.24 ± 0.114 and 8.10 ± 0.158 at the initial values of 7.4. The processing voltage was 18.3 Volts, Current 2.1 Amperes, with water mineralization (TDS) = 287 ppm. The obtained values make it possible to separate the flows in the system to create favorable conditions for the passage of biotechnological processes in the biofilter, and to influence the ammonia-ammonium balance in fish tanks.

Keywords: Recirculating aquaculture system, biological purification, clarium catfish, pH correction, aquaponics

Введение. Все большее развитие получает индустриальное рыбоводство, и, в частности, культивирование гидробионтов в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) [1]. В настоящее время, практически во всём мире (включая страны с тропическим климатом) используются данные системы, так как они позволяют гарантируемо управлять процессом выращивания и планировать объем и сроки вылова выращиваемой рыбы [2]. Также данные системы позволяют производить продукцию при ограниченных запасах водных ресурсов, достигается это за счет рециркуляции технологических вод в установке. В современных УЗВ ежедневный подмен воды составляет от 8 до 12 % от объема установки в сутки [3]. За счет рециркуляции и малой подмены чистой воды в системе накапливается большое количество загрязнителей как механических (чешуя, остатки корма, фекальные массы), так и химических (азотистые соединения, фосфор, углекислый газ и др.). Для приведения технологических вод к значениям показателей необходимых при культивировании определенного вида рыбы используется технологическое оборудование, позволяющее существенно сократить количество загрязнителей в системе [4].

Основная часть. Обработка воды в УЗВ включает в себя несколько этапов, которые можно разделить на механическую и биологическую очистку. В механическом удалении частиц и дезинфекции участвуют физико-химические агенты (кислород, температура, озон, ультрафиолет (УФ), pH, Total Dissolved Solids (TDS), а в случае биологической



очистки преобладают процессы биологического окисления и окислительно-восстановительные реакции, проводимые микроорганизмами. Сообщество в биофилтре играет ключевую роль в обработке воды. Фактически, оно влияет на вид и концентрацию азотистых соединений, прирост биомассы и активность рыб, и потребление кислорода системой, также весомое значение оказывается на водородный показатель [5].

В УЗВ бактерий условно разделяются на две группы, первые — гетеротрофные бактерии участвующие в минерализации различных органических веществ в системе: углеводов, аминокислот, белков и липидов. Они поступают с несъеденным кормом и экскрементами рыб. Вторая группа — автотрофные бактерии которые окисляют неорганические азотосодержащие соединения, серу и железо, при этом добывая энергию. Для реализации данного процесса необходим углерод, источником которого выступает углекислый газ [6]. В ходе минерализации азота в составе протеинов происходит выделение аммония (NH_4^+). Также большое количество азотосодержащих соединений выделяется непосредственно рыбами, в том числе и через жабры.

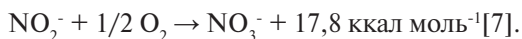
Основное достоинство при культивировании рыбы в УЗВ — возможность управления системой. Процессы механической очистки, температуры, проточности легко управляются, в то время как биологические системы, основанные на взаимодействии микробных сообществ между собой и со средой, с трудом поддаются контролю. Для протекания реакций нитрификации в системе биологической очистки необходимо создание определенных условий среды. Реакция проходит в два этапа на первом этапе окисляющие аммоний бактерии, переводят аммоний в нитрит, на втором этапе нитрит окисляется до нитрата. В данных процессах участвуют протеобактерии *Nitrosomonas* и *Nitrobacter*. И те, и другие микроорганизмы являются грамотрицательными. Их относят к семейству *Nitrobacteriaceae*. Все известные нитрифицирующие бактерии являются облигатными аэробами, и для проведения реакций им необходим кислород. Реакцию окисления аммония можно представить следующим образом:



Но весь процесс превращения аммония в нитраты происходит в несколько этапов с образованием соединений, где азот имеет разную степень окисленности. Сначала аммоний окисляется до гидроксилamina,



как промежуточного продукта, а затем до нитрита. Реакция окисления нитрита в нитрат имеет следующий вид:



Для проведения реакции нитрификации необходимо значительное количество кислорода. При недостаточной концентрации кислорода в биофилтре реакция окисления нитрита в нитрат может не происходить, и технологические воды будут насыщаться токсичным для рыбы нитритом. Понижение уровня кислорода в воде может быть связано со сбоями в работе аэрационного оборудования, либо наличием больших колоний гетеротрофных бактерий [8]. Если механизмы нитрификации в должной степени изучены, то влияние флоры гетеротрофных бактерий вызывает вопросы. Основной проблемой является то, что они конкурируют с автотрофными бактериями за кислород и субстрат, и существенно ингибируют нитрификацию [9]. Фактически, в биофилтре гетеротрофные бактерии развиваются быстрее и преобладают на внешнем слое наполнителя, непосредственно потребляя кислород из воды. Это пагубно сказывается на автотрофах, которые растут медленнее и в глубоких слоях субстрата и биофилтра. Конкуренция имеет критическое значение в эффективности работы филтра при окислении аммония [10].

На процессы нитрификации в УЗВ оказывают факторы, представленные на рис. 1.

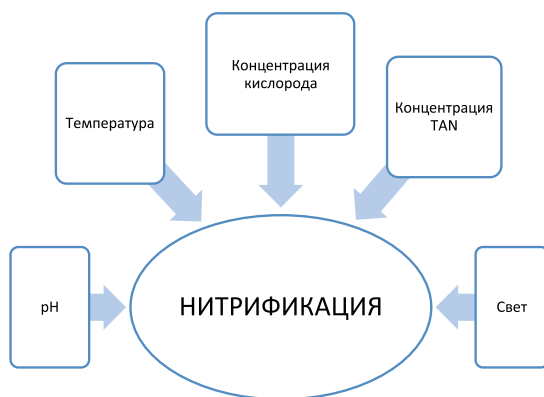


Рис. 1. Факторы среды влияющие на процессы нитрификации

Fig. 1. Environmental factors affecting nitrification processes



1 — температура и концентрация кислорода. Данные факторы имеют взаимосвязь, так как температура воды в биологическом фильтре имеет влияние на концентрацию растворенного в ней кислорода. Растворимость кислорода в воде повышается с понижением температуры, поэтому в холодной воде концентрация кислорода выше (табл. 1).

Таблица 1. Зависимость концентрации растворенного кислорода в воде от температуры [11]

Table 1. Dependence of dissolved oxygen concentration in water on temperature [11]

Температура (°C)	Концентрация кислорода (мг/л)
15	9,8
20	9,1
25	8,1
30	7,5

Снижение уровня кислорода в биологическом фильтре ведет к снижению эффективности нитрификации. На каждый грамм окисления аммония в нитрат требуется не менее чем 4,57 г кислорода. Оптимальная работа системы биологической фильтрации достигается при концентрации выше 2 мг/л в оборотной технологической воде, выходящей после системы биологической фильтрации. Недостаток кислорода не позволяет должным образом развиваться нитрифицирующим бактериям, и они уступают свое место на субстрате гетеротрофным, развитие которых оказывает пагубное воздействие на систему. Наиболее оптимальным диапазоном температуры воды в биофильтре являются значения от 13 до 28 °C.

Управление температурным режимом может производиться путем корректировки мощности системы нагрева или охлаждения, а также за счет подменной воды непрошедшей стадию подогрева. Использование датчиков температуры в различных узлах УЗВ позволяет оператору иметь полную температурную карту установки и грамотно производить ее корректировку согласно технологическим аспектам культивируемого вида рыбы.

Уровень растворенного кислорода можно увеличить путем повышения производительности воздуходувок/оксигенаторов, или понижением температуры воды, а также путем уменьшения количества его потребителей. Понижение температуры возможно лишь в тех случаях, когда это позволяет технология культивирования выбранного вида



рыбы. Возможно повышение концентрации кислорода за счет применения средств интенсификации его внесения: напорные либо безнапорные оксигенаторы, ультразвуковые и керамические распылители.

Важную роль в управлении концентрацией растворенного кислорода является его контроль, для этого могут использоваться датчики растворенного кислорода, оксиметры, экспресс тесты, лабораторные способы определения. Контроль должен производиться как минимум в трех точках системы:

1. Культуральный бассейн;
2. Биологический фильтр;
3. Емкость накопитель после биофильтрации.

Постоянный плановый контроль позволит вовремя определить нехватку кислорода и предотвратить негативные последствия: снижение эффективности нитрификации, ухудшение гидрохимического режима, гибель рыбы.

2 — освещение. Освещение оказывает отрицательное влияние на работу системы биологической фильтрации. Под влиянием света происходит гиперполяризация клеточных мембран. Обладая положительным зарядом, мембраны отталкивают одноимённо заряженные ионы аммония, вследствие чего процессы нитрификации снижаются.

Также обилие света и питательных веществ вызывает развитие в биофилтре водорослей, которые оказывают общее негативное воздействие на систему механической фильтрации.

Для минимизации негативного воздействия света рекомендуется использовать крышки для биофильтров, однако при их конструировании следует учесть тот факт, что в верхней точке биофилтра должен обеспечиваться воздухообмен, так как в реакторе проходят процессы дегазации. Также при проектировании системы стоит отказаться от источников солнечного света вблизи биофильтров.

3 — концентрация азотистых соединений. Концентрация аммиак-аммония оказывает непосредственное влияние на скорость нитрификации и эффективность работы биофилтра. С его возрастанием продуктивность биофилтра повышается. Эта зависимость строго соблюдается в диапазоне концентрации аммония от 0 до 4,5 мг/л. Существуют данные, что слишком высокие концентрации аммония и нитрита подавляют нитрификацию.

Необходимо поддерживать уровень азотистых соединений на определенном уровне, при создании технологической схемы выращивания



рыбы избегать периодов, в которые в установке будет выращиваться крайне малое количество рыбы, неспособное продуцировать должное количество загрязнителей. Производить постоянный расчет продуцируемого общего аммонийного азота (TAN) в зависимости от вносимого корма.

4 — водородный показатель pH. Водородный показатель имеет наибольшее влияние на протекание нитрификации и работу системы биологической очистки. Его значения для общей системы и для бактерий указаны на рис. 2.

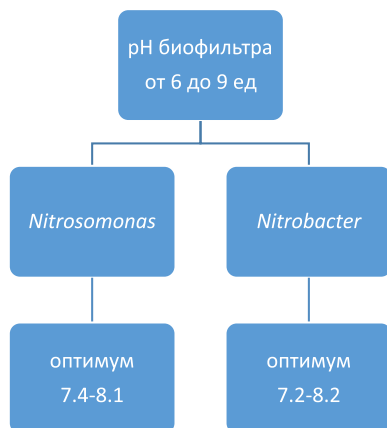


Рис. 2. Значения pH для нитрификации
Fig. 2. pH values for nitrification

Слабощелочная вода является оптимумом для эффективной работы бактерий биофильтра. Поддержание такого режима в биофильтре также обусловлено тем, что для перевода аммиак-аммония в нитрат необходимо израсходование щелочей из системы. Для этого рыбоводами они вносятся в установку из вне, в основном в виде бикарбоната натрия (рекомендуется вносить 250 г на 1 кг корма). В процессе нитрификации происходит закисление среды, и при плохих буферных свойствах биофильтра, либо при отсутствии должной корректировки со стороны обслуживающего персонала происходит снижение pH и замедляется нитрификация. Если вообще не проводить корректировку pH, то эффективность работы биофильтра может снизиться до 65 % от проектной. Корректировка не производится в том случае, если водородный пока-



затель воды используемой для подпитки системы уже имеет слабощелочные значения.

Показатели pH в системе также оказывают на баланс аммиак-аммония. Аммиак и ион аммония находятся в химическом равновесии $\text{NH}_3 - \text{H}^+ - \text{NH}_4^+$, которое в щелочной среде смещается влево — связывание ионов водорода, а в кислой вправо — образование аммония. Кроме pH воздействие оказывает температура технологических вод. Зависимость соотношения свободного и связанного аммиака приведена в табл. 2.

Таблица 2. Зависимость соотношения свободного и связанного аммиака при различных значениях pH и температуры [11]
Table 2. Dependence of the ratio of free and bound ammonia at different pH and temperature values [11]

Температура	Содержание аммиака в % при различных значениях pH							
°C	6,0	7,0	7,5	8,0	8,2	8,4	8,6	8,8
25	0,05	0,53	1,70	5,1	7,8	11,9	17,6	25,3
15	0,03	0,26	0,80	2,5	3,9	6,1	9,2	14,0
5	0,01	0,12	0,37	1,2	1,8	2,9	4,5	6,9

Ион аммония NH_4^+ не оказывает значительного негативного влияния на рыб, как и в случае с CO_2 , организм рыбы выделяет свободный аммиак NH_3 через жабры. Выделение аммиака, как правило, прямо пропорционально количеству съеденного корма, обратно пропорционально кормовому коэффициенту и зависит процента протеина в корме и качества ингредиентов позволяющих его достичь.

Кроме pH на равновесие и образование азотистых соединений оказывает влияние температура. Повышение температуры технологических вод активизирует процессы аммонификации, или гниения, — разложении белков на менее сложные соединения: пептоны, пептиды, аминокислоты. Аминокислоты разрушаются до конечного продукта — аммиака. В процессах расщепления белка активное участие принимают аэробные микроорганизмы: и пигментообразующие бактерии, жизнедеятельность и работа которых также оказывает влияние на концентрацию растворенного кислорода в воде. Таким образом, перед подачей воды на систему биологической фильтрации необходимо производить качественную механическую очистку технологической оборотной воды от загрязнителей. Особенно проблемными для удаления и последующего разложения являются тонкодисперсные взвешенные частицы диаметром менее 30 мкм, так как в основ-



ном фильтрующее сито барабанных фильтров имеет диаметр ячеей от 50 до 100 мкм [12].

Таким образом, все вышеперечисленные факторы оказывают влияние на работу системы биологической фильтрации и процессы нитрификации. Для достижения максимальной производительности биофильтра необходимо обеспечить контроль и управление данными факторами. Наиболее сложным в плане управления является водородный показатель. В УЗВ его контролируют путем внесения щелочей или кислот, в зависимости от первоначального значения рН. Однако применение данного способа несет за собой ряд недостатков. Имеется сложность в расчете необходимого количества реагента для рН коррекции, в случае ошибки технолога и внесения большей концентрации щелочей или кислот произойдет существенное закисление или защелачивание воды. Изменение водородного показателя в УЗВ не должно колебаться более 0,5–0,7 ед в сутки, иначе это оказывает негативное влияние на культивируемую рыбу. Ошибка во внесении реагентов также может быть обусловлена высокими буферными свойствами технологической воды. В процессе такой корректировки образуются побочные химические соединения, которые в последствии необходимо удалять из системы.

Все большее распространение в смежных отраслях получают способы электрохимической обработки воды. Они применяются для очистки природных и сточных вод, позволяют отказаться от использования химических реагентов, исключить рост соледержания в воде, получать необходимые продукты непосредственно из обрабатываемой воды. Особенно эффективно использование этих методов в безотходных и малоотходных технологиях в замкнутых системах, где ввод любого вещества в систему неизбежно приводит к его накоплению, коей и является УЗВ.

Данная технология позволяет производить электролизную обработку технологических вод УЗВ с разделением продуктов ее реакции. В электролизере, под влиянием электрического тока протекают сложные физико-химические процессы в результате которых происходит изменение валентности ионов при окислительно-восстановительных реакциях, приводящие к изменению рН и окислительно-восстановительного потенциала (ОВП). Используя данную технологию возможна как корректировка водородного показателя, так и разделение технологической воды на католит и анолит.



Интеграция данной технологии в систему очистки технологической воды в УЗВ позволит производить безреагентную pH-коррекцию. Учитывая тот факт, что слабощелочная среда в биофильтре повышает его производительность и является оптимальной для нитрифицирующих бактерий, в то время как в рыбоводных емкостях целесообразно поддерживать нейтральную-слабокислую среду для минимизации воздействия аммиака на рыбу, возможно разделение технологической воды на слабощелочную и слабокислую и направление только катодной воды в систему биологической очистки.

Для проверки данной гипотезы был разработан электролизёр с анодом и катодом из графита. Для разделения продуктов электролизных реакций использовалось тканное полотно. Электролизный pH-корректор был подключен к источнику питания постоянного тока.

Был произведен тест безреагентного pH-корректора: в систему подавалась вода из рыбоводных емкостей, в которых выращивался Клариевый сом (*Clarias gariepinus*), с результатами обработки можно ознакомиться в табл. 3.

Таблица 3. Гидрохимические показатели технологических вод УЗВ при безреагентной pH-коррекции
Table 3. Hydrochemical parameters of process waters of the ultrasonic system with non-reactive pH correction

рН	Температура, °С	№ пробы
Исходная		
7,4	26,3	—
Анодная		
6,2	26,3	1
6,4	26,4	2
6,3	26,6	3
6,1	26,7	4
6,2	26,7	5
Катодная		
7,9	26,4	1
8,2	26,4	2
8,0	26,5	3
8,3	26,5	4
8,1	26,5	5
Смешанная анодная и катодная		
7,2	26,6	—

Напряжение при обработке составляло 18,3 Вольта, Сила тока 2,1 Ампера, при минерализации воды (TDS) = 287 ppm.

Тестирование безреагентного pH-корректора показало, что возможно производить разделение технологической воды на слабощелочную и слабокислую, с возможностью ее дальнейшей нейтрализации. Наибольшее расхождение значений анодной и катодной воды составило 2,2 единицы pH, а среднее значение $6,24 \pm 0,114$ и $8,10 \pm 0,158$ соответственно.

Таким образом возможно производить корректировку водородного показателя к значениям необходимым для протекания биотехнологических процессов в УЗВ: воздействовать на равновесие аммиака и аммония в рыбоводных емкостях и биофилтре путем увеличения доли аммония в рыбоводных емкостях, что ведет к минимизации воздействия TAN на рыбу и одновременно поддерживать высокую концентрацию аммиака в биологическом фильтре для интенсификации реакции нитрификации, схема системы и значения pH в ней представлены на рис. 3.

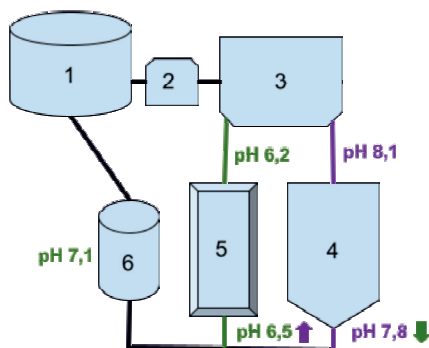


Рис. 3. Принципиальная схема УЗВ с использованием pH-корректора:

- 1 — рыбоводная емкость, 2 — механический фильтр, 3 — pH-корректор,
4 — биофильтр, 5 — аквапонный модуль, 6 — емкость реактор

Fig. 3. Schematic diagram of the RAS using a pH corrector:

- 1 — fish tank, 2 — mechanical filter, 3 — pH-corrector, 4 — biofilter,
5 — aquapon module, 6 — reactor tank

При коррекции водородного показателя образуется слабокислая вода, богатая азотистыми соединениями и насыщенная кислородом, она может быть использована для выращивания растений методом ак-



вапоники [13]. Использование данной технологии позволит снизить концентрацию нитратов, проблему которых не решает классическая система биологической фильтрации, а также получать дополнительную фитопroduкцию [14].

Следовательно, при разделении потока технологической оборотной воды после рН корректировки возможно направление на аквапонный модуль воды с $\text{pH } 6,24 \pm 0,114$, а в биофильтр $8,10 \pm 0,158$ (данные показатели получены при проведении испытаний блока коррекции рН табл. 3), что обеспечит в биофильтре 5,164 процентов содержание аммиака соответственно (согласно данным табл. 2), и обеспечит эффективное прохождение реакций нитрификации.

Также электролизное воздействие позволяет производить первичную деструкцию органических соединений, тем самым облегчая работу системе биологической очистки по удалению азотистых соединений. При обработке производится изменение ОВП воды, что благоприятно сказывается на состоянии биопленки и времени ее нарастания. Разработанный рН-корректор при различных технологических режимах его использования способен как поддерживать на одном уровне значения рН, так и приводить катодную и анодную воды к конкретным значениям необходимым для протекания биотехнологического процесса.

Выводы. Система биологической очистки является самым сложным и наименее управляемым компонентом УЗВ, когда от эффективности ее работы зависит производительность и ресурсоэффективность всей установки. Для эффективного протекания реакций нитрификации необходимо создание оптимальных условий: температура от 13 до 28 °С, TAN около 3–4 мг/л, водородный показатель рН 8,0–8,2, низкая освещенность и отсутствие солнечных лучей, соблюдение проточности, низкие концентрации взвешенных веществ.

Современное технологическое оборудование позволяет эффективно управлять большинством из вышеперечисленных показателей, однако существуют проблемы с рН коррекцией, она производится путем внесения щелочей или кислот в оборотные воды УЗВ. За счет высокой буферности технологической воды в системе технолог не всегда может правильно произвести расчет корректирующего агента.

Существуют методики электролизной безреагентной рН-коррекции. Испытание такой системы позволило скорректировать значения водородного показателя обрабатываемой воды до $\text{pH } 6,24 \pm 0,114$ и $8,10 \pm 0,158$ при исходных значениях 7,4. Полученные значения позволяют произ-



вести разделение потоков в системе для создания благоприятных условий прохождения биотехнологических процессов в биофильтре, и взаимодействовать на баланс аммиак-аммония в рыбоводных емкостях.

Дальнейшие исследования будут направлены на создания опытной УЗВ с системой безреагентной рН-коррекции, и определению влияния данного комплекса на основные факторы среды выращивания и рыбохозяйственные показатели.

Список использованных источников

1. Осуществление рекомендаций предыдущих сессий подкомитета по аквакультуре КРХ [Электронный ресурс] : отчет 11 сес., Рим, 24–27 мая 2022 г. / Продовольств. и с.-х. орг. Объед. Наций, Ком. по рыб. хоз-ву, Подком. по аквакультуре. — Режим доступа: www.fao.org/3/cb9459ru/cb9459ru.pdf. — Дата доступа: 01.09.2022.
2. Агеец, В. Ю. Экологические проблемы рыбоводства в Республике Беларусь и пути их решения / В. Ю. Агеец // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. — 2015. — № 2. — С. 95–101.
3. Григорьев, С. С. Индустриальное рыбоводство : учеб. пособие : в 2 ч. / С. С. Григорьев, Н. А. Седова. — Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2008. — Ч. 1 : Биологические основы и основные направления разведения рыбы индустриальными методами. — 186 с.
4. Аквавитро [Электронный ресурс] : сайт по вопр. рыбоводства, аквакультуры и биологии гидробионтов. — Режим доступа: <http://aquavitro.org>. — Дата доступа: 01.09.2022.
5. Брайнбалле, Я. Руководство по аквакультуре в установках замкнутого водоснабжения: введение в новые экологические и высокопродуктивные замкнутые рыбоводные системы / Я. Брайнбалле. — Копенгаген : ЕВРО-ФИШ ; ФАО, 2010. — 71 с.
6. Жигин, А. В. Замкнутые системы в аквакультуре / А. В. Жигин. — М. : РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2011. — 664 с.
7. Никаноров, А. М. Гидрохимия : учебник / А. М. Никаноров. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб. : Гидрометеиздат, 2001. — 444 с.
8. Пономарев, С. В. Индустриальное рыбоводство : учебник / С. В. Пономарев, Ю. Н. Грозеску, А. А. Бахарева. — Изд. 2-е., испр. и доп. — СПб. [и др.] : Лань, 2013. — 415 с.
9. Проскуренок, И. В. Замкнутые рыбоводные установки / И. В. Проскуренок. — М. : ВНИРО, 2003. — 152 с.
10. Жигин, А. В. Техничко-экономические аспекты использования замкнутых систем в рыбоводных хозяйствах / А. В. Жигин, Н. В. Мовсесова // Рыбоводство и рыб. хоз-во. — 2014. — № 8. — С. 47–57.
11. Клариевый сом — перспективный объект индустриального рыбоводства / В. В. Ярмош [и др.] ; Полес. гос. ун-т. — Пинск : [б. и.], 2020. — 202 с.



12. Козырь, А. В. Рыбоводно-технологическая оценка установок замкнутого водоснабжения и пути повышения их ресурсоэффективности / А. В. Козырь // Весн. Палес. дзярж. ун-та. Сер. прыродазн. навук. — 2022. — № 1. — С. 55–65.
13. Козырь, А. В. Влияние аквапонного модуля на содержание азотистых соединений в тепловодных установках замкнутого водоснабжения при выращивании клариевого сома (*Clarias Gariepinus*) / А. В. Козырь, Л. С. Цвирко // Весн. Палес. дзярж. ун-та. Сер. прыродазн. навук. — 2019. — № 1. — С. 87–94.
14. Ковригин, А. В. Автоматизированная технология производства экологически чистой продукции растениеводства и аквакультуры в контролируемых условиях помещений / А. В. Ковригин // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. — 2016. — № 4 (12). — С. 124–129.

References

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Report of the Eleventh Session of the Sub-Committee on Aquaculture, Rome, Italy, 24–27 May 2022. FAO Fisheries and Aquaculture Report, no. 1381. Rome, FAO, 2022. 81 p. <https://doi.org/10.4060/cc0928t>
2. Ageyets V. Y. Ecological problems of fisheries in the Republic of Belarus and their solutions. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk* = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series, 2015, no. 2, pp. 95–101 (in Russian).
3. Grigor'ev S. S., Sedova N. A. Industrial fish farming. Part 1. Biological bases and main directions of fish breeding by industrial methods. Petropavlovsk-Kamchatsky, Kamchatka State Foam Technical University, 2008. 186 p. (in Russian).
4. Aquavitro. Available at: <http://aquaviro.org> (accessed 01.09.2022) (in Russian).
5. Bregnballe J. A guide to recirculation aquaculture: an introduction to the new environmentally friendly and highly productive closed fish farming systems. Copenhagen, Eurofish International Organisation, 2010. 64 p.
6. Zhigin A. V. Closed systems in aquaculture. Moscow, Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural, 2011. 664 p. (in Russian).
7. Nikanorov A. M. Hydrochemistry. 2nd ed. St. Petersburg, Gidrometeoizdat Publ., 2001. 444 p. (in Russian)
8. Ponomarev S. V., Grozesku Yu. N., Bakhareva A. A. Industrial fish farming. 2nd ed. St. Petersburg etc., Lan' Publ., 2013. 415 p. (in Russian).
9. Proskurenko I. V. Closed fish farms. Moscow, Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, 2003. 152 p. (in Russian).
10. Zhigin A. V., Movsesova N. V. Technical and economic aspects of the use of closed systems in fish farms. *Rybovodstvo i rybnoe khozyaistvo* = Fish Breeding and Fisheries, 2014, no. 8, pp. 47–57 (in Russian).
11. Yarmosh V. V., Tsvirko L. S., Tarazevich E. V., Astrenkov A. V., Kozyr A. V. Clary catfish — a promising object of industrial fish farming. Pinsk, 2020. 202 p. (in Russian).



12. Kozyr A. V. Fish breeding and technological assessment of recirculating aquaculture system and ways to increase their resource efficiency. *Vesnik Paleskaga dzyarzhaunaga universiteta. Seryya pryrodaznauchykh navuk* = Bulletin of the Polesky State University. Series of Natural Sciences, 2022, no. 1, pp. 55–65 (in Russian).
13. Kozyr A. V., Tsvirko L. S. Influence of the AQUAPONIC module on the content of nitrogenous connections in the warm-water installations of the closed water supply at cultivation of *Clarias Gariepinus*. *Vesnik Paleskaga dzyarzhaunaga universiteta. Seryya pryrodaznauchykh navuk* = Bulletin of the Polesky State University. Series of Natural Sciences, 2019, no. 1, pp. 87–94 (in Russian).
14. Kovrigin A. V. Automated technology for the production of environmentally friendly products of crop production and aquaculture in controlled conditions of premises. *Innovatsii v APK: problemy i perspektivy* [Innovations in the Agro-Industrial Complex: Problems and Prospects], 2016, no. 4 (12), pp. 124–129 (in Russian).

Сведения об авторах

Козырь Алексей Викторович — аспирант кафедры технологий аквакультуры, Полесский государственный университет (ул. Днепровской Флотилии 23, 225710, г. Пинск, Республика Беларусь) E-mail: tpark.kozyr@gmail.com

Information about the authors

Kozyr Alexey — Postgraduate student of the Department of Aquaculture, Technologies of Polesky State University (Dneprovskaya Flotilla str. 23, 225710, Pinsk, Republic of Belarus) E-mail: tpark.kozyr@gmail.com

АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ



УДК 579.66:577.112

Поступила в редакцию 11.10.2022

<https://doi.org/10.47612/978-985-880-000000-0-2022-38-184-198>

Received 11.10.2022

В.Ю. Агеец¹, Г.П. Воронова¹, А.Г. Литвинова¹, О.М. Таврыкина²,
В.К. Дашкевич¹, С.И. Ракач¹, В.А. Хотин¹

¹РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр
Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Минск, Беларусь

²РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного
использования водных ресурсов», Минск, Беларусь

ИЗУЧЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ МОДЕЛЕЙ БИОКОМПОСТОВ ДЛЯ ПРУДОВЫХ ЭКОСИСТЕМ

Аннотация: Разработка компостов на основе местных биоресурсов для стимуляции развития естественной кормовой базы прудов и повышения их продуктивности является актуальной задачей в свете интенсификации рыбоводных процессов. В связи с этим на базе лаборатории гидробиологии и гидрохимии РУП «Институт рыбного хозяйства» в 2021 г. была осуществлена закладка 10 вариантов многокомпонентных компостируемых смесей на основе местного сырья рыбоводческих предприятий с применением различных способов их биоактивации. Изучены химические показатели исходного сырья, показатели качества готовых компостных смесей, проведен анализ динамики основных физико-химических показателей в процессе их созревания (температура, pH, влажность, убыль массы, содержание органических веществ, азота, фосфора и калия). Были выявлены 2 состава биокомпостов с наилучшими показателями качества и минимальными сроками их созревания.

Ключевые слова: компосты, удобрение, бактериальный препарат, отходы пищевого производства, химические показатели, влажность, температура, биогенные элементы, органическое вещество, созревание, минерализация

U. Aheyets¹, G. Voronova¹, A. Litvinova¹, O. Tavrykina², V. Dashkevich¹,
S. Rakach¹, V. Khotin¹

¹RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center
of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry”, Minsk, Belarus

²RUE “Central Research Institute for integrated use of water resources”, Minsk, Belarus

STUDY OF LABORATORY MULTI-COMPONENT MODELS OF BIOCOMPOSTS FOR POND ECOSYSTEMS

Abstract: Working of composts, including local bioresources, to stimulate the development of the natural food base of ponds and increase their productivity,



is an urgent task in the light of the intensification of fish breeding processes. Thereby, on the base of the Laboratory of hydrobiology and hydrochemistry of the RUE «Fish Industry Institute», 10 variants of multicomponent compostable mixtures, based on local raw materials from fish farms, were laid down in 2021, using various methods of their bioactivation. Chemical parameters of initial raw materials, as well as the quality of mature compost mixtures were studied, the dynamics of the main physical and chemical parameters in the process of their maturation (temperature, pH, humidity, weight loss, content of organic substances, nitrogen, phosphorus and potassium) were analyzed. 2 compositions of biocomposts with the best quality indicators and minimum maturation time were identified.

Keywords: composts, fertilizer, microbial substance, food product waste, chemical parameters, humidity, temperature, biogenic elements, organic matter, maturation, mineralization

Введение. Одной из главных задач прудового рыбоводства выступает его интенсификация путем воздействия на продукционные процессы в биоценозе пруда, на оптимизацию трофических связей, выявление возможностей получения максимальной естественной рыбопродуктивности и снижение затрат комбикормов. В этом контексте оправданным является производство и применение в рыбоводных прудах биокомпостов. Оно по своей сути направлено на вовлечение в хозяйственно-биологический круговорот инертных по удобрительным свойствам органических субстратов — растительных остатков и донных отложений рыбоводческих прудов [1–3]. В результате микробиологических процессов компостирования данных смесей происходит перегруппировка питательных веществ: из труднодоступной для гидробионтов формы они переходят в легкоусвояемые соединения, утилизируемые гидробионтами. Полученные удобрения становятся более концентрированными, биологически активными, обладают хорошими физико-механическими свойствами (сыпучестью, гомогенностью, транспортабельностью и т.д.) и могут применяться как в традиционном, так и в органическом рыбоводстве [4].

Изучение компостирования для рыбоводных прудов, начатое еще в 1940–1960 гг., первоначально было трудоемким и длительным процессом [5–6]. Эффективность производства компостов значительно повысилась после изучения микроорганизмов, целиком определяющих данный процесс своей активностью. Известно, что в процессе компостирования принимает участие множество бактерий (более 2000) и не менее 50 видов грибов, причем состав микроорганизмов хорошо изучен



на разных этапах компостирования в цикле азота, фосфора, образования гумусовых кислот и т.д.

Соответственно, возможно значительное ускорение процесса компостирования за счет направленного использования микроорганизмов, способствующих расщеплению и минерализации сложных органических соединений [7]. Кроме того, в последнее время проводятся исследования различных составов компостов, в том числе с точки зрения содержания в них аминокислот, на которые оказывают значительное влияние условия и способы компостирования.

Компосты могут широко применяться в разных способах и нормах их внесения для удобрения всех категорий рыбоводных прудов. Нересцовые пруды удобряют компостом (10 ц/га) в процессе заливки пруда. Мальковые пруды удобряются после осушения в августе, при этом на их дно вносят по 20 ц/га компоста. Выростные пруды удобряют компостом (20 ц/га) ранней весной по сухому, предварительно прокультивированному ложу. Затем засевают дно и за 9–10 суток до посадки рыб пруд заливают водой [8].

Учитывая, что в последнее время в Беларуси, как и во всем мире, большое внимание уделяется органическому и малозатратному производству сельскохозяйственной продукции, в том числе и в аквакультуре, разработка биокомпостов на основе местных биоресурсов для стимуляции развития естественной кормовой базы прудов и повышение их продуктивности является своевременным, позволит получить экологически чистую продукцию с одновременным снижением себестоимости рыбы и затрат на комбикорма.

Целью работы являлось исследование многокомпонентных биокомпостов для рыбохозяйственных предприятий на основе местного сырья и с применением биоактивации. **Задачами** работы выступали: 1) Изучение химического состава сырья для компостов; 2) лабораторная закладка биокомпостов разного состава и способа биоактивации; 3) Определение основных физико-химических параметров процесса компостирования; 4) Установление химических показателей готовых биокомпостов, выявление биокомпостов с наиболее качественным составом.

Материалы и методы. Материалом для закладки биокомпостов являлись: в качестве **основы** — наземная и водная растительность прудов рыбхозов, донные отложения из прудов и органические удобрения (навоз КРС), а также отходы пищевого производства и биоактиваторы.



Наземная растительность (разнотравье, мелкие осоки, злаки и бобовые) была взята из РУ «Вилейка», прибрежно-водная растительность (тростник, рогоз, осоки, стрелолист, камыш) — из ОАО «Рыбокомбинат «Любань». Растительность была скошена и высушена.

Донные отложения были взяты из прудов ОАО «Рыбокомбинат «Любань», РУ «Вилейка», СПУ «Изобелино», в дальнейшем из них был составлен один смешанный образец.

Апробированы 2 вида отходов пищевого производства: в одной серии компостов к основе добавляли картофельную мезгу (остаток растертого картофеля после извлечения из него крахмала), в другой — спиртовую барду (первичный отход при производстве спирта).

Для ускорения созревания компостов использовались биоактиваторы: микробные препараты «Биовир» (Беларусь), «Полибакт» (Беларусь) и «Биокомпост Турбоускоритель» (Россия), а также жидкое азотсодержащее удобрение КАС (карбамидо-аммиачная смесь) (Беларусь).

При закладке компостов было использовано весовое соотношение донные отложения :навоз : растительность, равное 1:1:0,8. Количество мезги картофельной применялось из расчета 32 кг/100 кг составной массы компоста, барды спиртовой — 55 л/100 кг массы компоста. В биокомпосты была добавлена вода для их увлажнения и доведения до требуемой влажности 60–70 %. Биоактиваторы вносились в растворенном виде по всему объему компоста в концентрациях согласно инструкции. Во все варианты, за исключением с КАС (поскольку там уже содержался фосфор), было добавлено фосфорное удобрение — монофосфат калия в количестве 1 % от массы компоста.

В опыте было заложено и исследовано 10 вариантов компостов, каждый — в двукратной повторности. Их состав:

1	Основа+мезга (Контроль)	6	Основа+барда (Контроль)
2	Основа+мезга +Биовир	7	Основа+барда +Биовир
3	Основа+мезга +Полибакт	8	Основа+барда +Полибакт
4	Основа+мезга +Турбоускоритель	9	Основа+барда +Турбоускоритель
5	Основа+мезга +КАС	10	Основа+барда +КАС

Отбор проб для определения содержания органического вещества и биогенных элементов проводился на разных стадиях созревания и в готовых компостах по вариантам.

Обсуждение результатов. Перед закладкой компостируемых смесей были изучены химические показатели исходного сырья.



Установлено, что *донные отложения* характеризуются нейтральной реакцией среды, значения обменной кислотности составили 6,3–6,4 ед. Они достаточно богаты органическим веществом, массовая доля которого в образце составила 37,1–39,2 и общим азотом — 2,05 %, содержание фосфора — 0,025–0,044 %. Соотношение С : N в донных отложениях составило 9,1–9,6.

По химическому составу *растительность*, произрастающая в прибрежной зоне и вокруг прудов, относится к сырью с высоким содержанием в первую очередь углерода ($C_{\text{орг.}}$ — 47,1–50 %), а также фосфора (до 0,62 %) и калия (до 2,26 %). Соотношение С : N в растительности составило 71,4–78,5.

Содержание элементов питания в *навозе* крупного рогатого скота в среднем составило: 2,32–2,42 % азота, 0,78–0,86 % фосфора, 2,5–2,6 % калия. Содержание органического вещества составило 78,4–79,8 %, золы — 20,2–21,6 %. Навоз относится к сырью, богатому азотом, соотношение С : N в нем составило 16,5–16,8.

Как показали исследования химического состава *картофельной мезги*, она обладала высокой влажностью 93,6–97,6 %, кислотностью (рН) — 3,9–4,9 ед. Массовая доля органических веществ в сухой массе составила 2,24–3,80 %. Содержание биогенных элементов (NPK) составляло 0,24–1,85 % в пересчете на сухой вес. *Зерновая барда* на 90,2–93,3 % представлена водой, содержание органического вещества составило 9,1 %. Выявлена высокая концентрация в барде общего фосфора (до 0,3 %) и азота (0,10–0,46 %).

После закладки компостов и на этапе их созревания нами регулярно проводилась аэрация смесей и измерялись основные физико-химические показатели (рН, температура, влажность), ход изменения которых проанализирован ниже.

Температура является одним из важнейших параметров, обеспечивающих эффективность компостирования. Процесс компостирования с точки зрения изменения температуры можно разделить на четыре стадии: мезофильную, термофильную, остывание, созревание.

Температура в исследуемых компостах в начале компостирования повышалась достаточно медленно, мезофильная стадия длилась 30–40 суток и сопровождалась повышением температуры до 40–55 °С, длительность термофильной стадии (разогревание до 60 °С) была короткой — 5–7 суток. Стадии остывания и созревания биокомпостов составили 30–35 суток. Наибольшее разогревание происходило в варианте с применением **КАС**.



В исследуемых биокомпостных смесях значения кислотности составляли 7,00–8,78 в вариантах с мезгой картофельной и 7,17–8,36 в вариантах с бардой спиртовой. Первоначальное повышение pH в компостируемых смесях происходило на стадии высоких температур за счет процессов аммонификации, снижение pH на заключительной стадии компостирования происходило в связи с превалированием процессов нитрификации [9]. Максимальные значения отмечены в середине компостирования на 38–40 сутки, за исключением вариантов с применением **КАС**, где значения pH были выше на начальной стадии компостирования, постепенно снижаясь в процессе созревания.

В процессе компостирования отмечены снижение влажности компостов и уменьшение их массы. Так, если влажность исследуемых биокомпостов в начале компостирования составляла 63,4–71,4 %, то влажность готового компоста в вариантах с мезгой картофельной не превышала 38,4–45,1 %, в вариантах с бардой — 33,3–42,5 %. Выход исследуемых биокомпостов после потерь массы колебался от 50,2 до 65,6 %. Наибольший выход биокомпостов (61,6–62,3 %) наблюдался в вариантах, где в качестве биоактиватора использовался препарат «**Биовир**», наименьший (50,3–57,4 %) — в вариантах с препаратом «**Турбоускоритель**».

Установленное время созревания биокомпостов составило по вариантам (описание составов приведено выше): **1** — 90–95, **2** — 70–75; **3** — 65–70; **4** — 70–75; **5** — 55–60; **6** — 85–90; **7** — 75–80; **8** — 70–75; **9** — 75–80; **10** — 50–55 суток соответственно. Применение биоактиваторов ускоряет производство компостов и позволяет значительно сократить сроки их созревания. Так, в контрольных вариантах без использования биоактиватора в лабораторных условиях сроки созревания компостов составили 85–95 суток, использование биоактиваторов сократило созревание компостов на 20–25 суток в вариантах с мезгой и на 10–15 суток в вариантах с бардой. Наименьшими сроками созревания характеризовались два компоста анаэробного созревания с использованием **КАС**, они созрели спустя 50–60 суток. Из аэробных компостов наиболее предпочтительным оказался вариант с использованием в качестве биоактиватора препарата «**Полибакт**», сроки созревания которого составили 65–70 суток на фоне применения мезги картофельной и 70–75 суток на фоне применения барды спиртовой.

В процессе приготовления компостов под действием микроорганизмов происходила минерализация органического вещества, в результате



в вариантах наблюдалось снижение содержания органического вещества с одновременным увеличением содержания минеральных элементов. Изменение содержания органического вещества и биогенных элементов в компостах по мере их созревания отражено на рис. 1–3.

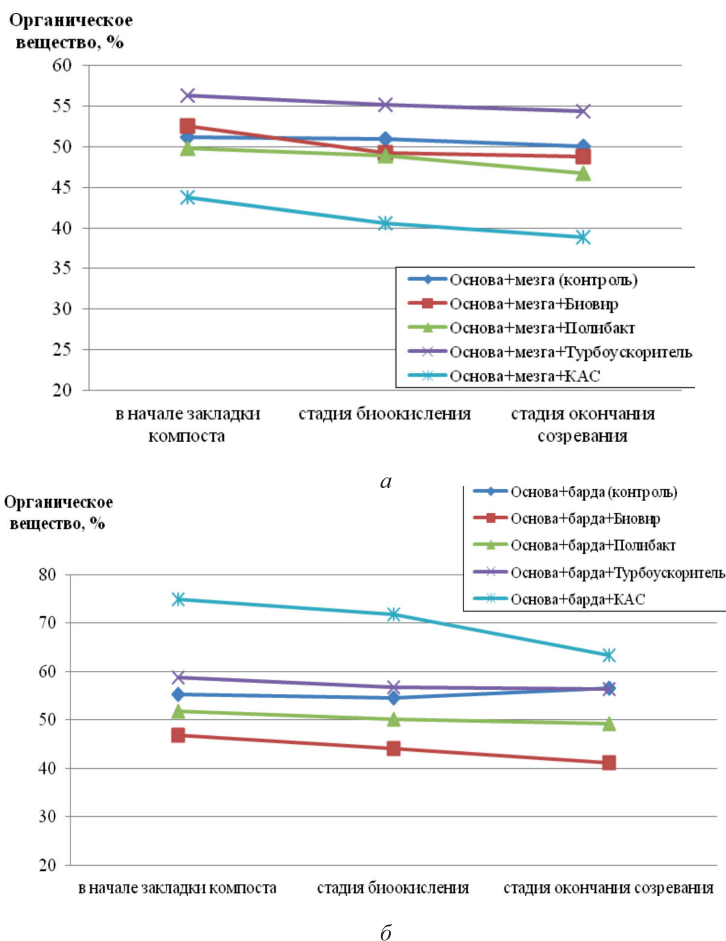
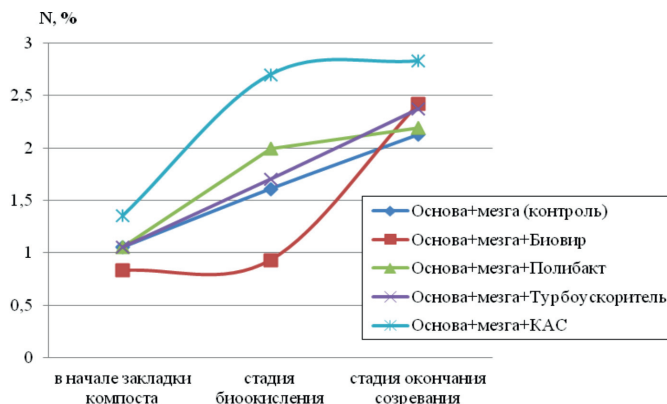
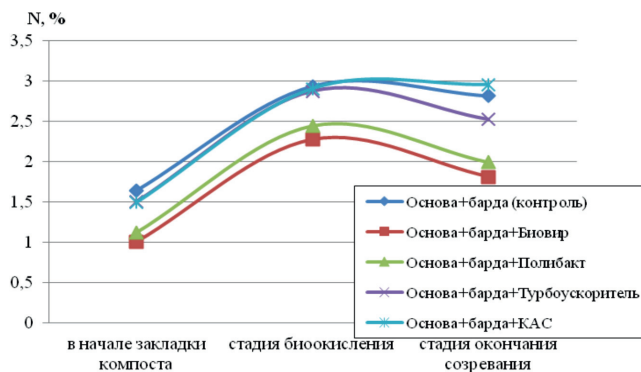


Рис. 1. Изменение содержания органического вещества в процессе созревания: А — биокomпосты на основе мезги картофельной, Б — биокomпосты на основе спиртовой барды

Fig. 1. Change in organic matter content during maturation: А — biocomposts based on potato pulp, Б — biocomposts based on alcohol bard



а



б

Рис. 2. Изменение содержания азота в процессе созревания:

А — биокомпосты на основе мезги картофельной,

Б — биокомпосты на основе спиртовой барды

Fig. 2. Change in total nitrogen content during maturation:

А — biocomposts based on potato pulp, Б — biocomposts based on alcohol bard

Наиболее интенсивно разложение органического вещества происходило в вариантах с использованием в качестве биоактиваторов препарата «Биовир» и КАС, в которых его содержание снизилось на 3,8–11,5 %, а скорость деструкции органического вещества достигала значений 0,05–0,08 % / сут.

В готовых биокомпостах возрастание содержания азота за счет распада безольных соединений составило 2–3 раза в вариантах с мезгой



(в начале закладки опыта содержание азота составило 0,83–1,35 %, в готовых компостах — 2,13–2,83 %) и 1,7-2 раза в вариантах с бардой (до 1,81–2,95 % в готовых компостах). В биокомпостах на основе спиртовой барды наибольшее содержание азота пришлось на стадию биоокисления, постепенно снижаясь по мере их созревания, вероятно, за счет потерь при улетучивании NH_3 и N_2 . Наибольшим содержанием общего азота характеризовался вариант, где применяли **КАС**, как с картофельной мезгой, так и со спиртовой бардой.

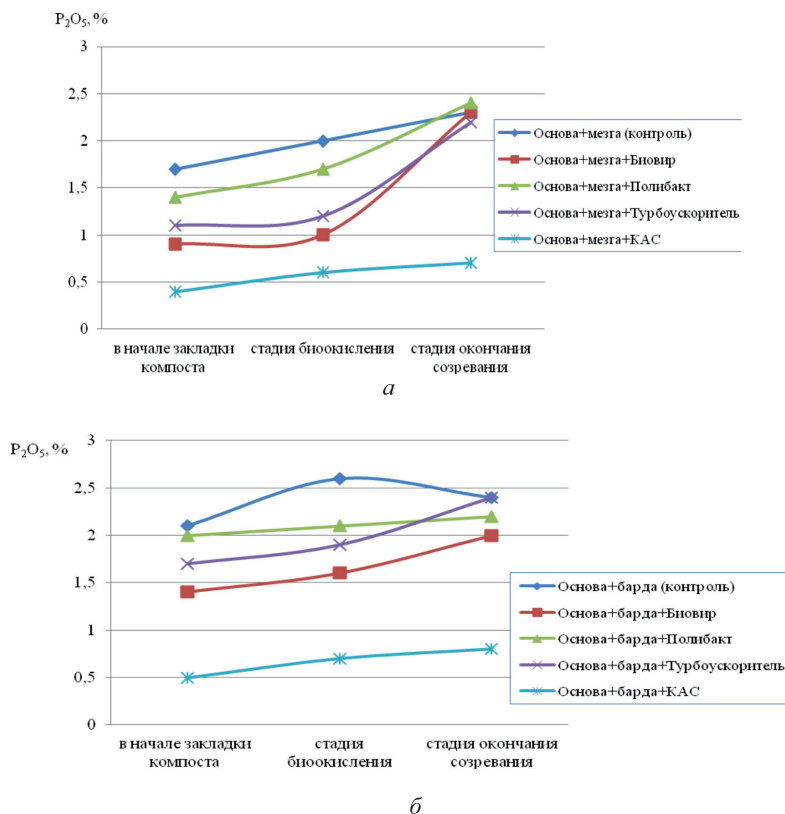


Рис. 3. Изменение содержания фосфора в процессе созревания:
А — биокомпосты на основе мезги картофельной,
Б — биокомпосты на основе спиртовой барды

Fig. 3. Change in total phosphorous content during maturation:
А — biocomposts based on potato pulp, Б — biocomposts based on alcohol bard

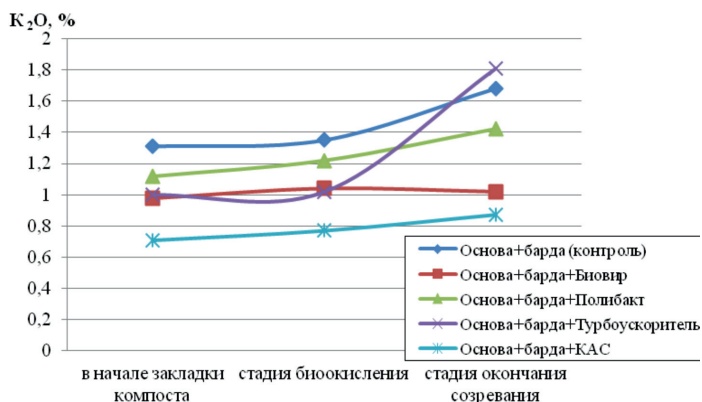
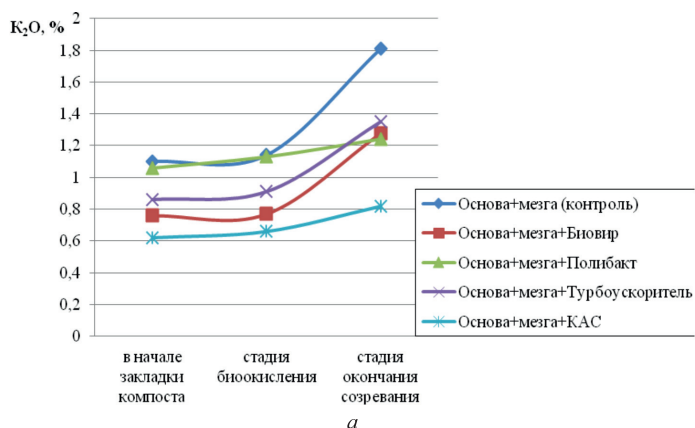


Рис. 4. Изменение содержания калия в процессе созревания:

А — биокомпосты на основе мезги картофельной,

Б — биокомпосты на основе спиртовой барды

Fig. 4. Change in total potassium content during maturation:

А — biocomposts based on potato pulp, Б — biocomposts based on alcohol bard

Содержание фосфора в готовых компостах повышалось в 1,4–2,6 раза по сравнению с начальной стадией компостирования и при использовании биоактиваторов достигало 2,0–2,4 %. При этом в вариантах с использованием биоактиваторов наблюдалась заметное повышение содержания фосфора в конце созревания биокомпостов. Наибольшее содержание фосфора отмечалось в вариантах с применением в качестве биоактивато-



ров препаратов «Полибакт» и «Турбоускоритель» — 2,2–2,4 %, как на фоне применения картофельной мезги, так и спиртовой барды. Содержание калия в процессе компостирования возрастало до 1,8 раз (рис. 4).

В целом, в вариантах готовых компостов с мезгой картофельной содержание калия было выше, чем в вариантах с использованием барды спиртовой, возможно, в том числе и за счет его более высокого содержания в исходном компоненте мезге по сравнению с бардой. Необходимо отметить, что в контрольных вариантах содержание калия было выше по сравнению с вариантами, где применялись микробные препараты, что, видимо, может быть связано с потреблением элемента микроорганизмами в процессе своей жизнедеятельности. Показатели качества полученных компостов представлены в табл.

Таблица. Качественные показатели созревших биокомпостов, % на сухое вещество
Table. Quality characteristics of matured biocomposts, % per dry matter

Вариант	Влажность	Зольность	pH	Орг. в-во	N _{общ}	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
1	38,4	49,9	7,6	50,1	2,13	2,3	1,81	2,09	1,12
2	38,9	51,2	7,4	48,8	2,42	2,3	1,28	2,13	0,87
3	40,4	53,2	7,6	46,8	2,19	2,4	1,24	2,69	1,17
4	39,3	45,6	7,5	54,4	2,37	2,2	1,35	2,24	1,02
5	45,1	61,1	7,5	38,9	2,83	0,7	0,82	0,59	1,10
6	34,5	43,4	7,3	56,6	2,81	2,4	1,68	3,01	0,96
7	42,5	58,8	7,4	41,2	1,81	2,0	1,02	3,53	1,17
8	36,9	50,8	7,3	49,2	1,99	2,2	1,42	4,43	1,00
9	33,3	43,7	7,4	56,3	2,52	2,4	1,81	3,52	0,98
10	42,1	36,6	7,3	63,4	2,95	0,8	0,87	1,65	1,12

Показатели pH по вариантам изменялись незначительно, составив 7,3–7,6, содержание органического вещества варьировало от 38,9 % до 63,4 %. Наибольшим содержанием общего азота характеризовались биокомпосты с КАС — 2,83–2,95 %, фосфора, калия и кальция — с биоактиваторами «Полибакт» и «Турбоускоритель» — 2,4–2,4 %, 1,24–1,84 % и 2,24–4,43 % соответственно.

Выводы. В модельных опытах были изучены состав и параметры процесса созревания биокомпостов для рыбоводных прудов на основе местного сырья и с применением ускорителей созревания. Установлено, что при компостировании температура в исследуемых биоком-



постах повышалась до 60 °С, наибольшее разогревание происходило в варианте с применением КАС. Сроки созревания компостов с применением активаторов составили 50–75 суток, компостирование шло максимально быстро при применении препаратов «Полибакт» и КАС. Повышение pH в компостируемых смесях происходило на стадии высоких температур на 38–40 сутки. При созревании компостов отмечались потери воды и убыль массы. Снижение влажности наиболее выражено протекало в первые 35–50 суток компостирования. Наименьшая убыль массы, составившая 37,7–38,4 %, наблюдалась в вариантах, где в качестве биоактиватора использовался препарат «Биовир».

Наибольшим содержанием общего азота характеризовались биокомпосты с КАС — 2,83–2,95 %, фосфора, калия и кальция — с биоактиваторами «Полибакт» и «Турбоускоритель» — 2,4–2,4 %, 1,24–1,84 % и 2,24–4,43 % соответственно. Полученные биокомпосты по содержанию азота и фосфора оказались близкими к навозу КРС, по содержанию кальция и магния значительно превосходили его во всех исследуемых вариантах.

В итоге максимально быстрым созреванием, наиболее высокой минерализацией органического вещества и как следствие наибольшим содержанием биогенных элементов отличились биокомпосты, где в качестве биоактиваторов были использованы микробный препараты «Полибакт» и азотное удобрение карбамидо-аммиачная смесь.

Список использованных источников

1. Кононов, В. А. Водная растительность и ее использование в прудовом рыбном хозяйстве / В. А. Кононов, В. С. Просяный. — Киев : Гос. изд-во с.-х. лит. УССР, 1949. — 32 с.
2. Карзинкин, Г. С. Удобрение прудов водной растительностью / Г. С. Карзинкин, С. Г. Карзинкин. — М. : Пищепромиздат, 1955. — 28 с.
3. Батенко, А. Г. Исследования ВНИИПРХ по применению в рыбоводных прудах органических и минеральных удобрений (1933–1967) / А. Г. Батенко // Сб. науч.-техн. информ. / Краснодар. фил. Всесоюз. науч.-исслед. ин-та прудового рыб. хоз-ва. — Краснодар, 1969. — Вып. 1. — С. 16–18.
4. Босак, В. Н. Особенности приготовления и применения компостов / В. Н. Босак // Наше сел. хоз-во. — 2011. — № 1. — С. 66–70.
5. Власюк, П. А. Обогащение навоза и использование биологически обогащенных компостов / П. А. Власюк, А. В. Манорик // Агробиология. — 1954. — № 3. — С. 24–33.
6. Ерофеева, Ж. И. Об оценке компостов для рыбоводных прудов / Ж. И. Ерофеева // Вопросы прудового рыбоводства : сб. науч. тр. / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т прудового рыб. хоз-ва. — М., 1971. — Вып. 6. — С. 34–49.



7. Состав микробного сообщества на разных стадиях компостирования, перспектива получения компоста из муниципальных органических отходов (обзор) / А. Н. Ножевникова [и др.] // Приклад. биохимия и микробиология. — 2019. — Т. 55, № 3. — С. 211–221. <https://doi.org/10.1134/S0555109919030103>
8. Герасимов, Ю. Л. Основы рыбного хозяйства : учеб. пособие / Ю. Л. Герасимов. — Самара : СамГУ, 2003. — 106 с.
9. Инженерная экология. Переработка органических отходов : учеб. пособие / А. Н. Иванкин [и др.] ; Моск. гос. ун-т леса. — М. : МГУЛ, 2016. — 400 с.

Reference

1. Kononov V. A., Prosyanyi B. C. *Aquatic vegetation and its use in pond fisheries*. Kiev, State publishing house of agricultural literature of the Ukrainian SSR, 1949. 32 p. (in Russian).
2. Karzinkin G. S., Karzinkin S. G. *Fertilization of ponds with aquatic vegetation*. Moscow, Pishchepromizdat Publ., 1955. 28 p. (in Russian).
3. Batenko A. G. VNIIPRKH research on the use of organic and mineral fertilizers in fish ponds. *Collection of scientific and technical information Krasnodar branch of the All-Union Scientific Research Institute of Pond Fisheries*. Krasnodar, 1969, iss. 1, pp. 16–18 (in Russian).
4. Bosak V. N. Features of compost preparation. *Nashe sel'skoe khozyaistvo* [Our Agriculture], 2011, no. 1, pp. 66–70 (in Russian).
5. Vasyuk P. A., Manorik A. V. Manure enrichment and use of biologically generalized composts. *Agrobiologiya* [Agrobiology], 1954, no. 3, pp. 24–33 (in Russian).
6. Erofeeva Zh. I. Assessment of composts for fish ponds. *Voprosy prудovogo rybovodstva: sbornik nauchnykh trudov* [Issues of pond fish farming: collection of scientific works]. Moscow, 1971, iss. 6, pp. 34–49 (in Russian).
7. Nozhevnikova A. N., Mironov V. V., Botchkova E. A., Litti Y. V., Russkova Y. I. Composition of a microbial community at different stages of composting and the prospects for compost production from municipal organic waste (review). *Applied Biochemistry and Microbiology*, 2019, vol. 55, no. 3, pp. 199–208. <https://doi.org/10.1134/S0003683819030104>
8. Gerasimov Yu. L. *Fisheries fundamentals*. Samara, Samara State University, 2003. 106 p. (in Russian).
9. Ivankin A. N., Neklyudov A. D., Tarasov S. M., Zhilin Yu. N. *Engineering ecology. Organic waste treatment*. Moscow, Moscow State Forest University, 2016. 400 p. (in Russian).

Сведения об авторах

Агеец Владимир Юльянович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by



Воронова Галина Петровна — кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории гидробиологии и гидрохимии, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@mail.by

Литвинова Анастасия Геннадьевна — кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лабораторией гидробиологии и гидрохимии, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: nastya_litvinova_1986@mail.ru

Таврыкина Оксана Михайловна — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, начальник отдела гидрологии и водоохранных территорий РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов» (ул. Славинского, д. 1, корп. 2, 220086, Минск, Республика Беларусь). E-mail: tavrykina@cricuwt.by

Дашкевич Виктор Карлович — кандидат химических наук, заведующий лабораторией гидробиологии и гидрохимии, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: v.dashkevich@gmail.com

Ракач Светлана Ивановна — научный сотрудник лаборатории гидробиологии и гидрохимии, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@mail.by

Хотин Виталий Андреевич — младший научный сотрудник лаборатории гидробиологии и гидрохимии, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@mail.by

Information about authors

Aheyets Uladzimir — D.Sc. (Agriculture), Professor, director, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Voronova Galina — Ph.D. (Biological), Leading Researcher of Laboratory Hidrobiology and Hydrochemistry, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@mail.by

Litvinava Anastasiya — Ph.D. (Biological), Leading Researcher of Laboratory Hidrobiology and Hydrochemistry, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: nastya_litvinova_1986@mail.ru

Tavrykina Oksana — Ph.D. (Agricultural), assistant professor, Head of Department of Hydrology and Water Protection Territories of the RUE «Central research institute for



integrated use of water resources» (TSNIIKIVR) (2220086, Minsk, st. Slavinsky1, building 2, Republic of Belarus). E-mail: tavrykina@cricuwr.by

Dashkevich Viktor — PhD (Chemical), Head of Laboratory Hidrobiology and Hydrochemistry, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: v.dashkevich@gmail.com

Rakach Svetlana — Researcher of Laboratory Hidrobiology and Hydrochemistry, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@mail.by

Khotin Vitaly — Junior researcher of Laboratory Hidrobiology and Hydrochemistry, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@mail.by



УДК 597-155.3:639.2.053.7

Поступила в редакцию 19.09.2022

<https://doi.org/10.47612/978-985-880-000000-0-2022-38-199-220>

Received 19.09.2022

**В.Г. Костоусов, О.Д. Апсолихова, С.М. Дегтярик, В.Д. Сенникова,
С.В. Полоз, А.А. Беспалый, В.А. Ласица**

*РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр
Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Минск, Беларусь*

О ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ ВЫЯВЛЕНИЯ ПРИЧИН ГИБЕЛИ КАРАСЯ СЕРЕБРЯНОГО В ВОДОЕМАХ БЕЛАРУСИ

Аннотация: Представлены предварительные результаты выявления причин массовой гибели карася серебряного в водоемах Беларуси в период 2018–2022 гг. Рассмотрены абиотические и биотические факторы, которые могли служить причиной гибели карася, включая гидрохимический режим, цветение воды с преобладанием цианобактерий, уровни общей бактериальной обсемененности воды сапрофитной микрофлорой, наличие инфекционных и паразитарных заболеваний. Проанализирована структура уловов карася, их размерно-возрастной, и половой состав, состояние гонад на момент отлова. Состояние и степень зрелости гонад позволяет утверждать, что нерест карася наблюдается по август включительно, что безусловно сказывается на уровне резистентности рыб. Установлено наличие двуполых популяций по всем анализируемым водоемам, с соотношением полов близким 1 : 2. Растущая относительная численность в популяциях карася подтверждает эффективность его воспроизводства даже в условиях отсутствия естественных доноров спермы. Высказано предположение о комплексном воздействии негативных факторов среды на фоне сезонного снижения резистентности рыб в связи с изменением стратегии размножения.

Ключевые слова: водохранилище, карась серебряный, эвтрофирование, гибель рыб

V. Kostousov, O. Apsolikhova, S. Degtyarik, V. Sennikova, A. Biaspaly, V. Lasitsa

*RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus
National Academy of Sciences for Animal Husbandry”, Minsk, Belarus*

ON PRELIMINARY RESULTS OF REVEALING THE CAUSES OF THE DEATH OF SILVER CARP IN WATER BODIES OF BELARUS

Abstract: Preliminary results of identifying the causes of mass mortality of silver carp in the water bodies of Belarus in the period 2018–2022 are presented.



Abiotic and biotic factors that could cause the death of crucian carp are considered, including the hydrochemical regime, water bloom with a predominance of cyanobacteria, the levels of total bacterial contamination of water by saprophytic microflora, the presence of infectious and parasitic diseases. The structure of carp catches, their size-age and sex composition, the state of the gonads at the time of capture were analyzed. The state and degree of maturity of the gonads allows us to assert that crucian spawning is observed until August inclusive, which certainly affects the level of fish resistance. The presence of bisexual populations in all analyzed reservoirs was established, with a sex ratio close to 1:2. The growing relative abundance in carp populations confirms the efficiency of its reproduction even in the absence of natural sperm donors. An assumption was made about the complex impact of negative environmental factors against the background of a seasonal decrease in fish resistance due to a change in the breeding strategy.

Keywords: reservoir, crucian carp, eutrophication, fish death

Введение. В последние годы на водоемах Беларуси, в том числе в черте г. Минска, участились случаи «немотивированной» (т.е. без наличия явно выраженного фактора) массовой гибели рыбы, причем среди учетных особей по численности преобладал серебряный карась либо вся погибшая рыба была представлена только карасем. Так в 2018 г. гибель рыбы в летний период была отмечена на вдхр. Дрозды и Крыницы (г. Минск), в 2019 г. — на вдхр. Цнянское и Слепянской водной системе (г. Минск), в 2020 г. на Слепянской водной системе (г. Минск) и Заславском вдхр. (Минская обл.), в 2021 г. на вдхр. Миници (Брестская обл.) и вдхр. Чигиринское (Могилевская обл.), в 2022 г. вдхр. Стайки и Смолевичское (Минская обл.), вдхр. Осиповичское и Чигиринское (Могилевская обл.), вдхр. Зельвянское (Гродненская обл.). Весь погибший карась был представлен половозрелыми особями, молодь практически отсутствовала. Сходные случаи описаны и для других водоемов в пределах современного ареала данного вида [1, 2, 3]. Гибель рыбы наблюдалась, как правило летом, в период стабильно высоких температур воздуха и воды, либо их резкой смены. Однако ни повышение температуры, ни ее резкие перепады, ни колебания других гидрохимических показателей (рН, содержание растворенного кислорода, органических и минеральных веществ), ни присутствие в воде сине-зеленых водорослей и условно-патогенных бактерий, ни загрязнения — ни один из этих факторов по отдельности не объясняет гибели рыбы и не является ее прямой причиной. Для установления истинной причины необходимо рассматривать все эти факторы в комплексе, причем вести мониторинг



на протяжении достаточно длительного времени. Несмотря на очевидную важность данной проблемы, до настоящего времени не установлено четких причин и механизмов летального воздействия условий окружающей среды на ихтиофауну водоемов при массовых «заморах» в отмеченные выше периоды. Обзор вероятных причин гибели рыбы позволяет предположить, что таковыми могут выступать многие абиотические и биотические факторы. Среди наиболее вероятных причин отмеченной гибели рыбы были рассмотрены следующие: дефицит растворенного кислорода, солевой и биогенный состав воды; «цветение» воды цианобактериями с наличием цианотоксинов; высокий уровень развития сапрофитной микрофлоры; паразитарные либо инфекционные заболевания рыб.

Без четкого понимания факторов и механизмов развития патологического процесса усилия по предотвращению летального воздействия экстремальных условий на ихтиофауну водоемов будут носить сиюминутный и симптоматический характер.

Методики и материалы исследований. В связи с участвовавшими случаями гибели рыбы, в том числе в рекреационных водоемах г. Минска и его окрестностей (система р. Свислочь), в период 2018–2022 гг. были проведены комплексные гидроэкологические исследования, организованы контрольные отловы рыб и сбор ихтиологического и ихтиопатологического материала на ряде водохранилищ в пределах трех областей страны. Водоемы относятся преимущественно к типу пойменно-русовых, площадью водного зеркала от 0,1 до 31,1 км², состав ихтиофауны которых сложился стихийно под воздействием природных и антропогенных факторов (табл. 1).

Методики сбора и обработки данных общепринятые в ихтиологических исследованиях [4, 5]. Лов рыбы проводили разноячейными ставными сетями по специальным разрешениям Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, анализу подвергнуты все выловленные в пределах уловистости орудий лова особи. Всего было проанализировано 461 экз. 12 видов, в том числе 140 экз. карася серебряного. Точки отбора проб воды выбирали с учетом морфометрии и глубины, обработку проб и оценку качества вод проводили по стандартным методикам гидроэкологических исследований [6, 7]. Отбор проб фитопланктона проводили согласно стандартной методике [6]. Отобранные для проведения молекулярно-генетического анализа пробы фитопланктона сгущали путем фильтрации на газовое сито № 76

**Таблица 1. Перечень и морфометрические параметры анализируемых водоемов****Table 1. List and morphometric parameters of analyzed reservoirs**

Водоем	Район	Объем, млн. м ³	Пло- щадь, км ²	Ширина макс., км	Длина, км	Глубина, м	
						сред- няя	макси- мальная
вдхр. Заславс- кое	Минский	108,5	31,1	4,5	10,0	3,8	8,0
вдхр. Криницы	Минский	1,82	0,96	0,65	3,5	2,5	5,9
вдхр. Дрозды	Минск	6,38	2,38	0,7	5,1	2,5	6,0
вдхр. Комсомо- льское озеро	Минск	3,0	0,38	0,3	1,8	2,4	4,7
вдхр. Чижевс- кое (ТЭЦ -3)	Минск	5,6	2,8	1,0	6,1	2,0	4,6
вдхр. Цнянское	Минск	2,1	0,87	0,93	2,0	2,4	7,5
вдхр. Курасов- щина (Лошиц- кое)	Минск	0,49	20,6		1,39	2,4	
вдхр. Стайки	Минский	0,17	0,1			1,6	
вдхр. Волкови- чи (Птичь)	Минский	2,8	0,85	0,5	3,5	3,3	6,5
вдхр. Дубровс- кое	Смоле- вичский	22,4	3,5	1,2	6,5	6,2	14,0
вдхр. Миничи	Ляхович- ский	7,5	5,4	1,0	7,0	1,4	5,0
вдхр. Селец	Березовс- кий	56,3	20,7	4,1	11,3	2,7	5,4
вдхр. Осипо- вичское	Осипо- вичский	17,5	11,87	1,25	24,0	1,47	5,3
вдхр. Тетеринс- кое	Круглян- ский	13,8	4,61	0,84	9,4	3,0	5,2
вдхр. Чигирин- ское	Быховс- кий	5,5	21,19	2,4	17,0	2,8	5,0

и фиксировали в 96 % этаноле. Оценку ихтиопатологического состояния рыб по анализируемым водным объектам проводили в соответствии с методиками обследования [8]. Общий паразитологический анализ проводили согласно методике Е.И. Быховской — Павловской [9]. Отбор проб на посев и методику посева микробиологического материала — в соответствии с методиками бактериологических исследований



[10, 11]. Посевы из внутренних органов, крови, экссудата (при его наличии) рыб производили по классической методике на твердую питательную среду (мясопептонный агар — МПА). После инкубирования посевов в термостате при 20–28 °С в течение 24–48 ч изучали их морфологию. Видовую принадлежность бактерий определяли при помощи тест-систем Охi — тест и Ари 20 Е. Пробы на бакобсеменность воды отбирали в пробирки Эппендорфа (1,5 мл) путем погружения в толщу воды. Исследование общего микробного числа (ОМЧ) проводили в лаборатории болезней рыб по общепринятой в микробиологии методике с использованием в качестве норматива величину ОМЧ для рыбоводных прудов [12]. Для определения общего микробного загрязнения воды готовили серию разведений с таким расчетом, чтобы на чашки Петри вырастало от 30 до 300 колоний микроорганизмов. Разведение готовили следующим образом: стерильной пипеткой отбирали по 1 мл исследуемой воды из каждого водоема и добавляли 9 мл дистиллированной воды (разведение 1:10), тщательно перемешивали. Далее из пробирок с разведением 1:10 стерильной пипеткой отбирали 1 мл и вносили в пробирки с 9 мл дистиллированной воды, получая разведение 1:100. Из пробирок с разведением 1:100 вносили по 1 мл в стерильную чашку Петри, заливали теплым (45°) мясопептонным агаром (МПА) и оставляли при комнатной температуре до застывания, далее на 24 ч помещали в термостат при температуре 35°. Через сутки оценивали рост колоний микроорганизмов на поверхности и в толще МПА с пересчетом на 1 мл неразведенных проб исследуемой воды.

Краткий обзор литературы. Первый случай гибели рыбы в летний период в гипертрофном оз. Судoble (Минская обл.) описан Г.Г. Винбергом [13] и объяснялся ночным дефицитом растворенного кислорода в водоеме, подвергающемуся загрязнению сточными водами. Гибели от заморных явлений подвержены в первую очередь более требовательные к содержанию растворенного кислорода виды рыб, тогда как авторы неоднократно наблюдали как серебряный карась выживал даже в условиях полной элиминации всей остальной ихтиофауны. С развитием методов оперативного анализа последующая идентификация подобных случаев не вызывала затруднений и позволила выработать определенные схемы действий по их предотвращению [14, 15].

«Цветение» цианобактериями с последующим токсикозом рыб называют одной из вероятных причин гибели рыб в летний период, в том числе в водоемах Беларуси [16–18]. Период «цветения» токсичных водорослей совпадает с такими изменениями факторов среды, как повышение темпе-



ратуры, рН, концентраций аммония, снижение концентраций растворенного кислорода, по причине чего цианобактерии способны оказывать негативное влияние на биоту при совместном действии с другими факторами среды [19, 20]. В составе фитопланктона водоемов Беларуси установлено наличие потенциально токсикогенных форм, массовое развитие которых безусловно способно оказывать негативное воздействие на рыбное население [18, 21, 22]. В тоже время, в наиболее характерных случаях гибель под воздействием «цветения воды» отмечена для достаточно широкого круга видов, и карась является всего лишь одним из прочих.

Эвтрофирование водоемов способствует росту бактериальной обсемененности воды сапрофитной микрофлорой, что в ряде случаев может вызывать жаберные заболевания незаразной природы [23]. Однако, такие случаи чаще фиксируются в весенний период в зарыбляемых водоемах и характерны для карпа, белого амура и толстолобика. В случаях массовой гибели карася в волжских водохранилищах причинами называли аэромоноз, вызываемый условно патогенными бактериями р. *Aeromonas*, а также вирусную инфекцию неустановленной этиологии [1, 2, 24]. В водоемах Беларуси в подобных случаях также неоднократно выделяли от больного карася различные штаммы условно патогенных бактерий, но также и штаммы апатогенных, являющихся обычными в составе сапрофитной микрофлоры донных отложений [25]. При этом степень инвазии экто- и эндопаразитами обычно оценивалась на уровне носительства и вряд ли могла служить непосредственной причиной гибели рыб.

Результаты исследований. Гидрохимический режим. По комплексной оценке, большинство обследованных водоемов может быть охарактеризовано как эвтрофные, β-мезосапробные, разряда слабо и умеренно загрязненных вод класса удовлетворительной чистоты (табл. 2) [7]. Два городских (в черте г. Минска) и Осиповичское вдхр, служащее приемником условно-очищенных вод столицы, характеризовались как эвтрофно-политрофные, α- мезо- и полисапробные, разряда умеренно загрязненных, класса загрязненных вод [7]. Не смотря на значительные сезонные колебания содержания биогенных элементов в воде, кислородный режим практически нигде не выходил ниже предела норматива (6 мг/л) для поверхностных вод рыбохозяйственных водоемов [26], а с наступлением осеннего похолодания качество вод улучшалось до уровня β-мезосапробных водоемов. Таким образом, основной лимитирующий фактор среды — содержание растворенного кислорода, как и химический состав вод, едва ли мог служить непосредственной причиной установленных случаев гибели такого эврибионтного вида как карась.



Таблица 2. Основные показатели качества воды анализируемых водоемов в летний период
Table 2. The main indicators of water quality of the analyzed reservoirs in the summer period

Водоем	Гидрохимические показатели										Оценка по классу сапробности
	прозрачность, м	pH	содержание O ₂ , % насыщ.	NH ₄ ⁺ , мгN/л	NH ₃ раств., мгN/л	NO ₂ ⁻ , мгN/л	NO ₃ ⁻ , мгN/л	PO ₄ ⁻³ , мгP/л	Fe _{общ.} , мг/л	перманганатная окисляемость, мгО/л	
Заславское	0,45	8,9	108	0,320	0,060	0,012	0,67	0,252	0,090	10,46	β-мезосапробный
Криницы	0,5	8,9	118	0,034	0,010	0,011	0,62	0,074	0,200	9,28	β-мезосапробный
Дрозды	1,5	8,3	102	0,014	0,001	0,004	0,47	0,015	0,017	8,14	β-мезосапробный
Комсомольское озеро	0,5	8,1	96	0,160	0,004	0,006	1,18	0,014	0,035	9,10	β-мезосапробный
Чижевское (ТЭЦ -3)	1,5	8,2	114	1,53	0,050	0,034	1,18	0,041	0,070	9,29	α-мезосапробный
Цнянское	1,5	8,2	107	1,010	0,030	0,003	0,33	0,017	0,016	6,80	α-β-мезосапробный
Курасовщина (Лошницкое)	0,2	8,6	99	4,400	0,634	0,038	2,56	0,302	0,140	10,36	α-мезосапробный
Стайки	0,3	8,3	149	4,290	0,200	0,006	2,93	0,028	0,080	10,52	полисапробный
Волковичи (Птичь)	0,3	8,4	126	0,92		0,032	0,58	0,380	0,29	8,32	α-β-мезосапробный
Дубровское	1,2	7,2	114	0,210	0,001	0,009	0,27	0,016	0,020	7,46	β-мезосапробный



Окончание табл. 2

Водоём	Гидрохимические показатели										Оценка по классу сапробиости
	прозрачность, м	pH	содержание O ₂ , % насыщ.	NH ₄ ⁺ , мгN/л	NH ₃ раств., мгN/л	NO ₂ ⁻ , мгN/л	NO ₃ ⁻ , мгN/л	PO ₄ ³⁻ , мгP/л	Fe _{общее} , мг/л	перманганатная окисляемость, мгO/л	
Миничи	0,8	7,6	89	0,300	0,012	0,004	0,92	0,060	0,140	15,08	β-мезосапробный
Селец	0,8	7,6	92	0,720	0,032	0,008	0,78	0,104	0,180	20,92	α-мезосапробный
Осиповичское	0,9	8,8	107	0,790	0,048	0,142	5,62	0,285	0,120	8,59	полисапробный
Чигиринское	0,8	8,2	59	0,160	0,006	0,013	0,59	0,032	0,190	10,02	β-мезосапробный
Тетеринское	0,8	8,4	96	0,310	0,017	0,011	3,10	0,060	0,120	9,83	α-β-мезосапробный

Примечание. Выделены величины, превышающие нормативные показатели для поверхностных вод рыбохозяйственного назначения (Пост. МПР и ООС от 30.03.2015 г. №13)



«Цветение» воды и наличие цианотоксинов. Состав фитопланктонных сообществ был представлен рядом таксонов водорослей (от 3 до 29, относимых к 6 отделам), определяющих уровень развития и интенсивность «цветения» воды (табл. 3). Максимальные значения биомассы фитопланктона зафиксированы в городских водохранилищах — 59,16–75,86 мг/л (система р. Свислочь), где в структуре сообщества на этот момент доминировали цианобактерии (до 65,9 % от общей численности и до 86,5 % от общей биомассы). Количественное развитие фитопланктона колебалось по отдельным водоемам в зависимости от времени наблюдения, типа угодий и их положения в цепи водохранилищ. Таксономический состав и количественное развитие водорослей подчеркивают эвтрофный характер водных объектов. Смена доминант в структуре фитопланктона происходила в направлении диатомовые — зеленые — цианобактерии и определялась гидрологическими условиями и темпом прогрева водных масс. В составе сообщества цианобактерий выделено 9 видов, рассматриваемых как потенциальные источники цианотоксинов. Наиболее часто встречаются представители рр. *Microcystis* и *Anabaena*. Не все собранные на цианотоксины пробы еще обработаны, но гены микроцистинов уже выявлены из проб в Заславском вдхр. (верхнее в каскаде по системе р. Свислочь) и на ниже расположенных участках реки. Следовательно, можно предположить их наличие по всему каскаду водохранилищ р. Свислочь. При массовом развитии токсины могли накапливаться в сестоне и передаваться далее по пищевой цепочке.

Бактериальная обсемененность вод и ее влияние на рыб. В летний период по ряду водоемов отмечен повышенный бактериальный фон (от 1,4–84,5 раз в июне до 1,1–4,0 раза в июле–августе), существенно превышающий нормативно установленную величину общего микробного числа (ОМЧ) для рыбохозяйственных водоемов (5000 КОЕ/мл) [12] (табл. 4). Основная часть выявленных бактерий может быть отнесена к апатогенным формам, некоторая — к условно патогенным (патогенным при определенных условиях). Необходимо отметить, что не только представители условно патогенной, но также и сапрофитной апатогенной микрофлоры, могут причинять ущерб популяциям рыб. Сапрофиты, сами по себе не способные вызывать острый инфекционный процесс, в большом количестве проникая в организм рыбы и развиваясь во внутренних органах и крови, могут наносить существенный вред за счет своей жизнедеятельности и выделения в ткани рыбы продуктов метаболизма. Наиболее подвержены такому воздействию особи с пониженным по какой-то причине иммунитетом.



Таблица 3. Количественное развитие фитопланктона анализируемых водоемов в летний период

Table 3. Quantitative development of phytoplankton of analyzed reservoirs in summer

Водоем	Количество таксонов водорослей	Численность, тыс. экз./л	Биомасса	
			мг/л	% цианобактерий в биомассе
Заславское	6	1062,50	7,28	50,0
Криницы	15	4843,75	31,24	81,3
Дрозды	10	6813,00	59,16	86,5
Комсомольское озеро	9	1125,00	2,98	0,0
Чижевское (ТЭЦ-3)	14	10375,00	75,86	65,9
Цнянское	12	2688,00	8,89	52,8
Курасовщинское (Лошицкое)	29	9625,00	37,34	31,2
Стайки	3	1437,50	13,92	36,6
Волковичи (Птичь)	14	14750,00	45,21	51,9
Дубровское	19	2625,00	7,19	58,4
Миничи	17	6375,00	44,55	20,1
Селец	12	1156,25	4,35	63,7
Осиповичское	19	1093,75	2,87	19,5
Чигиринское	17	1406,25	9,80	3,3
Тетеринское	7	1340,75	2,54	91,3

Первичные бактериологические посевы из крови и паренхиматозных органов караса с последующей индентификацией при помощи тест-систем [27] показали, что внутренняя микрофлора рыб представлена рядом видов и форм грамотрицательных палочек и грамотрицательных и грамположительных кокков. В наиболее острых случаях высевались условно патогенные формы, определенные как *Aeromonas hydrofila*, *Shewanella putrefaciens*, *Staphylococcus sp.* и некоторые другие (табл. 5). В одном случае от рыб с выраженными признаками заболевания (вдхр. Криница) в массовом порядке высеяны бактерии, определенные как *Proteus mirabilis*. Последние в норме обитают в загрязненной воде, почве, грунтах водоемов и периодически встречаются в организме рыб и других животных. В литературе описаны случаи протейной инфекции у рыб, известной под названием «протеоз» [23]. В тоже время, указанные формы выявляли из



образцов и других видов рыб, но в составе погибших последние отсутствовали либо были представлены в минимальном количестве.

Таблица 4. Бактериальная обсемененность воды исследуемых водоемов
Table 4. Bacterial contamination of the water of the studied reservoirs

№	Место отбора пробы воды	Коэффициент разведения пробы воды	Количество колоний в чашке Петри	Количество колоний микроорганизмов в 1 мл исследуемой воды (КОЕ/мл)
1	Заславское	1:10	113–120	1130–1200
2	Криница	1:100	71	7100
3	Дрозды	1:100	233	23300
4	Цнянское	1:100	125	12500
5	Комсомольское озеро	1:100	31	3100
6	Чижовское	1:100	278	27800
7	Курасовщинское	1:10	190	1900
8	Стайки	1:100	202	20200
9	Дубровское	1:10	17–40	170–400
10	Волковичи	1:10	85	850
11	Миничи	1:100	61–4224	6100–422400
12	Селец	1:100	1194	119400
13	Осиповичское	1:10	43	430
14	Чигиринское	1:10	118–140	1180–1400
15	Тетеринское	1:100	171–190	17100–19000

Анализ выявленных случаев гибели рыбы показал, что последняя отмечалась по водным объектам как с высокими значениями ОМЧ (вдхр. Дрозды, Миничи, Стайки), так и в водоемах с малыми или относительно небольшими значениями ОМЧ (вдхр. Заславское, Криница, Дубровское, Чигиринское). Очевидно, что бактериальный фон воздействует на популяции карася не сам по себе, а через иные механизмы, например через пищевую цепь вместе с потребляемыми компонентами питания (детрит).

Паразитофауна рыб. В составе паразитофауны карася на поверхности тела и жабрах выявлены немногочисленные инфузории *Ichthyophthirius multifiliis* моногенетические сосальщики рр. *Dactylogyrus* и *Gyrodactilus*, рачки р. *Argulus*. Из органов — промежуточные формы трематод рр. *Posthodiplostomum* и *Diplostomum*. Степень инвазии определена как «носительство» и не представляла существенной угрозы для жизни рыб.



Таблица 5. Встречаемость микроорганизмов
у карася из обследованных водоемов
Table 5. The occurrence of microorganisms
in carp from the surveyed reservoirs

Микроорганизм	Водоем	Орган или ткань
<i>Stenotrophomonas maltophilica</i>	вдхр. Миничи вдхр. Криница вдхр. Чигиринское	печень печень почки
<i>Aeromonas hydrophila</i>	вдхр. Волковичи (Птичь) вдхр. Дрозды вдхр. Миничи вдхр. Осиповичское вдхр. Чигиринское	кровь, почки язва, кровь, почки язва на теле кровь кровь, почки
<i>Staphylococcus aureus</i>	вдхр. Волковичи (Птичь)	почки
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	вдхр. Чигиринское	кровь
<i>Staphylococcus haemolyticus</i>	вдхр. Чигиринское	кровь
<i>Aerococcus viridans</i>	вдхр. Дрозды	почки
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	вдхр. Стайки	кровь, селезенка
<i>Micrococcus sp.</i>	вдхр. Чигиринское	почки
<i>Pasteurella pneumatropica</i>	вдхр. Чигиринское	кровь
<i>Shewanella putrefaciens</i>	вдхр. Смолевичское	кровь
<i>Proteus mirabilis</i>	вдхр. Криница вдхр. Чигиринское	язва, кровь селезенка

Структура контрольных уловов и характеристики популяций карася. Анализ данных контрольных уловов показал, что практически по всем водоемам доминирующий комплекс рыб был представлен небольшим числом эврибионтных видов (карась серебряный, окунь, лещ, плотва). В суммарном улове их доля доходила до 94 % от общей численности и около 78 % от общей массы выловленной рыбы, при этом на карася пришлось 46,8 % и 47,7 % соответственно. В порядке убывания численности в уловах виды располагались следующим образом: карась, окунь, лещ, плотва, судак, карп, красноперка, ерш, линь, щука, сом, толстолобик. В порядке убывания массы — карась, лещ, толстолобик, судак, плотва, карп, окунь, щука, сом, линь, красноперка, ерш. В настоящее время в составе ихтиофауны проанализированных водоемов карась серебряный является самым обычным видом, доля которого в уловах по отдельным водоемам колебалась от 6,8 до



74 % от всей учтенной численности рыб. Поскольку гибель рыб в водоемах в большинстве случаев не была единовременной и охватывала определенный период, можно предположить, что воздействовал не один общий, а комплекс негативных факторов. Так как доминирующим видом в составе погибшей рыбы выступал именно карась серебряный, было высказано предположение, что негативное воздействие связано каким-то образом с биологическими особенностями и характеристиками популяций данного вида.

Изменение численности в популяциях карася серебряного в современном его ареале отмечено многими авторами [27–31]. В составе ихтиофауны проанализированных водоемов карась серебряный, ранее относительно немногочисленный, к настоящему времени стал обычным или наиболее массовым видом. Карась в уловах был представлен семью возрастными группами (от 3+ до 8+). Минимальный размер тела выловленного карася составил 17,5 см, максимальный 34,0 см, при массе от 211 до 1409 г. Модальными группами выступали особи пяти-семилетнего возраста. Так на карася с длиной тела 21,0–23,9 см приходилось от 16 до 21,7 %, с длиной тела 24,0–26,9 см — 36,0–60,9 %, еще от 13,1 до 28 % приходилось на особей с длиной тела 27,0–29,9 см. Вскрытие части выловленных особей (83 экз.) показало, что половой состав уловов карася представлен обоими полами, с некоторым перевесом самок. Доля самок в уловах по анализируемым водоемам колебалась в пределах 53,8–73,9 %, самцов соответственно 26,1–46,2 %. В среднем соотношение самцов и самок в обследованных выборках относится как 1:1,96. Выловленные в течение июня-июля самки карася имели гонады в стадии зрелости III–IV, при этом были хорошо видны 2 порции икры. Полостью отнерестившиеся самки (II стадия) в уловах появляются лишь к середине августа. Часть самцов (порядка 7 %) к августу еще имела брачный наряд («жемчужную» сыпь) и находились в стадии текучести, большая часть же утратила внешние половые признаки и имела гонады в стадии зрелости VI либо II. Все особи карася обоих полов, выловленные в сентябре уже имели гонады на III стадии зрелости. Это дает основание утверждать, что наличие достаточной численности продуктивных самцов в популяциях серебряного карася дает возможность эффективного воспроизводства в течении всего лета, что не согласуется с более ранними представлениями о стратегии воспроизводства и поддержания устойчивой численности этого вида рыб [32, 33]. Исследования кареотипа некоторых популяций карася из бе-



лорусских водоемов показали, что процесс адаптации интродуцированного вида к новым условиям привел к переходу первично гиногинетических популяций к амфимиктическому размножению с участием собственных самцов [34–36]. Основным фактором, обуславливающим этот переход, рассматривается постепенное вытеснение серебряным карасем карася обыкновенного, который на первоначальном этапе, ввиду одинаковых сроков и экологии нереста, являлся универсальным донором спермы. нерест карася в условиях Беларуси весьма растянут во времени и на этом фоне рыбы могут испытывать определенный иммунный дефицит.

По отловленным из некоторых водоемов особям карася был изучен спектр его питания. Установлено, что состав питания карася серебряного представлен комплексом форм и видов животного (зоопланктон и зообентос) и растительного (фитобентос и фитопланктон) происхождения, биологическим детритом, формируемым из остатков этих компонентов и оседающих на поверхность иловых отложений. В структуре потребления на долю детрита приходится от 3 до 90 %, фитобентоса — до 4 до 45 %, фитопланктона от 4 до 90 %, тогда как на долю организмов животного происхождения (зоопланктон и зообентос) приходилось всего от 1 до 30 % (табл. 6). Последнее указывает, что карась в водоемах выступает скорее как детритоядный и растительноядный вид, нежели животноядный. Поскольку карась не имеет специальных приспособлений для отфильтровывания растительных клеток из толщи воды, предполагаем, что фитопланктон потребляется вместе с детритом в виде живого осадка, при этом его качественный состав определяется доминирующими на данный момент формами. В период интенсивного «цветения» воды цианобактериями, последние составляют основу клеток фитопланктона, потребленных карасем, включая потенциально токсичные формы (р. *Microcystis*).

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод, что основу рациона (до 70 %) составляют компоненты обитающие, оседающие и накапливающиеся на дне водоемов. Наличие живых клеток фитопланктона в составе содержимого кишечника карася свидетельствует о том, что данный ресурс относительно постоянно потребляется карасем, а его значение будет возрастать в периоды массового развития водорослей. В этом случае вполне вероятна возможность потребления карасем и потенциально токсичных форм цианобактерий с последующим накоплением токсикантов в теле рыб, что может служить одним из триггеров возникновения последующей гибели рыбы.



Таблица 6. Структура пищевого кома и долевое значение отдельных компонентов питания карася серебряного

Table 6. The structure of the food coma and the share value of individual components of the nutrition of the silver carp

Проба рыбы, экз.	Компоненты питания, %							
	зооплан- ктон	зообен- тос	фитобен- тос	фитопланктон			эф- фиин кладо- цер	детрит
				диато- меи	цианобак- терии	зеле- ные		
вдхр. Курасовщинское								
8	1—8	2—5	4—19	5—90	4—8	0—2	10—80	3—70
вдхр. Стайки								
5	1—15	0—10	4—25	—	10—30	3—18	—	30—90
вдхр. Чигиринское								
10	5—30	5—15	5—12	5—12	—	2—5	—	48—90
вдхр. Осиповичское								
4	1—5	5—8	10—45	4—5	—	4—5	—	43—75

Закключение. Таким образом, наиболее вероятной причиной отмеченных фактов гибели карася выступает эвтрофирование водоемов, обуславливающее интенсивное развитие фито- и бактериопланктона с последующей контаминацией микрофлорой внутренних органов рыб на фоне снижения резистентности организма в результате вероятной интоксикации и растянутого порционного нереста.

Список использованной литературы:

1. Задорожный, М. На Волгоградском водохранилище массовый мор карасей [Электронный ресурс] / М. Задорожный // Аргументы и факты. Волгоград. — 2012. — 2 июля. — Режим доступа: <https://vlg.aif.ru/society/details/380075>. — Дата доступа: 12.07.2022.
2. Даничев, А. Массовую гибель рыбы расследуют в Чувашии [Электронный ресурс] / А. Даничев // Интерфакс-Россия. — 2022. — 13 апр. — Режим доступа: <https://www.interfax-russia.ru/volga/main/massovuy-gibel-ryby-rassleduyut-v-chuvashii>. — Дата доступа: 23.04.2022.
3. Привачевская, Е. Моменты мора или Почему в Зельвенском водохранилище гибнет рыба [Электронный ресурс] / Е. Привачевская // Праца (Зельва). — 2022. — 22 июля. — Режим доступа: <https://zelva.by/momenty-mora-ili-pochemu-v-zelvenskom-vodochranilishhe-dohnet-ryba>. — Дата доступа: 22.08.2022.
4. Костоусов, В. Г. Методические рекомендации по сбору и обработке ихтиологического материала / В. Г. Костоусов, И. И. Оношко, Г. И. Полякова ; Ин-т рыб. хоз-ва НАН Беларуси. — Минск : [б. и.], 2005. — 56 с.



5. Руководство по изучению питания рыб в естественных условиях / Акад. наук СССР [и др.] ; отв. ред. Е. Н. Павловский. — М. : Изд-во Акад. наук СССР, 1961. — 263 с.
6. Сборник классических методов гидробиологических исследований для использования в аквакультуре / сост.: Г. К. Плотников [и др.]. — Даугавпилс : Сауле, 2017. — 282 с.
7. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши / О. П. Оксийук [и др.] // Гидробиол. журн. — 1993. — Т. 29, № 4. — С. 62–76.
8. Лабораторный практикум по болезням рыб : учеб. пособие для вузов / В. А. Мусселиус [и др.] ; под ред. В. А. Мусселиус. — М. : Лег. и пищевая пром-сть, 1983. — 295 с.
9. Быховская-Павловская, И. Е. Паразиты рыб: руководство по изучению / И. Е. Быховская-Павловская. — М. : Наука, Ленингр. отд-ние, 1985. — 123 с.
10. Методические указания по санитарно-бактериологической оценке рыбохозяйственных водоемов : утв. М-вом здравоохранения Рос. Федерации от 27 сент. 1999 г., № 13-4-2/1742. — М. : [б. и.], 1999. — 11 с.
11. Methods for the determination of susceptibility of bacteria to antimicrobial agents. Terminology // Clinical Microbiology a. Infection. — 1998. — Vol. 4, № 5. — P. 291–296. <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.1998.tb00061.x>
12. Вода рыбоводческих прудов. Требования = Вада рыбаходчых сажалак. Патрабаванні : СТБ 1943-2009. — Введ. 11.02.09. — Минск : Госстандарт, 2009. — 10 с.
13. Винберг, Г. Г. Случай летнего замора рыб в озере / Г. Г. Винберг // Природа. — 1952. — № 3. — С. 65–67.
14. Профилактика замора рыб / подгот.: В. А. Линник, Е. М. Зенькович ; под общ. ред. Х. С. Горегляда. — Минск : Урожай, 1967. — 36 с.
15. Рекомендации (научно-обоснованные предложения) по предотвращению заморных явлений на водных объектах Республики Беларусь : утв. М-вом природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь. — Введ. впервые. — Минск, 2010. — 48 с.
16. Горюнова, С. В. Водоросли — продуценты токсических веществ / С. В. Горюнова, Н. С. Демина. — М. : Наука, 1974. — 256 с.
17. Калининкова, Т. Б. Цианотоксины — потенциальная опасность для пресноводных экосистем и здоровья человека / Т. Б. Калининкова, М. Х. Гайнутдинов, Р. Р. Шагидуллин // Рос. журн. приклад. экологии. — 2017. — № 2 (10). — С. 3–19.
18. Микроцистин-продуцирующие цианобактерии в водоемах России, Беларуси и Украины / О. И. Белых [и др.] // Химия в интересах устойчивого развития. — 2013. — Т. 21, № 4. — С. 363–378.
19. Jewel, M. A. Fish mortality due to cyanobacterial bloom in an aquaculture pond in Bangladesh / M. A. Jewel, M. A. Affan, S. Khan // Pakistan J. of Biol. Sciences. — 2003. — Vol. 6, № 12. — P. 1046–1050. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2003.1046.1050>



20. Kangur, K. Fish kill in Lake Peipsi in summer 2002 as a synergistic effect of a cyanobacterial bloom, high temperature, and low water level / K. Kangur, P. Kangur, R. Laugaste // Proc. of the Est. Acad. of Sciences. Biology. Ecology. — 2005. — Vol. 54, № 1. — P. 67–80. <https://doi.org/10.3176/biol.ecol.2005.1.05>
21. Логинова, Е. В. Возможность проявления токсичности водорослей в водоемах Беларуси / Е. В. Логинова // Вестн. БГУ. Сер. 2, Химия. Биология. География. — 1995. — № 1. — С. 66–69.
22. Цианобактерии и цианотоксины в планктоне зарегулированных водохранилищ и на городском отрезке реки Свислочь / Т. М. Михеева [и др.] // Экол. вестн. — 2011. — № 4 (18). — С. 30–37.
23. Ихтиопатология : учеб. пособие для вузов / Н. А. Головина [и др.] ; под общ. ред. Н. А. Головиной, О. Н. Бауера. — М. : Мир, 2003. — 447 с.
24. Массовая гибель рыбы в Волге связана с плохой экологией [Электронный ресурс] // Аргументы и факты. Волгоград. — 2011. — 16 авг. — Режим доступа: <https://vlg.aif.ru/society/details/372839>. — Дата доступа: 16.09.2022.
25. Юхименко, Л. Н. Современное состояние проблемы аэромоноза рыб / Л. Н. Юхименко, Г. С. Койдан // Болезни рыб : информ. пакет. — М., 1997. — Вып. 2. — С. 1–9. — (Рыбное хозяйство. Сер.: Аквакультура / Всерос. науч.-исслед. и проект.-конструкт. ин-т экономики, информ. и автоматизир. систем упр.).
26. Об установлении нормативов качества воды поверхностных водных объектов [Электронный ресурс] : постановление М-ва природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, 30 марта 2015 г., № 13 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. — Режим доступа: https://pravo.by/upload/docs/op/W21529808_1429909200.pdf. — Дата доступа: 16.09.2022.
27. Api 20 E : identification system for Enterobacteriaceae and other non-fastidious Gram-negative rods // Northeast Biomanufacturing Center and Collaborative (NBC2). — Mode of access: <https://biomanufacturing.org/uploads/files/587872707301898351-api20einstructions.pdf>. — Date of access: 16.09.2022.
28. Подушка, С. Б. О причинах вспышки численности серебряного карася / С. Б. Подушка // Науч.-техн. бюл. лаб. ихтиологии ИНЭНКО. — 2004. — № 8. — С. 5–15.
29. Герасимов, Ю. В. Оценка возможных причин изменения численности и половой структуры в популяциях серебряного карася (*Carassius auratus gibelio* Bloch., 1783) / Ю. В. Герасимов, А. К. Смирнов, Ю. В. Кодухова // Биология внутр. вод. — 2018. — № 1. — С. 70–79. <https://doi.org/10.7868/S0320965218010096>
30. Абраменко, М. И. Динамика численности популяции серебряного карася Цимлянского водохранилища на современном этапе / М. И. Абраменко, И. В. Недвига // Вестн. Юж. науч. центра Рос. акад. наук. — 2011. — Т. 7, № 2. — С. 111–113.
31. О карасях периодически высыхающих степных озер Северного Казахстана в свете современных отечественных и зарубежных исследований / А. И. Горюнова [и др.] // Тр. ВНИРО. — 2017. — Т. 165. — С. 27–37.



32. Домбровский, В. К. Морфобиологическая характеристикам серебряного карася *Carassius auratus gibelio* (Bloch), разводимого в водоемах Белорусской ССР / В. К. Домбровский // Вопросы рыбного хозяйства Белоруссии : труды / Белорус. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва. — М., 1964. — Т. 5. — С. 62–82.
33. Жуков, П. И. Справочник по экологии пресноводных рыб / П. И. Жуков. — Минск : Наука и техника, 1988. — 310 с.
34. Ризевский, В. К. О вытеснении аборигенного карася золотого интродуцированным карасем серебряным / В. К. Ризевский, А. В. Зубей, И. А. Ермолаева // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству. — Минск, 2013. — Вып. 29. — С. 263–274.
35. Полетаев, А. С. Сравнительный анализ кариотипа карася серебряного рыбхоза «Волма» / А. С. Полетаев, Е. С. Гайдученко // Тр. Белорус. гос. ун-та. Сер.: Физиол., биохим. и молекуляр. основы функционирования биосистем. — 2016. — Т. 11, ч. 1. — С. 224–230.
36. Полетаев, А. С. Натурализация карася серебряного (*Carassius auratus s. lato*) на территории Беларуси / А. С. Полетаев, В. К. Ризевский // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству, Ин-т рыб. хоз-ва. — Минск, 2019. — Вып. 35. — С. 146–157.

Reference

1. Zadorozhnyi M. On the Volgograd reservoir, a massive sea of crucian carp. *Arguments and Facts. Volgograd*, 2012, July 2. Available at: <https://vig.aif.ru> (accessed 12.07.2022) (in Russian).
2. Danichev A. Mass death of fish is being investigated in Chuvashia. *Interfax-Russia*. Available at: <https://www.interfax-russia.ru/index.php/Volga/main/massovuyugibel-ryby-rassleduyut-v-chvashii> (accessed 23.04.2022) (in Russian).
3. Grivachevskaya E. Moments of pestilence or Why fish die in the Zelvensky reservoir. *Pratsa [Labor]*, 2022, July 22. Available at: <https://zelva.by/momenty-mora-ili-pochemu-v-zelvenskom-vodochranilishhe-dohnet-ryba> (accessed 22.08.2022) (in Russian).
4. Kostousov V. G., Onoshko I. I., Polyakova G. I. *Methodological recommendations for the collection and processing of ichthyological material*. Minsk, 2005. 56 p. (in Russian).
5. Pavlovskii E. N. (ed.). *Guidelines for the study of fish nutrition in natural conditions*. Moscow, Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1961. 263 p. (in Russian).
6. Plotnikov G. K., Peskova T. Yu., Shkute A., Pupina A., Pupins M. (comp.). *Collection of classical methods of hydrobiological researches for use in the aquaculture*. Daugavpils, Saule Publ., 2017. 282 p. (in Russian).
7. Oksiyuk O. P., Zhukinskii V. N., Braginskii L. P., Linnik P. N., Kuz'menko M. I., Klenus V. G. Complex ecological classification of the quality of land surface waters.



- Gidrobiologicheskii zhurnal* = *Hydrobiological Journal*, 1993, vol. 29, no. 4, pp. 62–76 (in Russian).
8. Musselius V. A., Vanyatinskii V. F., Vikhman A. A., Golovina N. A., Golovin P. P., Marchenko A. M., Shchelkunova T. I., Shchelkunov I. S., Yukhimenko L. N. *Laboratory workshop on fish disease*. Moscow, Legkaya i pishchevaya promyshlennost' Publ., 1983. 295 p. (in Russian).
9. Bykhovskaya-Pavlovskaya I. E. *Fish parasites: a study guide*. Leningrad, Nauka Publ., 1985. 123 p. (in Russian).
10. *Guidelines for the sanitary and bacteriological assessment of fishery reservoirs: approved by the Ministry of Health of the Russian Federation on September 27. 1999, no. 13-4-2/1742*. Moscow, 1999. 11 p. (in Russian).
11. Methods for the determination of susceptibility of bacteria to antimicrobial agents. Terminology. *Clinical Microbiology and Infection*, 1998, vol. 4, no. 5, pp. 291–296. <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.1998.tb00061.x>
12. STB 1943-2009. *Fish pond water. Requirements*. Minsk, Gosstandart Publ., 2009. 10 p. (in Russian).
13. Vinberg G. G. The case of summer fish kill in the lake. *Priroda* [Nature], 1952, no. 3, pp. 65–67 (in Russian).
14. Linnik V. A., Zen'kovich E. M. (comp.). *Prevention of fish kill*. Minsk, Urozhai Publ., 1967. 36 p. (in Russian).
15. Ministry of Natural Resources and Environmental Protection of the Republic of Belarus. *Recommendations (scientifically substantiated proposals) for the prevention of freezing phenomena in water bodies of the Republic of Belarus*. Minsk, 2010. 48 p. (in Russian).
16. Goryunova S. V., Demina N. S. *Algae - producers of toxic substances*. Moscow, Nauka Publ., 1974. 256 p. (in Russian).
17. Kalinnikova T. B., Gainutdinov M. Kh., Shagidullin R. R. Cyanotoxins - potential hazard for freshwater ecosystems and human health. *Rossiiskii zhurnal prikladnoi ekologii* = *Russian Journal of Applied Ecology*, 2017, no. 2 (10), pp. 3–19 (in Russian).
18. Belykh O. I., Gladkikh A. S., Sorokovikova E. G., Tikhonova I. V., Potapov S. A., Fedorova G. A. Microcystine-producing cyanobacteria in water reservoirs of Russia, Belarus and Ukraine. *Khimiya v interesakh ustoychivogo razvitiya* = *Chemistry for Sustainable Development*, 2013, vol. 21, no. 4, pp. 363–378 (in Russian).
19. Jewel M. A., Affan M. A., Khan S. Fish mortality due to cyanobacterial bloom in an aquaculture pond in Bangladesh. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 2003, vol. 6, no. 12, pp. 1046–1050. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2003.1046.1050>
20. Kangur K., Kangur P., Laugaste R. Fish kill in Lake Peipsi in summer 2002 as a synergistic effect of a cyanobacterial bloom, high temperature, and low water level. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences. Biology. Ecology*, 2005, vol. 54, no. 1, pp. 67–80. <https://doi.org/10.3176/biol.ecol.2005.1.05>
21. Loginova E. V. Possibility of algae toxicity manifestation in water bodies of Belarus. *Vestnik BGU. Seriya 2, Khimiya. Biologiya. Geografiya* [Bulletin of the Belarusian State University. Series 2, Chemistry. Biology. Geography], 1995, no. 1, pp. 66–69 (in Russian).



22. Mikheyeva T. M., Belych O. I., Sorokovikova E. G., Gladkikh A. S., Potapov S. A. Cyanobacteria and cyanotoxins in plankton of the regulated waterbodies and of the municipal section of the Svisloch river (Belarus). *Ekologicheskii vestnik* [Ecological Bulletin], 2011, no. 4 (18), pp. 30–37 (in Russian).
23. Golovina N. A., Strelkov Yu. A., Voronin V. N., Golovin P. P., Evdokimova E. B., Yukhimenko L. N. *Ichthyopathology*. Moscow, Mir Publ., 2003. 447 p. (in Russian).
24. The mass death of fish in the Volga is associated with poor ecology. *Arguments and Facts. Volgograd*, 2011, 16 August. Available at: <https://vig.aif.ru/society/details/372839> (accessed 16.09.2022) (in Russian).
25. Yukhimenko L. N., Koidan G. S. The current state of the problem of fish aeromonosis. *Bolezni ryb: informatsionnyi paket* [Fish diseases: information package]. Moscow, 1997, iss. 2, pp. –1–9 (in Russian).
26. On the establishment of water quality standards for surface water bodies: Decree of the Ministry of Natural Resources and Environmental Protection of the Republic of Belarus dated March 30, 2015, no. 13. *National Legal Internet Portal of the Republic of Belarus*. Available at: https://pravo.by/upload/docs/op/W21529808_1429909200.pdf (accessed 16.09.2022) (in Russian).
27. Api 20 E : identification system for Enterobacteriaceae and other non-fastidious Gram-negative rods. *Northeast Biomanufacturing Center and Collaborative (NBC2)*. Available at: <https://biomanufacturing.org/uploads/files/587872707301898351-api20einstructions.pdf> (accessed 16.09.2022).
28. Podushka S. B. On the causes of the outbreak of goldfish. *Nauchno-tehnicheskii byulleten' laboratorii ikhtiologii INENKO* [Scientific and Technical Bulletin of INENKO Ichthyology Laboratory], 2004, no. 8, pp. 5–15 (in Russian).
29. Gerasimov Y. V., Smirnov A. K., Kodukhova Y. V. Assessment of possible causes of changes in abundance and sexual structure in populations of Prussian carp (Carassius Auratus Gibelio Bloch., 1783). *Inland Water Biology*, 2018, vol. 11, no. 1, pp. 72–80. <https://doi.org/10.1134/s199508291704006x>
30. Abramenko M. I., Nedviga I. V. Population abundance dynamics of silver crucian carp from the tsymlyansk water reservoir on the modern stage. *Vestnik Yuzhnogo nauchnogo tsentra RAN* [Bulletin of the Southern Scientific Center of RAS], 2011, vol. 7, no. 2, pp. 111–113 (in Russian).
31. Goriunova A. I., Isbekov K. B., Asylbekova S. J., Danko Y. K. About crucians of periodically drying up steppe lakes of Northern Kazakhstan in the light of the modern domestic and foreign researches. *Trudy VNIRO*, 2017, vol. 165, pp. 27–37 (in Russian).
32. Dombrovskii V. K. Morphobiological characteristics of the silver carp Carassius auratus gibelio (Bloch), bred in the reservoirs of the Byelorussian SSR. *Voprosy rybnogo khozyaistva Belorussii: trudy* [Problems of the fish industry of Belarus: works]. Moscow, 1964, vol. 5, pp. 62–82 (in Russian).
33. Zhukov P. I. *Reference book on the ecology of freshwater fish*. Minsk, Nauka i tekhnika Publ., 1988. 310 p. (in Russian).



34. Rizevskii V. K., Zubei A. V., Ermolaeva I. A.. On the displacement of native goldfish by introduced silver carp. *Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sbornik nauchnykh trudov* = *Belarus fish industry problems: collection of scientific papers*. Minsk, 2013, iss. 29, pp. 263–274 (in Russian).
35. Poletaev A. S., Gajduchenko H. S. Comparative analysis of the Volma fishery goldfish karyotype. *Trudy Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Fiziologicheskie, biokhimicheskie i molekulyarnye osnovy* [Proceedings of the Belarusian State University. Series of Physiological, Biochemical Molecular Biology Sciences], 2016, vol. 11, pt. 1, pp. 224–230 (in Russian).
36. Poletaev A. S., Rizevskii V. K. Naturalization of silver carp (*Carassius auratus s. lato*) on the territory of Belarus. *Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sbornik nauchnykh trudov* = *Belarus fish industry problems: collection of scientific papers*. Minsk, 2019, iss. 35, pp. 146–157 (in Russian).

Сведения об авторах

Костоусов Владимир Геннадьевич — кандидат биологических наук, доцент, заместитель директора по научной работе, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: vkostousov@tut.by. ORCID: 0000–0002–3926–9432

Ансолихова Ольга Дмитриевна — кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Ласица Владислав Александрович — младший сотрудник лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Сенникова Виолетта Дмитриевна — старший научный сотрудник лаборатории прудового и индустриального рыбоводства, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Дегтярик Светлана Михайловна — кандидат биологических наук, доцент, зав. лабораторией болезней рыб, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lavrushnek@mail.ru

Полоз Светлана Васильевна — кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lana.poloz@gmail.com

Беспалый Алексей Викторович — научный сотрудник, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Бе-



ларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: salmotmf@gmail.com

Information about the authors

Kostousov Vladimir — Ph.D. (Biological), Associate professor, deputy director of science of RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: vkostousov@tut.by. ORCID: 0000–0002–3926–9432

Apsolikhova Olga — Ph.D. (Biological), Leading Researcher, Laboratory of Fish Farming and Fisheries in Natural of RUE «Fish Industry Institute» of the RUE «Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry» (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Lasitsa Vlad — Junior researcher, Laboratory of Fish Farming and Fisheries in Natural of RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Sennikova Violetta — Senior Researcher, Laboratory of Pond and Industrial Fish Farming of RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Dziahtsiaryk Sviatlana — Ph.D. (Biological), Associate professor, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: lavrushnek@mail.ru

Polaz Sviatlana — Ph.D. (Veterinary), RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: lana.polo@tut.by

Biaspaly Aliaksei — Researcher, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: salmotmf@gmail.com



В.Г. Костоусов, О.Д. Апсолихова, Т.И. Попиначенко, Т.Л. Баран, В.А. Ласица

*РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр
Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Минск, Беларусь*

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗИМОВАЛЬНЫХ ЯМ РЕК ДНЕПР И СОЖ (В ПРЕДЕЛАХ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ГРАНИЦ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ)

Аннотация: Представлены сведения по уточнению расположения зимовальных ям в реках Днепр и Сож в пределах их протекания на территории Беларуси, с целью организации охраны их рыбных запасов, с разработкой интерактивной карты и мобильного приложения с возможностью визуализации, и навигации. Были выявлены 74 зимовальные ямы, из них: 42 — на р. Днепр, 32 — на р. Сож с указанием географических координат и описанием привязки к местности. Изучены основные батиметрические и гидрометрические характеристики зимовальных ям, проведен гидрохимический анализ в районе их расположения. В среднем глубина участков рек к Днепр и Сож в местах расположения зимовальных ям составляет около 5–6 м, минимальная отмеченная глубина — 3 м, максимальная — 20 м. Наименьшая площадь ямы составила 0,5 га, наибольшая — 42 га. Скорость течения составляла от 0,01 до 0,9 м/с. Исследования температурного и кислородного режимов воды на участках расположения зимовальных ям на рр. Днепр и Сож не выявили отклонений от аналогичных показателей по другим участкам русла.

Ключевые слова: река, зимовальная яма, гидрология, гидрохимия, батиметрия

V. Kostousov, O. Apsolikhova, T. Popinachenko, T. Baran, V. Lasitsa

*RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus
National Academy of Sciences for Animal Husbandry”, Minsk, Belarus*

MAIN CHARACTERISTICS OF THE WINTER PIT OF THE DNEPR AND SOZH RIVERS (WITH THE TERRITORIAL BORDERS OF THE REPUBLIC OF BELARUS)

Abstract: Information is presented on clarifying the location of wintering pits in the Dnieper and Sozh rivers within their flow on the territory of Belarus,



in order to organize the protection of their fish stocks, with the development of an interactive map and a mobile application with the possibility of visualization and navigation. 74 wintering pits were identified, of which: 42 — on the river. Dnepr, 32 — on the river. Sozh with indication of geographical coordinates and description of binding to the area. The main bathymetric and hydrometric characteristics of wintering pits were studied, and a hydrochemical analysis was carried out in the area of their location. On average, the depth of the sections of the rivers to the Dnieper and Sozh at the locations of wintering pits is about 5–6 m, the minimum recorded depth is 3 m, the maximum is 20 m. The smallest area of the pit was 0.5 ha, the largest — 42 ha. The flow velocity was from 0.01 to 0.9 m/s. Studies of the temperature and oxygen regimes of water in the areas where wintering pits are located on the river. The Dnieper and Sozh did not reveal deviations from similar indicators for other sections of the channel.

Keywords: watercourses, wintering pit, hydrology, environment, hydrochemistry

Введение. Указом Президента Республики Беларусь «О рыболовстве и рыболовном хозяйстве» № 284 предписано (п.п. 31 и 68 Правил) Минсельхозпроду совместно с НАН Беларуси определить и ежегодно представлять на сайте Министерства актуализированный перечень зимовальных ям в рыболовных угодьях с указанием координат их границ, что позволит потенциальным пользователям рыболовных угодий (арендаторам и рыболовам-любителям) планировать процесс лова без нарушения действующего законодательства, а органам государственного природоохранного контроля — более эффективно осуществлять контрольные функции. Поскольку зимовальные ямы представляют собой не просто углубления дна, а характеризуются сложным комплексом специфических гидрологических и гидрохимических параметров, которые могут меняться в зависимости от времени года и физиологических предпочтений того или иного вида рыб, изучались основные закономерности и зависимости в формировании зимовальных ям р. Днепр и Сож, видовая специфика рыб, залегающих на зимовку, взаимодействие абиотических факторов с сезонными потребностями рыб.

Изучение гидродинамических особенностей участков рек с выявленным наличием зимовальных ям показало, что формирование зимовальных ям происходит при наличии нескольких условий, определяющих гидравлику русла и возможность зимовки рыбы. Во-первых, ямы, как правило, располагаются на меандрах с высокой кривизной русла (по-



казатель изгибов, рассчитываемый как отношение ширины русла к радиусу поворота, определяемого по стрежню), значения которой находятся в пределах 0,560–0,546 [1]. Второй немаловажной особенностью является наличие створов резкого сужения основного русла, предшествующего глубоководной части акватории. Как следствие, на участке сужения возрастает трение потока о боковые стенки русла, в результате чего динамическая ось потока заглубляется, и активизируются эрозионные процессы на дне реки. При тормозящем действии боковых частей русла при его сужении возникают вертикальные циркуляционные течения водных масс [2–4]. Как результат такого явления, частицы грунта и донных отложений переносятся к внутренней стороне русла, формируя намывные гряды и гребни [4–7]. В-третьих, установлено, что глубины русла реки на изгибе показывают высокую корреляцию со значениями кривизны [8].

Объектом исследований послужили данные многолетних гидроэкологических и ихтиологических исследований на реках Днепр и Сож по выявлению мест зимнего скопления рыб, изложенные в открытых источниках и фондовых материалах института.

В рамках проверки предположений по выявлению зимовальных ям по комплексу гидродинамических условий проводилась эхолокационная съемка, замеры скоростей и направленности течений на рр. Днепр и Сож в месте расположения предполагаемых зимовальных ям с помощью гидрологической вертушки ГР-21М. Измерение скоростей течения проводились в трёх точках (выше по течению до ямы, на самой яме и ниже по течению от ямы), на пяти горизонтах (на яме). Структура дна определялась с помощью подводной камеры «Язь-52HD». Газовый и температурный режимы исследовали на установленных зимовальных ямах рек Днепр и Сож в пределах территориальных границ Витебской, Могилевской и Гомельской областей с помощью кислородомера «HANNA» и батометра Рутнера в русловой части в поверхностном и придонном горизонтах.

За период исследований были выявлено 74 зимовальных ям, из них: 42 — на р. Днепр, 32 — на р. Сож (табл. 1).

Согласно гидрологической статистике [9], за последние 15–22 года отмечается следующая закономерность: в верховьях рек Днепр и Сож уровеньный режим в период межени имеет достаточно плавную кривую, тогда как в низовьях водотоков он характеризуется более резкими перепадами (рис. 1–4).



Таблица 1. Актуализированные данные по зимовальным ямам рек Днепр и Сож (в пределах территориальных границ Беларуси)

Table 1. Updated data on wintering pits of the Dnieper and Sozh rivers (within the territorial borders of Belarus)

Область	Район	Количество зимовальных ям *	Количество зимовальных ям (наши данные)
р. Днепр			
Гомельская	Брагинский	8	5
	Жлобинский	2	5
	Лоевский	7	5
	Речицкий	6	7
	Рогачевский	2	4
Могилевская	Быховский	2	2
	Могилевский	2	1
	г. Могилев	-	3
Витебская	Дубровенский	-	6
	Оршанский	-	2
	г. Орша	-	2
Итого:		29	42
р. Сож			
Гомельская	Ветковский	4	3
	Гомельский	3	5
	г. Гомель	-	5
	Кормянский	3	3
	Лоевский	4	7
	Чечерский	4	3
Могилевская	Кричевский	1	1
	Славгородский	1	1
	Чериковский	2	4
Итого:		22	32
ВСЕГО		51	74

* Приложение к постановлению Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 19.09.2005 № 46 «Об утверждении перечня зимовальных ям».

У г. Кричев (верховье р. Сож) за период исследований 2021–2022 гг. наблюдался плавный гидрологический режим, с невысокими меженными перепадами, что обуславливает небольшое количество зимоваль-



ных ям на этом участке реки (обнаружена 1 яма). При этом у г. Гомель (низовье р. Сож) гидрологический режим характеризуется более высокими меженными перепадами, что дает предпосылку к большему формированию зимовальных ям (обнаружено 6 ям) (рис. 1–2).

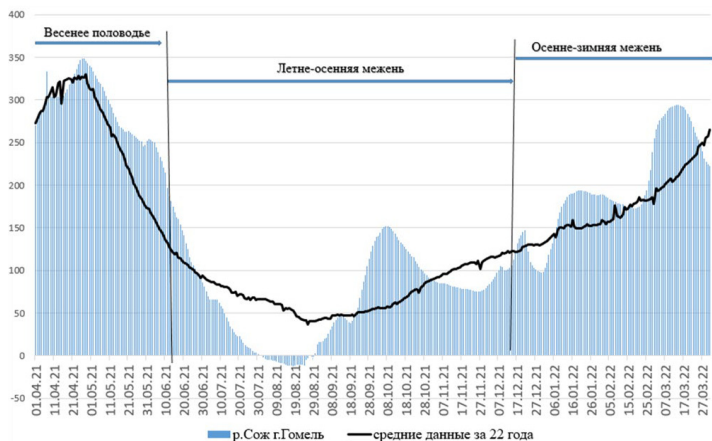


Рис. 1. Показатели уровня воды р. Сож у г. Гомель за год (2021–2022 гг.) и средние за 22 лет

Fig. 1. Water level indicators of the river. Sozh near Gomel for the year (2021–2022) and average for 22 years

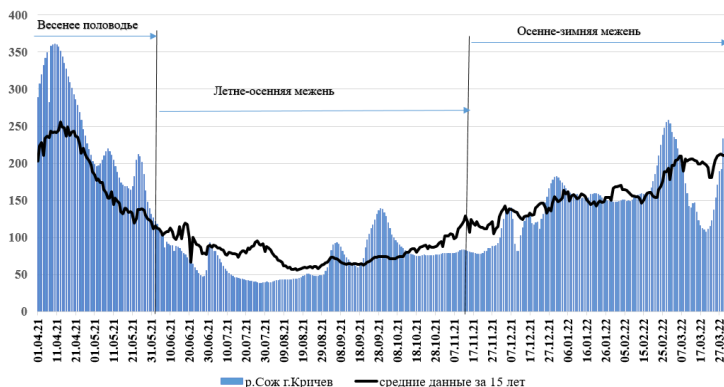


Рис. 2. Показатели уровня воды р. Сож у г. Кричев за 2021–2022 гг. и средние за 15 лет

Fig. 2. Water level indicators of the river. Sozh near Krichev for 2021–2022 and average for 15 years



Аналогичная закономерность прослеживается нами на р. Днепр — в верховье реки (обнаружено 2 ямы), где зафиксирован плавный гидрологический режим выявлено меньшее количество зимовальных ям чем в низовьях (5 ям) (рис. 3—4).

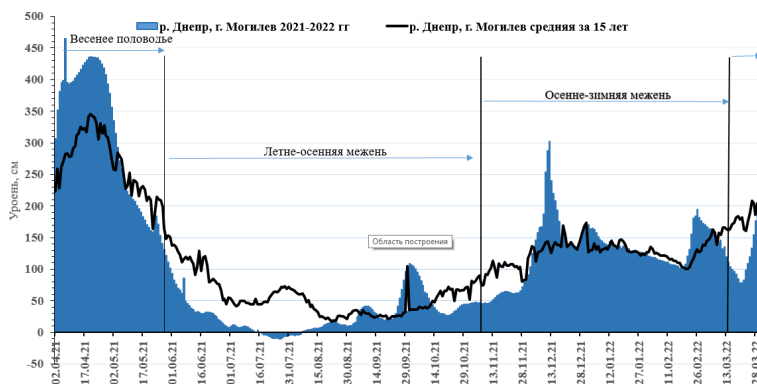


Рис. 3. Показатели уровня воды р. Днепр у г. Mogilev за год (2021–2022 гг.) и средние за 15 лет

Fig. 3. Water level indicators of the river. Dnieper near Mogilev for the year (2021–2022) and average for 15 years

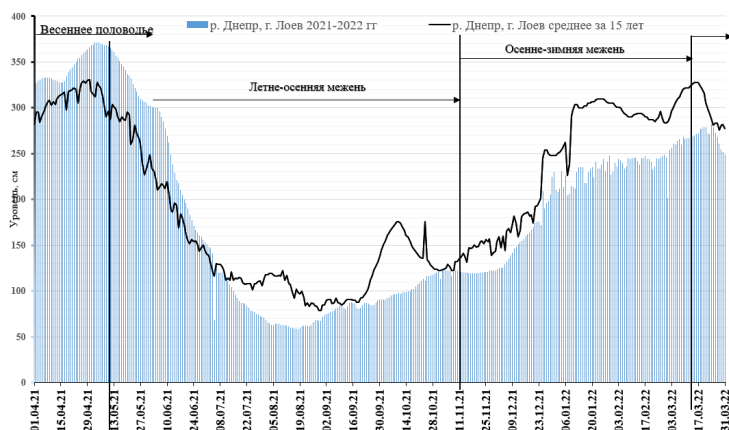


Рис. 4. Показатели уровня воды р. Днепр у г. Лоев за год (2021–2022гг) и средние за 15 лет

Fig. 4. Water level indicators of the river. Dnieper near Loev for the year (2021–2022) and average for 15 years



Установленные нами зимовальные ямы условно можно разделить на три типа по характеру их расположения: на меандрах водотоков (типовая зимовальная яма), на прямых участках рек и в затоках, затоках, стариках (рис. 5).

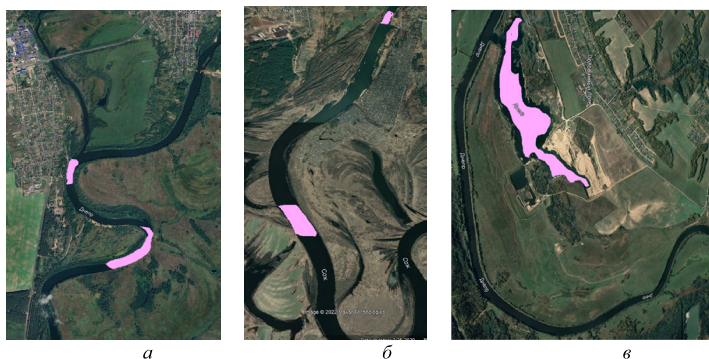


Рис. 5. Типы зимовальных ям: а) на меандре, б) на прямом участке реки, в) затон
Fig. 5. Types of wintering pits: a) on a meander, b) on a straight section of the river, c) backwater

На исследованных зимовальных ямах содержание растворенного в воде кислорода соответствовало установленным нормативам качества воды поверхностных водных объектов [10]. С увеличением глубины отмечалось понижение температуры и растворенного в воде кислорода, и варьировало от 9,44 мгО/л в поверхностных до 6,04 мгО/л — в придонных слоях (табл. 2).

Таблица 2. Газовый и температурный режим
(в весенний период) зимовальных ям

Table 2. Gas and temperature regime (in spring) of wintering pits

Зимовальная яма	t, C°		O ₂		Глубина, м
	Поверхность (0,5 м)	На глубине	Поверхность (0,5 м)	На глубине	
Обкомовская	18,8	15,5	8,99	6,04	15,0
Вонючка	18,7	14,9	8,90	6,53	12,0
Устье р. Ипуть	16,8	15,9	9,04	8,73	9,0
Боровая	17,7	16,1	9,27	8,07	8,1
Протока Волотова	18,0	16,5	9,04	7,96	8,0
Скиток	16,3	15,8	9,44	9,34	5,3
Глушецкая	16,3	15,7	9,11	9,08	5,8



В результате гидрологических замеров нами отмечено, что во всех исследованных зимовальных ямах максимальная скорость течения фиксируется выше по течению. Непосредственно на яме скорости течения низкие с минимальными показателями у дна. Ниже ямы происходит увеличение скорости потока (табл. 3).

Таблица 3. Скорости течения воды на зимовальных ямах
Table 3. Water flow rates in wintering pits

Точка	$v_{\text{пов.}}$ м/с	$v_{1,0 \text{ м глубины}}$ м/с	$v_{2,0 \text{ м глубины}}$ м/с	$v_{3,0 \text{ м глубины}}$ м/с	$v_{\text{дно}}$ м/с
Глушечкая (прямой участок)					
Выше по течению	0,973	-			-
На яме	0,909	0,866	0,715	0,705	0,614
Ниже по течению	0,925	-			-
Скиток (прямой участок)					
Выше по течению	0,757	-			-
На яме	0,648	0,603	0,550	0,502	0,457
Ниже по течению	0,711	-			-
Боровая (изгиб)					
Выше по течению	0,614	-			-
На яме	0,504	0,053	0,053	0,053	0,018
Ниже по течению	0,529	-			-
Протока Волотова (изгиб)					
Выше по течению	0,205	-			-
На яме	0,205	0,022	0,022	0,022	0,018
Ниже по течению	0,205	-			-
Устье Ипуть					
Выше по течению	0,298	-			-
На яме	0,223	0,018	0,018	0,018	0,018
Ниже по течению	0,291	-			-
Вонючка (затон)					
Выше по течению	0,018	-			-
На яме	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018
Ниже по течению	0,018	-			-
Обкомовская (затон)					
Выше по течению	0,153	-			-
На яме	0,093	0,049	0,022	0,022	0,018
Ниже по течению	0,102	-			-



Грунт обследованных зимовальных ям представлен иловыми, песчаными и песчано-иловыми отложениями. На снимках, зафиксированных подводной камерой «Язь-52 HD», отмечаются типичные обитатели песчаных заиленных грунтов *Viviparus viviparus* (живородка) и *Anodonta cygnea* (беззубка) (рис. 6–8).



Рис. 6. Структура дна зимовальной ямы Обкомовская (ил)
Fig. 6. The structure of the bottom of the wintering pit Obkomovskaya (silt)



Рис. 7. *Anodonta cygnea* (беззубка) на зимовальной яме Боровая, р. Сож
Fig. 7. *Anodonta cygnea* (toothless) on the wintering pit Borovaya, Sozh river



Рис. 8. *Viviparus viviparus* (живородка) на зимовальной яме Скиток
Fig. 8. *Viviparus viviparus* (live-bearer) on wintering pit Skitok



При исследовании зимовальных ям по стрежню отмечено, что начало ямы наблюдается от средних отметок дна речного русла резким понижением (увеличение глубины), после достижения максимальных значений отметок начинается плавный подъём до средних отметок дна речного русла как на прямых участках, так и на изгибах реки (рис. 9, б). Наибольшее её углубление приурочено к тому или иному берегу (рис. 10, а).

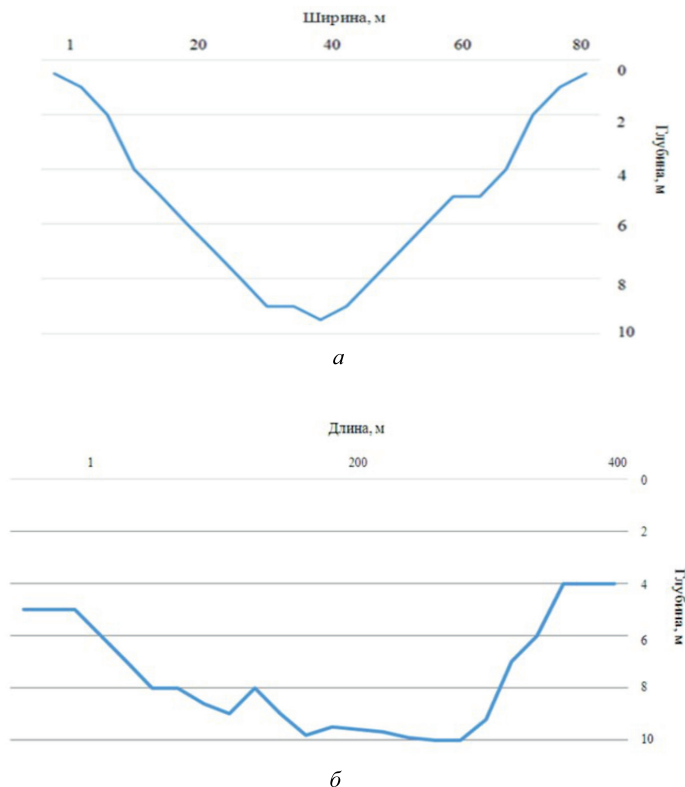


Рис. 9. Распределение глубин по ширине (а) и стрежню (б) зимовальной ямы Протока Волотова (прямой участок реки Сож)

Fig. 9. Distribution of depths along the width (a) and core (b) of the wintering pit of the Volotov Channel (straight section of the Sozh River)

У противоположного берега, вблизи нижней по течению границы ямы часто отмечалась формирующаяся мель, в месте нахождения ямы берега водотока расширены — разработаны в «котёл». Имелись области



со значительным падением скоростей течений и даже участки с обратным током воды.

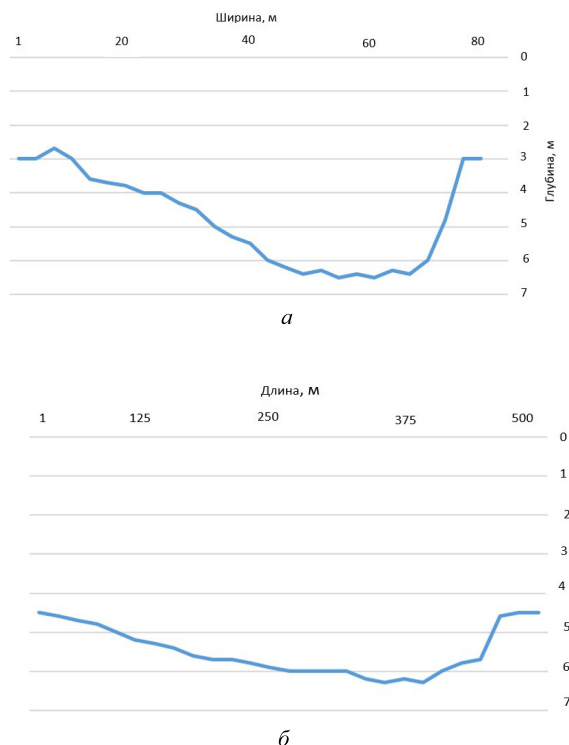


Рис. 10. Распределение глубин по ширине (а) и стрелю (б) зимовальной ямы Глушецкая (изгиб реки Сож)

Fig. 10. Distribution of depths along the width (a) and core (b) of the Glushetskaya wintering pit (bend of the Sozh River)

Анализ данных, полученных в ходе гидрологической и батиметрической съёмок, позволил сделать вывод о пригодности потенциальных зимовальных ям русловых участков рек бассейна Днепра к массовому залеганию «ямных» видов рыб в зимний период.

В результате гидрохимических исследований исследуемые зимовальные ямы в подлёдный период по солевому составу воды отвечают эвтрофному типу водоемов с удовлетворительным газовым режимом, пригодные к рыбохозяйственной деятельности.

**Выводы.**

1. За период исследований было выявлено 74 зимовальных ямы, из них: 42 — на р. Днепр, 32 — на р. Сож.

2. Установлены границы зимовальных ям рек Днепр и Сож, с указанием географических координат и описанием привязки к местности.

3. Сформирована база данных по зимовальным ямам рек Днепр и Сож в электронном виде для представления на сайте Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь.

4. Гидрохимические исследования воды на участках расположения зимовальных ям на рр. Днепр и Сож в пределах территориальных границ Витебской, Могилевской и Гомельской областей в подледный период не выявили отклонений от нормы - ни по одной зимовальной яме лимитирующие факторы (температурный и кислородный режим) не опускались ниже нормы.

5. Собраны гидрологические данные по части зимовальных ям. В среднем глубина рыбозимовальной ямы составляет около 5–6 м, минимально отмеченная глубина — 1,5 м, максимально — 14 м. Наименьшая площадь ямы составила 0,5 га, наибольшая — 42 га. Скорость течения составляла от 0,2 до 0,5 м/с.

Список использованных источников

1. Чемагин, А. А. Особенности гидравлики речных участков русловых зимовальных ям реки Иртыш в период открытой воды / А. А. Чемагин // Вестн. Астрах. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыб. хоз-во. — 2018. — № 3. — С. 60–69. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2018-3-60-69>
2. Барышников, Н. Б. Динамика русловых потоков : учебник / Н. Б. Барышников ; Рос. гос. гидрометеорол. ун-т. — СПб. : РГГМУ, 2007. — 313 с.
3. Гончаров, В. И. Равномерный турбулентный поток / В. И. Гончаров. — М. ; Л. : Госэнергоиздат, 1951. — 147 с.
4. Flow separation at the inner (convex) and outer (concave) banks of constant-width and widening open-channel bends / K. Blanckaert [et al.] // Earth Surface Processes a. Landforms. — 2013. — Vol. 38, № 7. — P. 696–716. <https://doi.org/10.1002/esp.3324>
5. Flow and bathymetry in sharp open-channel bends: experiments and predictions / J. Zeng [et al.] // Water Resources Research. — 2008. — Vol. 44, № 9. — Art. W09401. <https://doi.org/10.1029/2007WR006303>
6. Vermeulen, B. Flow structure caused by a local cross-sectional area increase and curvature in a sharp river bend / B. Vermeulen, A. J. F. Hoitink, R. J. Labeur // J. of Geophys. Research: Earth Surface. — 2015. — Vol. 120, № 9. — P. 1771–1783. <https://doi.org/10.1002/2014JF003334>



7. Three-dimensional flow structure and bed morphology in large elongate meander loops with different outer bank roughness characteristics / K. M. Konsoer [et al.] // *Water Resources Research*. — 2016. — Vol. 52, № 12. — P. 9621–9641. <https://doi.org/10.1002/2016WR019040>
8. Sharp bends associated with deep scours in a tropical river: the river Mahakam (East Kalimantan, Indonesia) / B. Vermeulen [et al.] // *J. of Geophys. Research: Earth Surface*. — 2014. — Vol. 119, № 7. — P. 1441–1454. <https://doi.org/10.1002/2013JF002923>
9. AllRivers: уровень воды онлайн [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://allrivers.info/>. — Дата доступа: 22.08.2022.
10. Об установлении нормативов качества воды поверхностных водных объектов [Электронный ресурс]: постановление М-ва природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, 30 марта 2015 г., № 13 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. — Режим доступа: https://pravo.by/upload/docs/op/W21529808_1429909200.pdf. — Дата доступа: 22.08.2022.

Reference

1. Chemagin A. A. Features of hydraulics of the river sectors with riverbed wintering holes of the irtys in open water period. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khozyaistvo = Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry*, 2018, no. 3, pp. 60–69 (in Russian). <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2018-3-60-69>
2. Baryshnikov N. B. *Channel flow dynamics*. St. Petersburg, Russian State Hydrometeorological University, 2007. 313 p. (in Russian).
3. Goncharov V. I. *Uniform turbulent flow*. Moscow, Leningrad, Gosenergoizdat Publ., 1951. 147 p. (in Russian).
4. Blanckaert K., Kleinbans M. G., McLelland S. J., Uijttewaal W. S. J., Murphy B. J., van de Kruijs A., Parsons D. R., Chen Q. Flow separation at the inner (convex) and outer (concave) banks of constant-width and widening open-channel bends. *Earth Surface Processes and Landforms*, 2013, vol. 38, no. 7, pp. 696–716. <https://doi.org/10.1002/esp.3324>
5. Zeng J., Constantinescu G., Blanckaert K., Weber L. Flow and bathymetry in sharp open-channel bends: experiments and predictions. *Water Resources Research*, 2008, vol. 44, no. 9, art. W09401. <https://doi.org/10.1029/2007WR006303>
6. Vermeulen B., Hoitink A. J. F., Labeur R. J. Flow structure caused by a local cross-sectional area increase” and curvature in a sharp river bend. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 2015, vol. 120, no. 9, pp. 1771–1783. <https://doi.org/10.1002/2014JF003334>
7. Konsoer K. M., Rhoads B. L., Best J. L., Langendoen E. J., Abad J. D., Parsons D. R., Garcia M. H. Three-dimensional flow structure and bed morphology in large elongate meander loops with different outer bank roughness characteristics.



- Water Recourses Research*, 2016, vol. 52, no. 12, pp. 9621–9641. <https://doi.org/10.1002/2016WR019040>
8. Vermeulen B., Hoitink A. J. F., van Berkum S. W., Hidayat H. Sharp bends associated with deep scours in a tropical river: The river Mahakam (East Kalimantan, Indonesia). *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 2014, vol. 119, no. 7, pp. 1441–1454. <https://doi.org/10.1002/2013JF002923>
 9. All Rivers: water level online. Available at: <http://allrivers.info/> (accessed 22.08.2022) (in Russian).
 10. On the establishment of water quality standards for surface water bodie: Decree of the Ministry of Natural Resources and Environmental Protection of the Republic of Belarus dated March 30, 2015, no. 13. *National Legal Internet Portal of the Republic of Belarus*. Available at: https://pravo.by/upload/docs/op/W21529808_1429909200.pdf (accessed 21.08.2022) (in Russian).

Сведения об авторах

Костоусов Владимир Геннадьевич — кандидат биологических наук, доцент, заместитель директора по научной работе, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: vkoustousov@tut.by. ORCID: 0000–0002–3926–9432

Ансолихова Ольга Дмитриевна — кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Попиначенко Таисия Ивановна — научный сотрудник лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Баран Татьяна Леонидовна — научный сотрудник лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Ласица Владислав Александрович — младший сотрудник лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Information about the authors

Koustousov Vladimir — Ph.D. (Biological), Associate professor, deputy director of science of RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus



National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: vkostousov@tut.by. ORCID: 0000–0002–3926–9432

Apsolikhova Olga — Ph.D. (Biological), Leading Researcher, Laboratory of Fish Farming and Fisheries in Natural of RUE «Fish Industry Institute» of the RUE «Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry» (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Popinachenko Taisia — Researcher, Laboratory of Fish Farming and Fisheries in Natural of RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Baran Tatsiana — Researcher, Laboratory of Fish Farming and Fisheries in Natural of RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Lasitsa Vlad — Junior researcher, Laboratory of Fish Farming and Fisheries in Natural of RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: lablakeirh@gmail.com



**В.Г. Костоусов¹, О.Д. Апсолихова¹, Т.И. Попиначенко¹, Т.Л. Баран¹,
Г.П. Прищепов¹, Д.Ф. Куницкий²**

¹ РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Минск, Беларусь

² Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», Минск, Беларусь

К СОВРЕМЕННОМУ СОСТОЯНИЮ ЗИМОВАЛЬНЫХ ЯМ РЕК НЕМАН И ВИЛИЯ (В ПРЕДЕЛАХ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ГРАНИЦ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ)

Аннотация: В новой редакции Правил любительского рыболовства (Указ Президента Республики Беларусь «О рыболовстве и рыбном хозяйстве» от 21 июля 2021 г. №284) введена норма запрета на всякое рыболовство в границах зимовальных ям, что потребовало актуализации перечней и границ ям применительно разных категорий рыболовных угодий. Институт рыбного хозяйства Национальной академии наук Беларуси совместно с лабораторией ихтиологии ГНПО «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам» проводят исследования на водотоках и водоемах Республики Беларусь по уточнению границ зимовальных ям. В настоящее время актуализирован перечень зимовальных ям применительно русловых участков рек бассейна Немана с уточнением их границ. Проведены гидрохимические исследования на местах зимовальных ям рр. Неман и Вилия в пределах территориальных границ Гродненской области. Собраны гидрохимические, гидрологические и батиметрические данные по части зимовальных ям. На р. Неман всего выявлено 27 зимовальных ям, на р. Вилия — 5. Ямы расположены на меандрах с показателями высокой кривизны поворота русла, в затоках и обводненных карьерах. В среднем глубины в местах расположения зимовальных ям рр. Неман и Вилия составляют около 4–5 м, минимальная отмеченная глубина — 3 м, максимальная — 11 м.

Ключевые слова: водоемы, водотоки, протока, гидрологические, батиметрические и гидрохимические показатели, зимовальные ямы



V. Kostousov¹, O. Apsolikhova¹, T. Popinachenko¹, T. Baran¹,
G. Prishchepov¹, D. Kunitsky²

¹RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry”, Minsk, Belarus

²State Research and Production Association «Scientific and practical center of the National academy of sciences of Belarus for bioresources», Minsk, Belarus

TO THE PRESENT STATE OF THE WINTER PIT OF THE NEMAN AND VILIA RIVERS (WITH THE TERRITORIAL BORDERS OF THE REPUBLIC OF BELARUS)

Abstract: The new version of the Rules for recreational fishing (Decree of the President of the Republic of Belarus “On Fishing and Fisheries” dated July 21, 2021 No. 284) introduced a ban on all fishing within the boundaries of wintering pits, which required updating the lists and boundaries of pits for different categories of fishing grounds. The Fish Industry Institute of the National Academy of Sciences of Belarus together with the Laboratory of Ichthyology of the SNPO “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources” conduct research on watercourses and reservoirs of the Republic of Belarus to clarify the boundaries of wintering pits. Currently, the list of wintering pits has been updated in relation to the channel sections of the rivers of the Neman basin with clarification of their boundaries. Hydrochemical studies were carried out at the sites of wintering pits on the river. Neman and Viliya within the territorial boundaries of the Grodno region. Collected hydrochemical, hydrological and bathymetric data on part of the wintering pits. On the river Neman total identified 27 wintering pits on the river Viliya — 5. The pits are located on meanders with indicators of high curvature of the channel turn, in creeks and flooded quarries. On average, the depths at the locations of the wintering pits rr. Neman and Viliya are about 4–5 m, the minimum marked depth is 3 m, the maximum is 11 m.

Keywords: reservoirs, streams, channels, hydrological, bathymetric and hydrochemical indicators, wintering pits

Введение. Последние сведения о зимовальных ямах в реках Беларуси представлены в приложении к постановлению Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 19.09.2005 № 46 «Об утверждении перечня зимовальных ям» (перечень зимовальных ям в рыбохозяйственных водоемах РБ, на которых запрещается промысловый и любительский лов рыбы в период весеннего запрета).



Указом Президента Республики Беларусь «О рыболовстве и рыболовном хозяйстве» от 21 июля 2021 года № 284 утверждены новые редакции Правил любительского рыболовства и Правил ведения рыболовного хозяйства. Указом № 284 предписано (п.п. 31 и 68 Правил) Минсельхозпроду совместно с НАН Беларуси определить и ежегодно представлять на сайте Министерства актуализированный перечень зимовальных ям в рыболовных угодьях с указанием координат их границ.

Поскольку зимовальные ямы представляют собой не просто углубления дна, а характеризуются сложным комплексом специфических гидрологических и гидрохимических параметров, которые могут меняться в зависимости от времени года и физиологических предпочтений того или иного вида рыб, предстоит изучить основные закономерности и зависимости в формировании зимовальных ям в разнотипных рыболовных угодьях, видовую специфику рыб, залегающих на зимовку, взаимодействие абиотических факторов с сезонными потребностями рыб. Их выявление и учет возможны только после проведения обстоятельных полевых и лабораторных научных исследований в разнокачественных рыболовных угодьях (реки, водохранилища, озера) во все сезоны года.

В июле-сентябре 2022 г. проведены исследования по уточнению расположения зимовальных ям на рр. Неман и Виляя, которые показали, что ранее отмеченные зимовальные ямы в настоящее время не используются рыбой из-за изменения гидрологических и гидрохимических условий. В то же время имеется ряд участков, используемых рыбой для зимовки.

Материалы и методы исследований. При актуализации данных по границам зимовальных ям и составу ихтиофауны учитывали данные многолетних гидроэкологических и ихтиологических исследований на водоемах и водотоках по выявлению мест зимнего скопления и группировок рыб, изложенные в открытых источниках и фондовых материалах Института рыбного хозяйства [1–4], а также данные, предоставленные Гродненской областной и межрайонными инспекциями охраны животного и растительного мира, и данные полученные путем опроса рыбаков-любителей.

Батиметрическую съемку на водотоках и водоемах проводили с помощью двухмерного эхолота EAGLE «Strata 128 Portable» что позволило собрать геореференцированные данные, содержащие информацию



о пространственном распределении глубин в зоне исследований. Для определения местоположения, размеров и глубины зимовальных ям также использовали эхолот ECHOMAP Ultra 102sv с возможностью геопозиционирования. Датчик эхолота был прикреплен к транцу лодки и при движении на ней выводил на экран глубину под ним. В случае обнаружения значительных глубин проводили подробное изучение рельефа дна с составлением карты глубин. Изучение структуры, перепадов рельефа и степени закоряженности дна на реках, протоках и на местах зимовки рыб проводили с помощью подводной камеры «Язь-52 Компакт 9».

Скорость и направленность течения определяли с помощью гидрометрической вертушки ГР-21М, выбирая гидрометрический створ перпендикулярно направлению течения реки. Измерение скоростей течения проводили в трёх точках (выше по течению до ямы, непосредственно на самой яме и ниже по течению от ямы), на трех горизонтах (на яме) — поверхность, толща воды, у дна.

Отбор и обработку гидрохимического материала осуществляли по общепринятым методикам [5–7]. Измерение концентрации растворенного в воде кислорода и активной реакции среды (рН) проводили с использованием приборов оперативного контроля «Hanna». Всего собрано и обработано 12 проб на общий химический анализ и окисляемость воды.

Результаты исследований. Были изучены зимовальные ямы в пределах территориальных границ Гродненской области РБ.

Неман — река в РБ, Литве и России, в пределах РБ протекает в границах Минской и Гродненской областей. Впадает в Куршский залив Балтийского моря. Общая протяженность составляет 937 км, в том числе в пределах РБ — 459 км [8]. Ширина реки в верхнем течении составляет 30–40 м, у г. Мосты — 120–150 м, а в нижнем течении — 200–400 м, местами достигая до 640 м. Неман имеет около 180 притоков, главные из которых (на территории РБ) — Виляя (510 км), Щара (325 км), Свислочь, Зельвянка (170 км), Уша (105 км), Молчадь (98 км), Россь (длина 99 км), Лоша (45 км), Гавья (длина 100 км).

Виляя — правый приток р. Неман на территории РБ. Начало к северо-востоку от д. Великое Поле Докшицкого района, течет в Вилейском, Сморгонском и Островецком районах РБ и Литве. Длина 510 км, в РБ 264 км. Основные притоки: рр. Сервечь, Нарочь, Страча, Жеймина, Швянтойи (справа), Двиноса, Илия, Уша, Ошмянка (слева) [9]. Пойма



реки в верхнем течении в основном заболоченная, шириной 200–400 м, ниже прерывистая, шириной 50–70 м, местами до 600 м. Поверхность поймы волнистая, чаще песчаная, покрыта кустарником и редколесьем, нередко луговая. Русло слабоизвилистое, не меандрирующее с побочным типом руслового процесса [10, 11]. Преобладающая ширина 60–70 м, глубина изменяется от 1 до 1,5 м, местами до 3 м. Скорость течения 0,6–0,8 м/с, на порожистых участках свыше 1 м/с.

Всего за период исследований было выявлено 32 зимовальные ямы, из них: 27 — на р. Неман, 5 — на р. Вилия (табл. 1).

**Таблица 1. Перечень зимовальных ям рр. Неман и Вилия
(в пределах территориальных границ РБ)**
*Table 1. List of wintering pits pp. Neman and Viliya
(within the territorial boundaries of the Republic of Belarus)*

Область	Район	Количество зимовальных ям *	Количество зимовальных ям (наши данные)
р. Неман			
Гродненская	Гродненский	0	7
	Щучинский	0	6
	Мостовский	0	7
	Ивьевский	0	1
	Новогрудский	0	4
	Лидский	0	1
	Кореличский	0	1
Итого:		0	27
р. Вилия			
Гродненская	Сморгонский	0	3
	Островецкий	0	2
Итого:		0	5
ВСЕГО		0	32

* Приложение к постановлению Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 19.09.2005 № 46 «Об утверждении перечня зимовальных ям»

Зимовальные ямы в руслах рек часто имеют переменное положение, так как далеко не всегда крупные скопления рыб в зимнее время приурочены к этим образованиям. Они могут наблюдаться в любом участке и необязательно в самом глубоком месте. Зимой рыбы концентрируются на участках с минимальным течением и слабой степенью промерза-



ния. После ледостава распределение рыб определяется температурным режимом разных горизонтов, их кислородной обеспеченностью, особенностями оборонительно-пищевых отношений гидробионтов [12]. С годами местоположение той или иной ямы может меняться, что связано с гидрологией реки и изменением рельефа дна, поэтому указать точное место зимовальной ямы бывает затруднительно и указывается район ее нахождения [13]. Оценка предполагаемого места нахождения зимовальной ямы, проводилась по совокупности критериев (гидрологических, батиметрических и гидрохимических).



Рис. 1. Пойменные водоемы р. Вилия, Сморгонский район

Fig. 1. Floodplain water bodies of the Viliya River, Smorgon district

На р. Вилия основная концентрация рыб в зимний период ежегодно, согласно опросным данным, наблюдается не в русловых глубоководных участках водотока, а в пойменных водоемах, соединяющихся протоками с основным руслом реки (рис. 1). В Сморгонском районе это карьеры на местах выработки песчаных отложений у д. Михневичи и д. Клідзенаты, а также так называемое оз. Белое, в Островецком районе — затока по левому берегу у д. Быстрица и участок р. Страча от устья до плотины Ольховской ГЭС, являющейся притоком р. Вилия. Как правило, массовый заход рыбы из реки в зимовальные ямы наблюдается во время ледостава, когда в потоке появляется ледяная шуга, а на карьерах уже стоит тонкий ледовый покров, ограждающий подводный мир от внешних

воздействий. С другой стороны, р. Вилия неглубоководная (от 1 до 1,5 м, местами до 3 м) и высоко проточная (скорость течения на порожистых участках свыше 1 м/с), а на больших глубинах (до 11 м) пойменных водоемов формируются затишные зоны, где рыба может находиться длительное время, применяя при этом минимум усилий. Кроме того, интенсивное перемешивание водных слоёв благоприятствует улучшению кислородного и термального режимов местообитания. Хищники на ямах пойменных водоемов находят обильную кормовую базу, а их потенциальные жертвы (молодь рыб) приобретают дополнительную возможность защиты. Эти особенности биотопа ям в целом способствуют концентрации и длительному пребыванию здесь множества рыб.

Большинство зимовальных ям р. Неман являются «типичными» — глубоководные участки, образованные в многочисленных меандрах со значительными глубинами (до 6 м), где может скапливаться рыба на зимовку (рис. 2).



Рис. 2. Зимовальные ямы р. Неман, Мостовский район (ЗЯ – зимовальная яма)

Fig. 2. Wintering pits Neman, Mostovsky district (WY - wintering pit)

Первые ледовые образования на р. Вилия в створе поста а.г. Михалишки наступают преимущественно в третьей декаде ноября (рис. 3). Весной с наступлением положительных температур воздуха начинается таяние и разрушение ледяного покрова почти одновременно на всем протяжении р. Вилии. Весенний ледоход в створе поста Михалишки начинается преимущественно в конце марта. Согласно гидрологической статистике [14] за последние 15–22 года отмечается следующая закономерность — уловенный режим р. Вилия в период всех межений



имеет достаточно плавную кривую, практически не меняясь по сезонам года. Тогда как уровень режим р. Неман повышается почти в два раза в период осенне-зимнего меженного периода (рис. 3, 4).

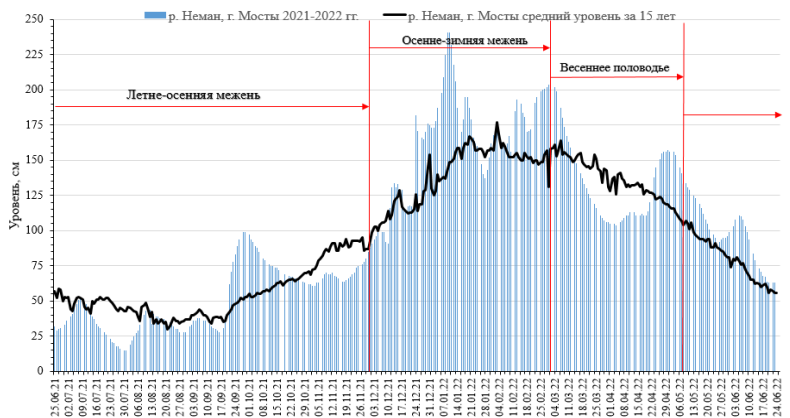


Рис. 3. Показатели уровня воды р. Неман у г. Мосты за год (2021–2022 гг) и средние за 15 лет
Fig. 3. Water level indicators of the Neman rivers near Mosty for the year (2021–2022) and average for 15 years

Такая гидрологическая особенность способствует тому, что на р. Виля места зимней концентрации рыб выявлены в пойменных водоемах — искусственно созданных карьерах, имеющих протоки в р. Виля, старице и р. Страча, являющейся правым притоком р. Виля. Зимовальные ямы в р. Неман согласно нашим исследованиям чаще локализованы в русле и расположены на меандрирующих участках водотока, где при скачкообразном изменении гидрологического режима в осенне-зимний меженный период наблюдаются наибольшие глубины (рис. 4).

В результате проведенных гидрохимических исследований установлено, что на исследованных зимовальных ямах содержание растворенного в воде кислорода соответствовало установленным нормативам качества воды поверхностных водных объектов, используемых для размножения, нагула, зимовки, миграции видов рыб отрядов лососеобразных и осетрообразных, а также иных поверхностных водных объектов [15]. С увеличением глубины отмечалось понижение температуры и растворенного в воде кислорода, и варьировало от 9,04 мгО/л в поверхностных до 8,11 мгО/л — в придонных слоях (табл. 2).



Рис. 4. Показатели уровня воды р. Вилия у а.г. Михалишки за год (2021–2022 гг) и средние за 15 лет

Fig. 4. Water level indicators of the Viliya River near the a.g. Mikhališki for the year (2021–2022) and average for 15 years

Таблица 2. Газовый и температурный режим
(в весенний период) зимовальных ям

Table 2. Gas and temperature regime (in spring) of wintering pits

Зимовальная яма	t, C°		O ₂	
	Поверхность (0,5 м)	На глубине	Поверхность (0,5 м)	На глубине
р. Неман				
у д. Новинка	23,0	22,5	8,99	8,47
у д. Дашковцы	23,4	23,0	8,90	8,54
д. Мосты Правые	24,0	23,8	9,04	8,73
р. Вилия				
оз. Белое	20,8	20,3	8,80	8,34
у д. Клиденяты	22,0	21,7	8,58	8,16
у д. Михневичи	21,6	21,2	8,34	8,11

По солевому составу вода на зимовальных ямах р. Неман в летний период относится к гидрокарбонатному классу кальциевой группы, средней минерализации. Прозрачность воды в среднем составляет 0,8 м, температурная стратификация минимальная. Активная реакция среды — слабо-щелочная, близка к нейтральной (pH 7,8). Газовый режим благоприятный — содержание растворенного кислорода в среднем составило 98 % на момент исследования.



Вода на исследуемом участке р. Вилия в летний период по солевому составу относится к гидрокарбонатному классу кальциевой группы, средней минерализации. Прозрачность воды в среднем составляет 1,1 м, температурная стратификация минимальная. Активная реакция среды — слабо-щелочная, близка к нейтральной (рН 7,8–7,9). Газовый режим благоприятный — насыщение воды кислородом 95–98 %.

Скорость течения на р. Вилия определяли на 3 участках — река, протока (прорана) и зимовальная яма (табл. 3).

Таблица 3. Скорости течения воды на зимовальных ямах
Table 3. Water flow rates in the wintering pits

Место измерения скорости течения	Поверхность, м/с	Толща воды (1,5–2 м), м/с	У дна, м/с
р. Вилия, оз. Белое			
р. Вилия	0,973	0,973	-
Протока	0,965	-	-
На яме	0,018	0,018	0
р. Вилия, старый карьер у д. Михневичи			
р. Вилия	0,957	0,957	-
Протока	0,648	-	0,018
На яме	0	0	0
р. Вилия, карьер у д. Клиденяты			
р. Вилия	0,978	-	-
Протока	0,504	0,053	0,018
На яме	0	0	0
р. Неман, у д. Новинка			
Выше по течению	0,905	0,905	-
На яме	0,018	0,018	0,018
Ниже по течению	0,605	0,605	-
р. Неман, Дашковцы			
Выше по течению	0,998	-	-
На яме	0,223	0,018	0,018
Ниже по течению	0,791	-	-
р. Неман, выше по течению от д. Мосты Правые			
Выше по течению	0,018	-	-
На яме	0,018	0,018	0,018
Ниже по течению	0,514	-	-

В результате проведенных исследований подтвердилось предположение о том, что по гидрологическим параметрам, обследованные нами глубоководные места р. Вилия, соответствуют необходимым требованиям для формирования зимних скоплений рыб. Так, скорость течения на 3-х исследованных пойменных водоемах р. Вилия практически отсутствовала (0,018 м/с), тогда как на водотоке была достаточно высокой на всех разрезах до 1 м/с. На р. Неман скорость течения исследовали на 3-х типичных для водотока зимовальных ямах в трех точках - выше по течению, на яме и ниже по течению (табл. 3). В результате скорость течения на ямах отсутствовала или была минимальной.

При исследовании зимовальных ям по стрежню отмечено, что начало ямы наблюдается от средних отметок дна речного русла резким понижением (увеличение глубины), после достижения максимальных значений отметок начинается плавный подъём до средних отметок дна речного русла как на прямых участках, так и на изгибах реки (рис. 5, б). Наибольшее её углубление приурочено к тому или иному берегу (рис. 5, а).

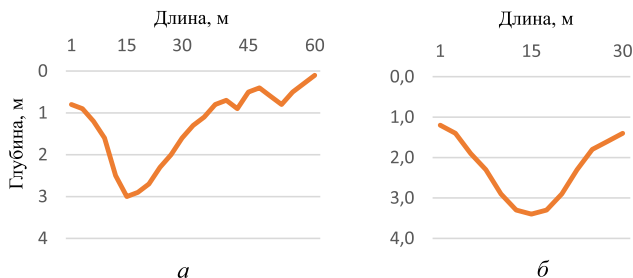


Рис. 5. Распределение глубин по ширине (а) и стрежню (б) зимовальной ямы р. Неман (изгиб) у д. Новинка

Fig. 5. Distribution of depths along the width (а) and core (б) of the wintering pit of the river Neman (bend) near the village of Novinka

У противоположного берега, вблизи нижней по течению границы ямы часто отмечалась формирующаяся мель, в месте нахождения ямы берега водотока расширены — разработаны в «котёл» (рис. 6). Имелись области со значительным падением скоростей течений и даже участки с обратным током воды. Грунт обследованных зимовальных ям представлен иловыми, песчаными и песчано-иловыми отложениями.

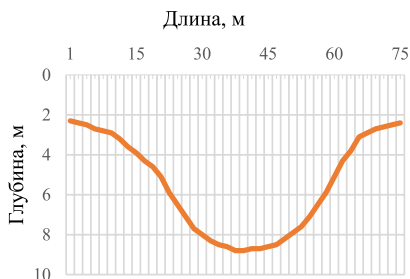


Рис. 6. Распределение глубин зимовальной ямы р. Виля (оз. Белое)
 Fig. 6. Distribution of depths of the wintering pit of the river Viliya (Lake Beloe)

Анализ данных, полученных в ходе гидрологической и батиметрической съёмок, гидрохимических исследований позволил сделать вывод о пригодности потенциальных зимовальных ям рр. Неман и Виля к массовому залеганию «ямных» видов рыб в зимний период. Водотоки Неман и Виля — единая экосистема, занятая определенным биоценозом с ярко выраженной совокупностью видов растений, животных и микроорганизмов, объединенных общей областью распространения. В этой связи, залегающий на зимовку видовой состав рыб р. Виля может быть идентичен видовой структуре рыб из р. Неман и представлен в следующем процентном соотношении: карповые — 53 %, окунёвые — 24,1 %, щуковые — 7,8 %, сомовые — 5,3 %, налимовые — 4,5 %, лососевые — 3,0 % и хариусовые — 2,3 %. Из охраняемых видов рыб, занесённых в Красную Книгу РБ, на зимовку могут залегать сырть и усач.

Выводы.

1. Изучено современное состояние зимовальных ям рек Неман и Виля. Всего обнаружены 32 зимовальные ямы, из них: 27 — на р. Неман (в Корелечском, Лидском, Ивьевском районах по одной, в Новогрудском — 4, Щучинском — 6, Мостовском и Гродненском по 7), 5 — на р. Виля (в Сморгонском районе — 3, Островецком — 2).

2. В результате проведенных гидрохимических исследований установлено, что по солевому составу вода на зимовальных ямах целом относится к гидрокарбонатному классу кальциевой группы, средней минерализации. Прозрачность воды в среднем составляет 0,8 м, температурная стратификация в летний период минимальна. Активная реакция среды — слабощелочная, близка к нейтральной (pH 7,8). Газовый ре-



жим благоприятный — содержание растворенного кислорода в среднем составило 98 %

3. Анализ данных, полученных в ходе гидрологической и батиметрической съёмок подтвердил, что исследуемые нами места предполагаемых зимовальных ям, соответствуют необходимым параметрам для скопления рыб зимой — несильное или отсутствие течения, благоприятный газовый режим, песчаное или песчано-каменистое дно, отсутствие растительности.

4. Видовой состав рыб, залегающих на зимовку р. Неман идентичен видовой структуре рыб из р. Вилия и представлен в следующем процентном соотношении: карповые — 53 %, окунёвые — 24,1 %, щуковые — 7,8 %, сомовые — 5,3 %, налимовые — 4,5 %, лососевые — 3,0 % и хариусовые — 2,3 %. Из охраняемых видов рыб, занесённых в Красную Книгу РБ, на зимовку могут залегать сырть и усач.

Список использованных источников

1. Журко, Д. Неманский лещ [Электронный ресурс] / Д. Журко // Рыболов. бел. — Режим доступа: <http://рыболов.бел/nemanskij-leshh.html>. — Дата доступа: 03.08.2022.
2. Сиверин, В. Страсти по рыбалке [Электронный ресурс] / В. Сиверин // Белорус. лес. газ. — 2022. — 10 февр. — Режим доступа: <https://lesgazeta.by/people/poklevka/strasti-po-rybalke>. — Дата доступа: 03.08.2022.
3. Гричик, В. В. Животный мир Беларуси. Позвоночные : учеб. пособие для студентов / В. В. Гричик, Л. Д. Буроко. — Минск : Изд. центр БГУ, 2013. — 399 с.
4. Костоусов, В. Г. Мониторинг гидроэкологической ситуации реки Вилия в зоне строительства Белорусской АЭС / В. Г. Костоусов, Т. Л. Баран, Т. И. Попиначенко // Третя Міжнародна науково-практична конференція «Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку», 22–23 жовтня 2020, м. Херсон, Україна / Херсон. держ. аграр. ун-т. — Херсон, 2020. — С. 748–752.
5. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Т. С. Кишкинова [и др.] ; под ред. А. Д. Семенова. — Л. : Гидрометеиздат, 1977. — 541 с.
6. Унифицированные методы анализа воды СССР / Гос. ком. гидрометеорологии и контроля природ. среды СССР, Гос. ком. Совета Министров СССР по науке и технике. — Л. : [б. и.], 1978. — Вып. 1. — 144 с.
7. Инструкция по химическому анализу воды прудов // Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству : в 2 т. / Всесоюз.-произв. об-ние по рыбоводству. — М., 1986. — Т. 2. — С. 51–85.
8. Блакітная кніга Беларусі (водныя аб'екты Беларусі) : энцыклапедыя / рэдкал.: Н. А. Дзісько [і інш.]. — Мінск : Беларус. энцыкл., 1994. — 415 с.



9. Ресурсы поверхностных вод СССР. Описание рек и озер и расчеты основных характеристик их режима / Гл. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР. — Л., 1971. — Т. 5, ч. 1 : Белоруссия и Верхнее Поднепровье / под ред. К. А. Ключевой. — 1007 с.
10. Блакітны скарб Беларусі. Рэкі, азёры, вадасховішчы, турысцкі патэнцыял водных аб'ектаў : энцыклапедыя / рэдкал.: Г. П. Пашкоў, Л. В. Календа, Т. І. Жукоўская ; маст. Ю. А. Тарэў, У. І. Цярэнцёў. — Мінск : Беларус. энцыкл., 2007. — 480 с.
11. Природа Белоруссии : попул. энцикл. / редкол.: И. П. Шамякин (гл. ред.) [и др.]. — Минск : Белорус. совет. энцикл., 1986. — 598 с.
12. Мочек, А. Д. Зимнее распределение рыб в русловой яме реки Иртыш / А. Д. Мочек, Э. С. Борисенко, Д. С. Павлов // Вопр. ихтиологии. — 2019. — Т. 59, № 3. — С. 286–291. <https://doi.org/10.1134/S0042875219030147>
13. Кияшко, В. В. Сравнительный анализ видового состава ихтиофауны зимовальных ям и прилегающих русловых участков Красноярской поймы Волгоградского водохранилища / В. В. Кияшко, И. А. Кияшко // Изв. Саратов. ун-та. Новая сер. Сер.: Химия. Биология. Экология. — 2022. — Т. 22, вып. 2. — С. 193–197. <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2022-22-2-193-197>
14. Гидропосты на р. Вилия. Онлайн мониторинг [Электронный ресурс] // AllRivers : уровень воды онлайн. — Режим доступа: <https://allrivers.info/river/viliya>. — Дата доступа: 07.09.2022.
15. Об установлении нормативов качества воды поверхностных водных объектов [Электронный ресурс] : постановление М-ва природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, 30 марта 2015 г., № 13 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. — Режим доступа: https://pravo.by/upload/docs/op/W21529808_1429909200.pdf. — Дата доступа: 08.09.2022.

Reference

1. Zhurko D. *Neman bream*. Available at: <http://рыболов.бел/nemanskij-leshh.html> (accessed 03.08.2022) (in Russian).
2. Siverin V. Passion for fishing. *Belorusskaya lesnaya gazeta* [Belarusian Forest Newspaper], 2022, February 10. Available at: <https://lesgazeta.by/people/poklevka/strasti-po-rybalke> (accessed 03.08.2022) (in Russian).
3. Grichik V. V., Buroko L. D. *Fauna of Belarus. Vertebrates*. Minsk, Publishing Center of the Belarusian State University, 2013. 399 p. (in Russian).
4. Kostousov V. G., Baran T. L., Popinachenko T. I. Monitoring of the ichthyofauna in the observation zone of the Belarusian NPP. *Tretya Mizhnarodna naukovo-praktichna konferentsiya «Ekologichni problemi navkolishn'ogo seredovishcha ta ratsional'nogo prirodozkoristuvannya v konteksti stalogo rozvytku» : zbirnik materialiv (22–23 zhovtnya 2020, m. Kherson, Ukraina) = III International scientific and practical conference «Ecological problems of the environment and rational nature management in the context of sustainable development», October 22–23, 2020, Kherson, Ukraine*. Kherson, 2020, pp. 748–752 (in Russian).



5. Semenov A. D. (ed.). *Guidance on the chemical analysis of surface waters of land*. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1977. 541 p. (in Russian).
6. State Committee of Hydrometeorology and Control of the Natural Environment of the USSR. *Unified methods of water analysis of the USSR. Iss. 1*. Leningrad, 1978. 144 p. (in Russian).
7. Instructions for the chemical analysis of pond water. *Sbornik normativno-tehnologicheskoi dokumentatsii po tovarnomu rybovodstvu. T. 2* [Collection of normative and technological documentation for commercial fish farming. Vol. 2]. Moscow, 1986, pp. 51–85 (in Russian).
8. Dzis'ko N. A. (ed.) (et al.). *Black book of Belarus: encyclopedia*. Minsk, Belaruskaya entsyklopedyya Publ., 1994. 415 p. (in Belarusian).
9. Klyueva K. A. (ed.). *Resources of surface waters of the USSR. Description of rivers and lakes. Vol. 5. Part 1: Belarus and the Upper Dnieper*. Leningrad, 1971. 1007. (in Russian).
10. Pashkou G. P., Kalenda L. V., Zhukouskaya T. I. (eds.). *The blue treasure of Belarus: encyclopedia*. Minsk, Belaruskaya entsyklopedyya Publ., 2007. 480 p. (in Belarusian).
11. Shamyakin I. P. (ed.) (et al.). *Nature of Belarus: popular encyclopedia*. Minsk, Belorusskaya sovetskaya entsyklopediya Publ., 1986. 598 p. (in Russian).
12. Mochek A. D., Borisenko E. S., Pavlov D. S. Winter fish distribution in the riverbed depression in the urtysh river. *Journal of Ichthyology*, 2019, vol. 59, no. 3, pp. 352–357. <https://doi.org/10.1134/S0032945219030123>
13. Kiyashko V. V., Kiyashko I. A. comparative analysis of the species composition of ichthyofauna of fish watering holes and adjacent channel areas of the Krasnoyarsk floodplain of the Volgograd reservoir. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Khimiya. Biologiya. Ekologiya = Izvestiya of Saratov University. Chemistry. Biology. Ecology*, 2022, vol. 22, no. 2, pp. 193–197 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2022-22-2-193-197>
14. Hydroposts on the river. Vilia, b. Neman. Online monitoring. *AllRivers: online water level*. Available at: <https://allrivers.info/river/viliya> (accessed 07.09.2022) (in Russian).
15. On the establishment of water quality standards for surface water bodies: Decree of the Ministry of Natural Resources and Environmental Protection of the Republic of Belarus dated March 30, 2015, no. 13. *National Legal Internet Portal of the Republic of Belarus*. Available at: https://pravo.by/upload/docs/op/W21529808_1429909200.pdf (accessed 08.09.2022) (in Russian).

Сведения об авторах

Костюсов Владимир Геннадьевич — кандидат биологических наук, доцент, заместитель директора по научной работе, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: vkostousov@tut.by. ORCID: 0000–0002–3926–9432

Ансолихова Ольга Дмитриевна — кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Наци-



ональной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Попиначенко Таисия Ивановна — научный сотрудник лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Баран Татьяна Леонидовна — научный сотрудник лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Прищепов Георгий Прокофьевич — старший научный сотрудник лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Куницкий Дмитрий Федорович — кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории ихтиологии, Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», ул. Академическая, 27, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: vimba@tut.by

Information about the authors

Kostousov Vladimir — Ph.D. (Biological), Associate professor, deputy director of science of RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: vkostousov@tut.by. ORCID: 0000–0002–3926–9432

Apsolikhova Olga — Ph.D. (Biological), Leading Researcher, Laboratory of Fish Farming and Fisheries in Natural of RUE «Fish Industry Institute» of the RUE «Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry» (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Popinachenko Taisia — Researcher, Laboratory of Fish Farming and Fisheries in Natural of RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Baran Tatsiana — Researcher, Laboratory of Fish Farming and Fisheries in Natural of RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Prishchepov Georgy — Senior Researcher, Laboratory of Fish Farming and Fisheries in Natural of RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Kunitsky Dmitry — Ph.D. (Biological), Leading Researcher, Laboratory of Ichthyology of the SNPO “Scientific and practical center of the National academy of sciences of Belarus for bioresources” (220072, Minsk, st. Akademicheskaya, 27, Republic of Belarus). E-mail: vimba@tut.by



Д.В. Крюк, О.А. Макаревич, А.А. Жукова, Б.В. Адамович

НИЛ гидроэкологии биологического факультета, Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

ПОПУЛЯЦИЯ *DREISSENA POLYMORPHA*, *PALLAS* (1771) ОЗЕРА БАТОРИНО С МОМЕНТА ВСЕЛЕНИЯ ДО НАШИХ ДНЕЙ

Аннотация: Во второй половине 80-х годов прошлого века активно распространяющийся инвазивный моллюск *Dreissena polymorpha* вселился в озеро Баторино. В первые десятилетия популяция активно развивалась, наращивая численность и биомассу, однако, после 2002 года эти показатели резко снизились и в бентосных пробах дрейссены практически перестала обнаруживаться. Поскольку озеро имеет эвтрофный статус и, благодаря достаточно большой площади водосборной территории и большому числу впадающих в озеро мелиоративных каналов, имеет тенденцию к заилению донного грунта, условия в этом озере не подходят для интенсивного развития дрейссены. Кроме того, произрастающие в озере макрофиты, которые в Нарочанских озерах служат основным субстратом для дрейссены, представлены видами, чьё морфологическое строение не подходит для массового прикрепления на них особей дрейссены. Таким образом, после активного периода развития популяции сразу после вселения и последующего спада, в настоящее время популяция в озере крайне малочисленна, что обусловлено в первую очередь отсутствием подходящего для закрепления дрейссены субстрата. Благодаря угнетенному и малочисленному состоянию популяции в данных условиях наличие дрейссены не оказывает значительного ущерба развитию нативных крупных двустворчатых моллюсков, восстановление численности популяций которых фиксируется в последние годы.

Ключевые слова: озеро Баторино, биологические инвазии, *Dreissena polymorpha*, динамика популяции



D. Kruk, O. Makarevich, H. Zhukava, B. Adamovich

Laboratory of Hydroecology, Faculty of Biology, Belarusian State University,
Minsk, Belarus

DREISSENA POLYMORPHA PALLAS (1771) POPULATION IN LAKE BATORINO FROM THE MOMENT OF SETTLEMENT TO THE PRESENT DAYS

Abstract: In the second half of the 1980 s the actively spreading invasive mollusk *Dreissena polymorpha* invaded Lake Batorino. The first decades after that the population has been actively spreading, increasing its abundance and biomass. However, after 2002, the population has sharply declined and dreissena became practically absent in benthic samples. Since the lake was a eutrophic one and due to its large catchment area and big number of reclamation channels flowing into the lake, it tends to silt, and the conditions in the lake became not suitable for intensive development of zebra mussel. In addition, the macrophytes, which usually serve as the main substrate for *Dreissena* in Naroch Lakes, consist of species whose morphological structure is not suitable for the massive attachment of *Dreissena* individuals to them. Thus, after an active period of population development immediately after the introduction and subsequent recession, the population in the lake is currently extremely small, which is mainly due to the lack of suitable substrate for fixing zebra mussels. Due to the difficulties for the zebra mussel population development under these conditions, nowadays it did not cause significant damage to the native species of large bivalves whose recovery became possible in recent years.

Keywords: Batorino Lake, biological invasions, *Dreissena polymorpha*, population dynamics

Введение. Озеро Баторино расположено в северо-западной части Республики Беларусь на территории национального парка «Нарочанский» (рис. 1). Площадь озера по данным ГИС НП «Нарочанский» составляет 6,25 км². Средняя глубина составляет 2,4 м, а максимальная — 5,5 м, при этом глубины до 2 м составляют около 30 % от всей площади дна озера. Тип перемешивания — полимиктический, трофический статус — эвтрофный. Время полного водообмена озера составляет всего 1 год. Из озера вытекает река Дробня. Впадают в озеро 1 ручей и 10 каналов мелиоративной сети. Площадь водосбора озера — 86,2 км². Дно озера песчано-илистое, в центральной части водоёма сильно заилено (глубина донных отложений там превышает 10 м) [1]. Озеро является объектом промыслового и любительского рыболовства.

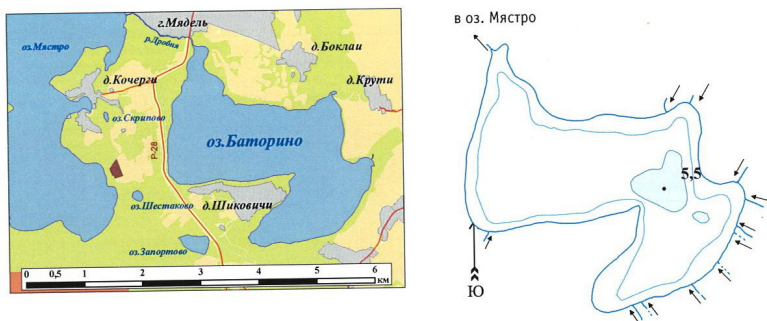


Рис. 1. Карта и схема озера Баторино [1]
Fig. 1. Map and scheme of Lake Batorino [1]

Предположительно в середине 1980-х гг. в озеро вселился двустворчатый моллюск *Dreissena polymorpha*, Pallas (1771). Точный год вселения неизвестен, поскольку в отличие от других крупных озёр Нарочанской группы (Нарочи и Мясстро) дрейссена в Баторино была обнаружена уже тогда, когда её популяция достигла высоких значений плотности, что характерно для периода 5–10 лет после вселения. Судя по изменению численности популяции, дрейссена вселилась в Баторино раньше других озёр Нарочанской группы [2].

Dreissena polymorpha (Pallas) — небольшой (относительно нативных для территории Республики Беларусь видов) инвазивный двустворчатый моллюск, способный обитать на различных глубинах водоемов. Попадая в подходящие местообитания, дрейссена быстро формирует чрезвычайно плотные поселения и зачастую превращается в абсолютного доминанта среди представителей бентоса и перифитона как по численности, так и по биомассе [3].

Показано, что, вселяясь в водоемы, дрейссена в течение нескольких лет становится движущим фактором изменения среды обитания для аборигенных видов. Влияние дрейссены, прежде всего, связано с ее фильтрационным типом питания, за счет чего этот моллюск перехватывает и депонирует в своих тканях значительную часть органических веществ и биогенных элементов, препятствуя их осаждению и захоронению в донных отложениях [4]. Вселение дрейссены в водоем имеет (с практической для человека точки зрения) свои положительные моменты, в частности, улучшение качества воды и, в ряде случаев, повышение продуктивности рыб-бентофагов. В то же



время, обрастая подводные сооружения и в массе развиваясь в трубопроводах, она приводит к серьезным затруднениям в водопользовании.

Особенностью жизненного цикла *Dreissena polymorpha* является то, что взрослые особи дрейссены ведут прикрепленный образ жизни, закрепляясь на любом подходящем субстрате при помощи прочных белковых нитей, называемых биссусными. Размножается дрейссена планктонными личинками велигерами. Велигеры могут оседать не только на камнях или макрофитах, они также могут обрастать раковины взрослых особей дрейссены или раковины других моллюсков. В результате массового размножения дрейссены образуются крупные скопления их раковин вокруг твердого субстрата — друзы.

Численность и биомасса дрейссены сильно зависят от субстрата, на котором она развивается. Так, у дрейссены, обнаруженной на грунте, меньше численность и больше биомасса, а у дрейссены, которая развивается на макрофитах, обнаружена высокая численность при сравнительно небольшой удельной массе особи [5]. Эти закономерности являются следствием прикрепленного образа жизни дрейссены. В связи с этим фактом в нашем исследовании важно было также оценить состояние погруженной водной растительности в озере как основного субстрата для прикрепления дрейссены.

Цель исследования — оценить состояние популяции инвазивного моллюска *Dreissena polymorpha* в озере Баторино на современном этапе эволюции озерной экосистемы.

Материалы и методы. Многолетние и регулярные исследования бентоса в озере Баторино проводились Макаревичем О.А. с 1991 г. Анализируемые архивные данные включают в себя сведения о составе бентосных проб, отобранных в 1993, 1995, 2002, 2005—2015 гг. Обследование проводилось маршрутным методом.

Во время подробной пространственной съёмки в 2018 г. литораль озера Баторино была обследована визуально маршрутным методом. Было детально обследовано 19 станций вдоль береговой линии по периферии озера. После проведения всех измерений моллюски возвращались в среду обитания. Глубоководные станции, которых было 7, были обследованы дайверами при помощи легководолазного оборудования. Пробы отбирали при помощи рамки площадью 0,25 м². Всё содержимое рамки изымали. Отдельно учитывались макрофиты, собранные на станции, и дрейссена. 12 станций располагались в литоральной

зоне вдоль южной части береговой линии (от автодороги до д. Шиковичи включительно).

В 2022 году были дополнительно отобраны пробы донного грунта на литоральных станциях для анализа его физических свойств по методике [6].

Результаты и их обсуждение. Впервые дрейссена была обнаружена в озере Баторино в середине 80-х годов прошлого века. Данных о состоянии популяции на момент вселения нет. По данным долгосрочного мониторинга состояния популяции известно, что с 1993 по 2002 гг. плотность и биомасса популяции дрейссены в этом озере изменялась незначительно, составив в среднем от 456 до 636 экз./м² и от 176,58 до 224,06 г/м². Поскольку к моменту обнаружения численность популяции дрейссены в озере Баторино не изменялась значительно, можно сделать вывод, что вселение в озеро Баторино произошло до 1990 года [2]. Многолетняя динамика средних значений плотности и биомассы дрейссены в озере показаны на рис. 2 и 3.

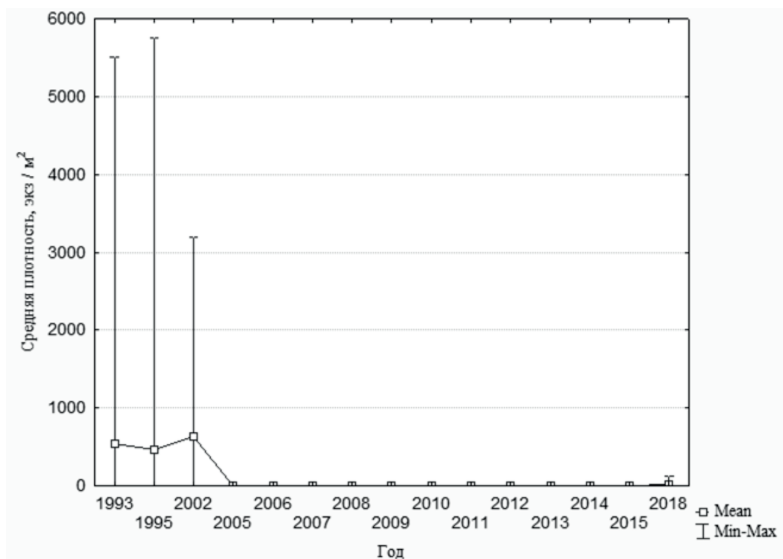


Рис. 2. Средняя плотность *Dreissena polymorpha* в оз. Баторино за период наблюдений. Точки отображают средние годовые значения, усы — минимальные и максимальные годовые величины

Fig. 2. The average density of *Dreissena polymorpha* in the lake Batorino for the observation period. Dots represent average annual values, whiskers — minimum and maximum annual values

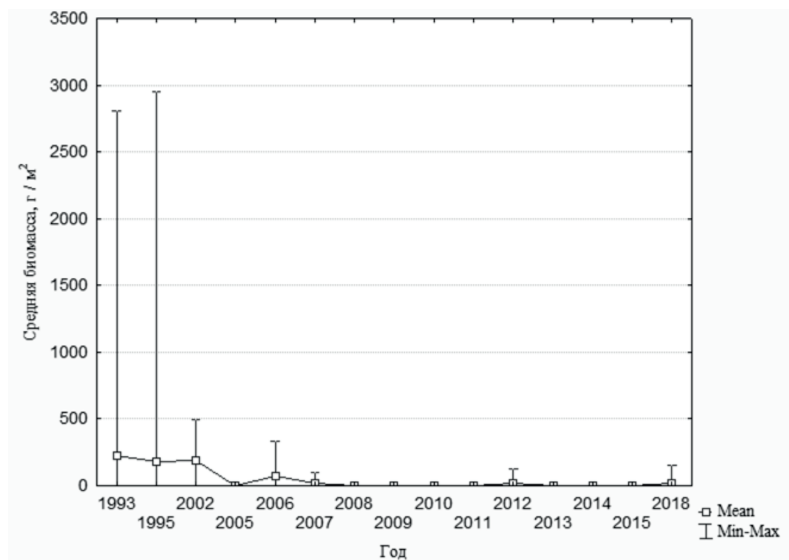


Рис. 3. Средняя биомасса *Dreissena polymorpha* в оз. Баторино за период наблюдений. Точки отображают средние годовые значения, усы — минимальные и максимальные годовые величины

Fig. 3. The average biomass of *Dreissena polymorpha* in the lake. Batorino for the observation period. Dots represent average annual values, whiskers — minimum and maximum annual values

Поскольку первым из трёх озёр Нарочанской группы дрейсена заселила озеро Баторино, численность популяции стабилизировалась там раньше всего. К сожалению, дата вселения неизвестна, поскольку факт вселения был установлен к тому моменту, когда популяция уже достигла достаточно высоких значений численности. К 1993 г., судя по всему, популяция дрейссены в озере Баторино уже стабилизировалась и её численность была невысокой относительно озёр Мястро и Нарочь в это же время [2].

Во время съёмки в 2018 г. учитывали также макрофиты, обнаруженные на глубоководных станциях на глубине до 2,5 м. При обследовании озера были обнаружены следующие виды: *Nuphar lutea*, *Potamogeton lucens*, *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton natans*, *Stratiotes aloides*. Эти виды могут служить субстратом для закрепления дрейссены, однако, ввиду морфологического строения этих растений, они не разместят на себе большое число особей дрейссены (в отличие от харовых водорос-



лей, преобладающих в оз. Нарочь). Таким образом, макрофиты, обнаруженные в оз. Баторино, не являются удобным субстратом для дрейссены [7].

Исследования физических свойств донных отложений показали, что донные отложения в озере представлены илами или заиленным песком (табл. 1).

Таблица 1. Физические характеристики донных отложений озера Баторино в 2022 г.

Table 1. Physical characteristics of bottom sediments of Lake Batorino in 2022

№	GPS- координаты	Глубина, м	Средняя плот- ность, г/см ³	Средняя влаж- ность, %	Средняя доля золы, %
1	N 54,842657 E 26,932605	1	1,32±0,05	75,11±0,25	91,13±0,54
2	N 54,847520 E 26,942276	2	1,21±0,02	95,36±0,16	69,19±1,06
3	N 54,847956 E 26,951623	3	1,24±0,02	95,68±0,05	63,03±0,97
4	N 54,848143 E 26,962160	4	1,21±0,04	95,62±0,09	62,59±1,96
5	N 54,847457 E 26,966094	5	1,22±0,02	94,74±0,04	63,98±0,33
6	N 54,838564 E 26,957613	0,7	1,96±0,06	28,75±2,15	98,78±0,27
7	N 54,843281 E 26,955159	0,5	1,95±0,05	29,14±0,39	98,88±0,11
8	N 54,843530 E 26,960825	0,7	1,50±0,03	63,68±4,53	92,24±1,59

* Данные представлены в формате «среднее ± SD»

Половина обследованных станций содержали илистый грунт. Это станции под номерами 1, 6, 7, 8. Это мелководные станции (глубина от 0,5 м до 1 м). Показатели на остальных станциях (№ 2, 3, 4, 5) соответствуют заиленному грунту. Эти станции лежали на глубине от 2 до 5 м.

На подобных неплотных грунтах дрейссена не может существовать. Также, принимая во внимание тот факт, что обнаруженные нами в озере макрофиты не являются удобными для прикрепления дрейссены, можно заключить, что в настоящее время в озере нет подходящего суб-



страта и грунтов для развития дрейссены в больших количествах. Кроме того, следует предположить, что помимо морфологических и гидрологических свойств озера дрейссена также поспособствовала заилению грунта в оз. Баторино вследствие стимуляции процесса бентификации озера [8].

Влияние вселения *Dreissena polymorpha* на аборигенные виды двусторчатых моллюсков. В случае обильного обрастания дрейссеной раковин унионид последние теряют подвижность, вплоть до невозможности открывать и закрывать раковину, что часто приводит к прекращению фильтрации воды, за чем часто следует гибель моллюска-хозяина [9]. Таким образом из-за прессинга, оказываемого дрейссеной, униониды не могут успешно развиваться при высоких численностях дрейссены, являясь для последней удобным субстратом для обрастания.

В 2018 г. в оз. Баторино было обнаружено 19 особей унионид на 7 литоральных станциях. Небольшое число особей было обнаружено с прикреплёнными к ним особями дрейссены, однако обрастания покрывали не более 30 % поверхности раковины [10].

На фоне стабилизации популяции дрейссены и наблюдаемого в последние годы снижения её численности, популяции унионид начинают восстанавливаться, начиная с участков, которые наименее подходят для обитания дрейссены. Оз. Баторино из-за сильного заиления донного грунта не подходит для развития дрейссены на дне, в отличие от унионид, которые способны существовать, зарываясь в илистый грунт. Поэтому в настоящее время в оз. Баторино популяция дрейссены практически не препятствует восстановлению популяции унионид, в отличие от других Нарочанских озёр, где численность и биомасса дрейссены все еще велики (ссылка).

Заключение. Вселившись в озеро Баторино в середине 1980-х гг. прошлого века дрейссена образовала крупную популяцию, которая, однако, быстро пошла на убыль после 2002 г. ввиду особенностей морфологического строения озера (большое количество впадающих мелиоративных каналов и большая площадь водосборной территории) и стимуляции самой популяцией дрейссены процессов заиления. В результате отсутствия в настоящее время подходящих для развития дрейссены субстратов (камням либо разветвленным макрофитам с шероховатой поверхностью стебля, аналогично харовым водорослям в Нарочи) и высокой подвижности грунтов (представленных в настоящее время преимущественно илами) популяция дрейссены малочисленна и не оказывает не-



посредственного влияния на экосистему озера. Нативные популяции двустворчатых моллюсков семейства Unionidae не испытывают в настоящее время негативного влияния, которому они подвержены при массовом развитии дрейссены.

Список использованных источников

1. Водные ресурсы Национального парка «Нарочанский»: справочник / А. Г. Аронов [и др.] ; под ред. В. С. Люштыка, Т. В. Жуковой. — 2-е изд. — Минск : РИФ-ТУР ПРИНТ, 2018. — 128 с.
2. Burlakova, L. E. Changes in the distribution and abundance of *Dreissena polymorpha* within lakes through time / L. E. Burlakova, A. Y. Karatayev, D. K. Padilla // Hydrobiologia. — 2006. — Vol. 571, № 1. — P. 133–146. <https://doi.org/10.1007/s10750-006-0234-9>
3. Протасов, А. А. Пресноводный перифитон / А. А. Протасов ; Нац. акад. наук Украины, Ин-т гидробиологии. — Киев : Наук. думка, 1994. — 307 с.
4. Жукова, Т. В. Роль дрейссены (*Dreissena polymorpha* Pallas) в функционировании Нарочанских озер: (обзор) / Т. В. Жукова // Дрейссениды: эволюция, систематика, экология : лекции и материалы докл. II Междунар. шк.-конф., Борок, 11–15 нояб. 2013 г. / Рос. акад. наук, Ин-т биологии внутр. вод РАН, Науч. совет по гидробиологии и ихтиологии РАН, Укр. гидроэкол. о-во ; редкол.: А. В. Крылов, Е. Г. Прянишникова. — Ярославль, 2013. — С. 55–59.
5. Kryuk, D. V. Biotopic distribution of invasive species — *Dreissena polymorpha* (Mollusca, Bivalvia) in lake Naroch (Belarus) in 2016–2017 / D. V. Kryuk, H. A. Zhukava // Журн. Белорус. гос. ун-та. Экология. — 2021. — № 4. — С. 28–35. <https://doi.org/10.46646/2521-683X/2021-4-28-35>
6. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик : ГОСТ 5180-2015. — Взамен ГОСТ 5180-84 ; введ. 01.04.16. — М. : Стандартинформ, 2019. — 19 с.
7. Экологическая система Нарочанских озер / Белорус. гос. ун-т ; под ред. Г. Г. Винберга. — Минск : Университетское, 1985. — 302 с.
8. Бентификация озерной экосистемы: причины, механизмы, возможные последствия, перспективы исследований / А. П. Остапеня [и др.] // Тр. Белорус. гос. ун-та. Сер.: Физиол., биохим. и молекуляр. основы функционирования биосистем. — 2012. — Т. 7, ч. 1. — С. 135–148.
9. Competitive replacement of invasive congeners may relax impact on native species: interactions among zebra, quagga, and native unionid mussels / L. E. Burlakova [et al.] // PLoS ONE. — 2014. — Vol. 9, № 12. — P. e114926. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114926>
10. Современное состояние популяций крупных двустворчатых моллюсков Нарочанских озёр / А. Ю. Панько [и др.] // Зоологические чтения : сб. ст. междунар. науч.-практ. конф. «Зоологические чтения — 2019», посвящ. 90-летию Гродн. зоол. парка (Гродно, 20–22 марта 2019 г.) / Гродн. гос. ун-т [и



др.] ; редкол.: О. В. Янчуревич (отв. ред.), А. В. Рыжая, А. В. Каревский. — Гродно, 2019. — С. 216–218.

Reference

1. Lyushtyk V. S., Zhukova T. V. (eds.). *Water resources of the National Park "Narochansky": a reference book*. 2nd ed. Minsk, RIFTUR PRINT Publ., 2018. 128 p. (in Russian).
2. Burlakova L. E., Karatayev A. Y., Padilla D. K. Changes in the distribution and abundance of *Dreissena polymorpha* within lakes through time. *Hydrobiologia*, 2006, vol. 571, no. 1, pp. 133–146 (in Russian). <https://doi.org/10.1007/s10750-006-0234-9>
3. Protasov A. A. *Freshwater periphyton*. Kyiv, Naukova dumka Publ., 1994. 307 p. (in Russian).
4. Zhukova T. V. The role of zebra mussel (*Dreissena polymorpha* Pallas) in the functioning of the Naroch lakes (review). *Dreissenidy: evolyutsiya, sistematika, ekologiya: lektsii i materialy dokladov II Mezhdunarodnoi shkoly-konferentsii, Borok, 11–15 noyabrya 2013 g.* [Dreissenids: evolution, systematics, ecology: lectures and materials of reports of the II International School-Conference, Borok, November 11–15, 2013]. Yaroslavl, 2013, pp. 55–59 (in Russian).
5. Kryuk D. V., Zhukava H. A. Biotopic distribution of invasive species — *Dreissena polymorpha* (Mollusca, Bivalvia) in lake Naroch (Belarus) in 2016–2017. *Zhurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekologiya = Journal of the Belarusian State University. Ecology*, 2021, no. 4, pp. 28–35. <https://doi.org/10.46646/2521-683X/2021-4-28-35>
6. State Standard 5180-2015. *Soils. Laboratory methods for determination of physical characteristics*. Moscow, Standartinform Publ., 2019. 19 p. (in Russian).
7. Vinberg G. G. (ed.). *Ecological system of the Naroch lakes*. Minsk, Universitetskoe Publ., 1985. 302 p. (in Russian).
8. Ostapenya A. P., Zhukova T. V., Mikheyeva T. M., Kovalevskaya R. Z., Makarevich T. A., Zhukova A. A. (et al.). Benthification of lake ecosystem: causes, mechanisms, possible consequences, prospect for future research. *Trudy Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Fiziologicheskie, biokhimicheskie i molekulyarnye osnovy funktsionirovaniya biosistem* [Proceedings of the Belarusian State University. Series of Physiological, Biochemical and Molecular Biology Sciences], 2012, vol. 7, pt. 1, pp. 135–148 (in Russian).
9. Burlakova L. E., Tulumello B. L., Karatayev A. Y., Krebs R. A., Schloesser D. W., Paterson W. L. (et al.). Competitive replacement of invasive congeners may relax impact on native species: interactions among zebra, quagga, and native unionid mussels. *PLOS ONE*, 2014, vol. 9, no. 12, p. e114926. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114926>
10. Pan'ko A. Yu., Kryuk D. V., Zhukova A. A., Adamovich B. V. Current state of populations of large bivalve mollusks of Naroch lakes. *Zoologicheskie chteniya: sbornik statei mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Zoologicheskie*



chteniya — 2019», posvyashchennoi 90-letiyu Grodnenskogo zoologicheskogo parka (Grodno, 20–22 marta 2019 g.) [Zoological readings: collection of articles of the International scientific and practical conference “Zoological Readings — 2019”, dedicated to the 90th anniversary of the Grodno Zoological Park (Grodno, March 20–22, 2019)]. Grodno, 2019, pp. 216–218 (in Russian).

Сведения об авторах

Жукова Анна Анатольевна — кандидат биологических наук, доцент, начальник УНЦ «Нарочанская биологическая станция им. Г.Г. Винберга» БГУ (ул. Набережная 8, к.п. Нарочь, 222395, Мядельский район, Минская область, Республика Беларусь). E-mail: narochbio.bsu.by

Адамович Борис Владиславович — кандидат биологических наук, доцент, заведующий НИЛ гидроэкологии БГУ (ул. Курчатова 10, 220045, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belaqualab@gmail.com

Макаревич Олег Анатольевич — научный сотрудник, НИЛ гидроэкологии БГУ (ул. Курчатова 5, 220045, Минск, Республика Беларусь). E-mail: Makarova@bsu.by

Крюк Дарья Вячеславовна — младший научный сотрудник, НИЛ гидроэкологии БГУ (ул. Курчатова 10, 220045, Минск, Республика Беларусь). E-mail: KrukDV@bsu.by

Information about the authors

Zhukava Hanna — Ph.D (Biology), Associate Professor, Head of the Educational Center “Naroch Biological Station named after G.G. Vinberg”, BSU (222395, k.p. Naroch, st. Naberezhnaya, 8, Republic of Belarus). E-mail: narochbio.bsu.by

Adamovich Boris — Ph.D (Biology), Associate Professor, Head of the Research Laboratory of Hydroecology, Belarusian State University (220045, Minsk, str. Kurchatova, 10, Republic of Belarus). E-mail: belaqualab@gmail.com

Makarevich Oleg — Researcher of the Scientific Research Laboratory of Hydroecology, Belarusian State University (220045, Minsk, str. Kurchatova, 10, Republic of Belarus). E-mail: Makarova@bsu.by

Kruk Darya — Junior researcher of the Scientific Research Laboratory of Hydroecology, Belarusian State University (220045, Minsk, str. Kurchatova, 10, Republic of Belarus). E-mail: KrukDV@bsu.by



А.В. Лещенко¹, Д.Ф. Куницкий¹, А.П. Григорчик¹, А.С. Полетаев¹, Е.В. Кардель²

¹Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», Минск, Беларусь

²Государственное природоохранное учреждение «Национальный парк «Браславские озера», Браслав, Беларусь

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ СУДАКА ОЗЕР ДРИВЯТЫ И БОГИНСКОЕ

Аннотация: В данной работе проанализированы данные по вылову судака из озер Дrivяты и Богинское за последние десятилетия, изучены возрастной и размерный состав судака в уловах, темпы его роста, определен промысловый запас. Биологический анализ рыбы из уловов проведен с использованием стандартных методик ихтиологических исследований. В последние годы после долгого периода все большее значение в промысловых уловах из оз. Дrivяты и оз. Богинское стал приобретать судак. В девяностые годы прошлого века и начале двухтысячных годов его вылов в среднем по пятилеткам не превышал в оз. Дrivяты 1–6 ц в год, а в оз. Богинском он встречался единично. За последние десять лет вылов судака из оз. Дrivяты составлял от 11 до 73 ц в год, в оз. Богинское — до 14 ц. Его доля в уловах возросла еще более значительно. Основу вылова из оз. Дrivяты составляли 5-летние особи, довольно высока также доля шестилеток. Преобладающая длина тела особей составляла 45–49 см. Такой возрастной состав уловов является вполне рациональным, поскольку большинство особей вылавливаемого судака уже отнерестились по одному-два раза. Основу вылова из оз. Богинское, в отличие от оз. Дrivяты, составляли 4 и 5-летние особи. Преобладающий размер особей составлял 40–49 см. Такой возрастной состав уловов является менее рациональным, чем в оз. Дrivяты, поскольку часть вылавливаемого судака в возрасте 4 лет еще не успело отнереститься. В настоящее время рост судака по линейным показателям в этих водоемах примерно одинаковый, по весовым — судак из оз. Дrivяты несколько обгоняет судака из оз. Богинское, но в обоих водоемах его рост характеризуется как быстрый. Полученные данные говорят о хорошей обеспеченности пищей судака в настоящее время и о возможности дальнейшего увеличения его численности. Расчетная величина промыслового запаса судака в оз. Дrivяты в настоящее время составляет 19,51 кг/га, в оз.



Богинское — 18,92 кг/га, что значительно выше, чем было в 80–90 годы прошлого века.

Ключевые слова: судак, озеро Дривяты, озеро Богинское, вылов, возрастной состав, рост, промысловый запас, *Stizostedion lucioperca*

A. Leschenko¹, D. Kunitsky¹, A. Hryhorchyk¹, A. Poletaev¹, E. Kardel²

¹Scientific and practical center for bioresources of National academy of sciences of Belarus, Minsk, Belarus

²State Nature Protection Institution "National Park "Braslavskie Oзера", Braslav, Belarus

CURRENT STATE OF PIKEPERCH POPULATIONS IN THE BOGINSKOE AND DRYVYATY LAKES

Abstract: The data of pikeperch commercial landings from the Dryvyaty and Boginskoe lakes in the last decades were analyzed. The growth, size and age of fish from the landings were studied. The usable stock of pikeperch in the lakes was determined. The biological analysis of studied fish was carried out using standard ichthyological techniques. It has been shown that last years the pikeperch become increasingly important in the commercial landings from the Dryvyaty and Boginskoe lakes. In 1990s-early 2000s its landings in Dryvyaty didn't exceed 1-6 centners per year, and only a sporadic catch was in the Boginskoe lake. Last 10 years the annual pikeperch landings were between 11 and 73 centners in Dryvyaty, and up to 14 centners in Boginskoe lake. Its share in the landings increased even more sharply. The base of landings in Dryvyaty was composed of 5-years old specimens, with the 6-years old ones share also was high. The prevalent body length was 45–49 cm, and the observed landings structure seems to be reasonable because most of the specimens caught had already took part in spawning 1–2 times. Instead of it, the base of landings in Boginskoe was represented by 4- and 5-years old fish with prevalent length of 40–49 cm. That seems to be less reasonable because the part of 4-years specimens are being caught before their reproduction. Nowadays the pikeperch growth in both lakes is characterized as fast, but while the linear growth is nearly same in both lakes, the pikeperch from the Dryvyaty lake shows more rapid weight growth. The data obtained show the sufficient food supply for the pikeperch in both lakes and the possibility of its further number increase. The current estimated pikeperch usable stock in the Dryvyaty lake is 19,51 kg/ha, and in Boginskoe lake is 18,92 kg/ha that is significantly more than that was in 1980s-1990s.

Keywords: pikeperch, Dryvyaty lake, Boginskoe lake, landings, age structure, growth, usable stock, *Stizostedion lucioperca*



Введение. Национальному парку «Браславские озера» передано в пользование 19 озер для ведения промыслового рыболовства. Одним из самых ценных промысловых видов в озерах парка является судак. Судак относится к крупным хищникам, способным в условиях высокой численности эффективно подавлять численность малоценных видов, тем самым выступая в роли биологического мелиоратора. Утилизируя продукцию малоценных видов, судак не только дает ценную рыбопродукцию, но и высвобождает кормовые ресурсы для других ценных видов (в первую очередь, леща), что ведет к существенному качественному росту получаемых уловов. В условиях использования водоемов в различных целях, в т.ч. и для платного любительского рыболовства, судак является одним из наиболее привлекательных видов, способствующих росту посещаемости водоемов рыбаками-любителями.

Наиболее многочисленные популяции судака обитают в озерах Дривяты и Богинское, где он дает в отдельные годы до 30 % от массы улова. Однако уловы этого вида подвержены сильным колебаниям по годам. Изучение современного состояния популяций этого вида в основных судачьих водоемах парка позволило дать рекомендации по увеличению его численности, что будет способствовать увеличению как его вылова, так и других ценных видов рыб.

Целью настоящего исследования являлось оценить состояние популяций судака озер Дривяты и Богинское.

Материал и методики: Сбор материала проводился из промысловых уловов в осенний период 2021 г. Биологический анализ рыбы из уловов проведен с использованием стандартных методик ихтиологических исследований [1, 2]. Для определения величины запасов судака и оптимального его вылова использовали методики Ф.И. Баранова [3], П.В. Тюрина [4], В.А. Федорова [5]. Расчет промыслового запаса проведен на основании имеющихся данных по интенсивности рыболовства за последние три года. Также проанализированы многолетние данные по интенсивности вылова (1963–2021 гг.) и величине промыслового запаса (1982–2002 гг.) судака в исследуемых озерах.

Основная часть. Озера Дривяты и Богинское являются важнейшими рыбопромысловыми водоемами НП «Браславские озера». Промысловое рыболовство на озерах в последний период эксплуатации осуществляют рыболовецкие бригады парка. Для ловли используются как активные (закидные невода длиной 400 и 600 м), так и пассивные (ставные сети, ловушки) орудия лова. Целесообразность применения тех



или иных орудий лова определяется сезоном промысла, особенностями промыслового участка и облавливаемого вида рыб. В последние годы наблюдается тенденция к переходу на преимущественный лов ставными сетями, что связано с экономическими причинами (низкая цена и трудности со сбытом мелкой рыбы, большими затратами на обслуживание невода), перестройкой ихтиоценозов (снижение численности угря и увеличением численности некоторых крупных ценных видов рыб, таких как линь и судак) и даже социальными (уход на пенсию рыбаков, знающих особенности применения невода в местных водоемах). Также постепенно снижается интенсивность промыслового рыболовства. Не смотря на эти негативные тенденции все большее значение в промысловых уловах из данных озер стал приобретать судак. За последние десять лет его вылов из оз. Дривяты составлял от 11 до 73 ц в год, в оз. Богинское — до 14 ц. Его доля в уловах возросла еще более значительно (табл. 1).

Таблица 1. Промысловый вылов судака из оз. Дривяты и оз. Богинское
Table 1. Pikeperch commercial landings from the Dryvyaty and Boginskoe lakes

Год	Вылов из оз. Дривяты			Вылов из оз. Богинское		
	Всего рыбы, ц	судак		Всего рыбы, ц	судак	
		ц	%		ц	%
1963	922,8	78,8	8,54	142,3	4,2	2,95
1964	797,7	60,9	7,63	200,5	5,5	2,74
1965	425,6	53,2	12,50	174,1	3,3	1,90
1966	452,3	66,0	14,59	149,2	10,0	6,70
1967	534,5	71,7	13,41	195,7	11,9	6,08
1968	640,0	98,0	15,31	241,9	20,5	8,47
1969	846,8	106,4	12,56	220,2	16,3	7,40
1970	746,8	121,9	16,32	288,4	11,4	3,95
1971	825,6	109,2	13,23	274,6	14	5,10
1972	954,0	63,7	6,68	113,5	5,0	4,41
1973	1372,7	61,4	4,47	207,3	7,9	3,81
1974	668,7	46,2	6,91	150,2	1,5	1,00
1975	947,8	43,8	4,62	209,7	39,4	18,79
1976	480,7	13,0	2,70	118,8	10,9	9,18
1977	541,6	22,4	4,14	216,7	7,5	3,46
1978	580,7	27,6	4,75	93,2	2,1	2,25
1979	530,0	50,7	9,57	134,3	0,7	0,52



Продолжение табл. 1

Год	Вылов из оз. Дривяты			Вылов из оз. Богинское		
	Всего рыбы, ц	судак		Всего рыбы, ц	судак	
		ц	%		ц	%
1980	510,6	64,5	12,63	106,5	0,5	0,47
1981	520,5	60,2	11,57	16,1	0,04	0,25
1982	742,5	60,1	8,09	132,0	0,41	0,31
1983	817,7	60,7	7,42	33,2	-	-
1984	1090,7	32,3	2,96	175,4	0,57	0,32
1985	1071,4	21,6	2,02	-	-	-
1986	1238,4	19,1	1,54	50,4	0,25	0,50
1987	1059,84	4,8	0,45	128,7	0,34	0,26
1988	1248,6	30,3	2,43	123,7	0,23	0,19
1989	1193,3	19,1	1,60	41,0	0,2	0,49
1990	768,34	20,0	2,60	82,6	-	-
1991	914,5	24,9	2,72	16,3	1,0	6,13
1992	121,11	-	-	61,7	0,6	0,97
1993	292,4	-	-	98,4	2,5	2,54
1994	598,5	1,5	0,25	61,4	-	-
1995	560,1	2,0	0,36	43,2	-	-
1996	529,3	1,4	0,26	13,1	-	-
1997	548,2	0,6	0,11	149,6	-	-
1998	671,8	0,4	0,06	18,6	-	-
1999	685,6	7,9	1,15	68,6	-	-
2000	589,1	1,8	0,31	7,3	-	-
2001	726,4	1,1	0,15	69,7	0,1	0,14
2002	703,7	0,4	0,06	139,2	-	-
2003	466,8	-	-	25,8	-	-
2004	434,9	-	-	31,1	-	-
2005	438,2	1,9	0,43	42,2	0,3	0,71
2006	327,7	27,9	8,52	38,0	0,19	0,50
2007	294,9	5,5	1,87	3,8	0,01	0,26
2008	298,5	13,1	4,39	49,3	1,15	2,33
2009	355,6	15,4	4,33	23,3	0,2	0,86
2010	260,9	15,9	6,09	35,4	0,74	2,09
2011	352,2	35,8	10,16	84,0	6,2	7,38
2012	173,8	10,8	6,21	43,9	5,5	12,53



Окончание табл. 1

Год	Вылов из оз. Дривяты			Вылов из оз. Богинское		
	Всего рыбы, ц	судак		Всего рыбы, ц	судак	
		ц	%		ц	%
2013	355,1	15,0	4,22	11,1	-	-
2014	403,6	11,6	2,87	28,3	2,1	7,42
2015	270,0	13,2	4,89	20,4	1,0	4,90
2016	199,1	13,9	6,98	28,7	3,1	10,80
2017	248,3	31,7	12,77	41,6	7,1	17,07
2018	216,9	36,3	16,74	32,1	2,3	7,17
2019	258,8	72,5	28,01	3,3	0,2	5,99
2020	255,5	44,2	17,30	41,5	14,2	34,22
2021	160,1	34,7	21,70	42,6	11,1	25,99

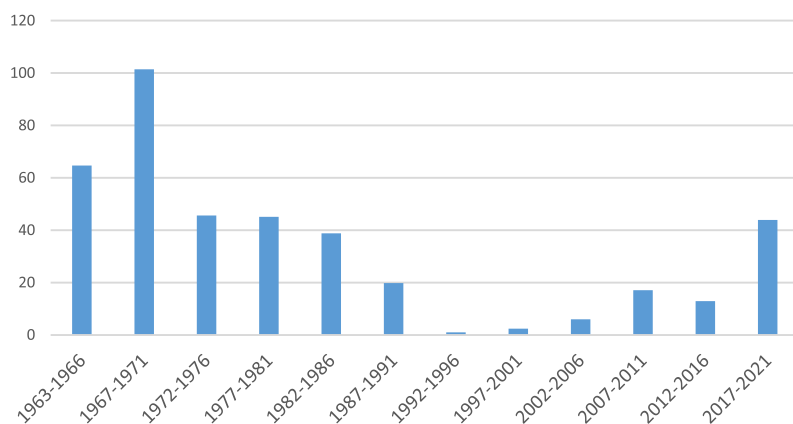


Рис. 1. Динамика вылова судака из оз. Дривяты, ц

Fig. 1. Pikeperch landings dynamics in the Dryvyaty lake, centners

В шестидесятые годы прошлого века озеро Дривяты считалось одним из судачьих водоемов республики. Максимальный вылов его наблюдался в конце шестидесятых — начале семидесятых годов прошлого века, достигая в отдельные годы более 120 ц. В среднем вылов судака в этот период составлял 101,4 ц в год (рис. 1). Высока была и его доля в уловах (рис. 2), достигая в отдельные годы 16 % от общего вылова. Учитывая невысокую уловистость невода по судаку (он, особенно крупные особи,



предпочитает держаться на резких свалах в глубину и каменистых местах, недоступных для неводного лова), это говорит об очень высоких запасах этого вида в этот период. По этой же причине, а также из-за фактического отсутствия ограничений, лов этого вида велся крайне нерационально, и большая часть улова состояла из мелкого неполовозрелого судака. В 60-е гг. прилов маломерного судака в неводах достигал 42–99,7 %. В уловах присутствовали рыбы начиная с длины тела 10 см. По годам средняя длина выловленного судака в этот период колебалась в пределах 28–41 см, средняя масса — 345–879 г [6].

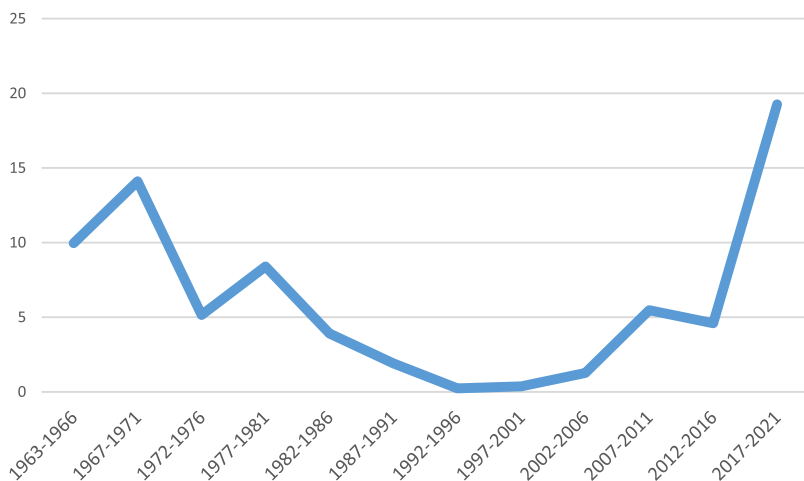


Рис. 2. Доля судака в уловах из оз. Дривяты в различные периоды, %
 Fig. 2. Long-term pikeperch share in fish landings from the Dryvyaty lake, %

Такая эксплуатация стада судака привела к снижению его вылова, начиная с 1972 г., а в 1976 г. его вылов из озера составил всего 11 ц. С введением строгого соблюдения промысловой меры ситуация стала улучшаться, и во второй половине 70-х гг. прилов рыбы непромыслового размера сократился и уже колебался в пределах 0–9 % (исключение составляет 1976 г. — 61 %), т.е. в целом находился в рамках разрешенного. Соответственно возросли средняя длина (38–57 см) и средняя масса (1044–2650 г) судака в уловах [7]. Это способствовало возрастанию его запасов, а соответственно и вылова, который в начале восьмидесятых достигал более 60 ц. Однако с середины 80-х гг. вылов судака



из оз. Дривяты вновь стал снижаться, при том, что общий вылов рыбы в это время сильно возрос, то есть доля его в уловах резко снизилась. С начала девяностых годов вылов судака снизился до критично низких значений, и в последующие годы он вылавливался в крайне небольшом количестве. Такая ситуация характерна для судака для большинства других водоемов Беларуси в этот период [8, 9], что связано, скорее всего, с таким социальным явлением как браконьерство — особенно отловом производителей судака во время нереста и в дальнейшем выловом его молоди.

Ситуация начала постепенно выправляться начиная с 2006 г., после проведения зарыбления (в 1999 г. было зарыблено 334 тыс. личинки и в 2008 г. — 1 млн личинки), а также после ужесточения наказания за браконьерство. Эти разовые зарыбления, наряду с охраной водоема, дали значительный эффект, и уловы судака стали возрастать, что показывает вылов в 2011 г. 35 ц, когда в промысел вступил судак, зарыбленный в 2008 г. Затем уловы снова снизились на несколько лет, поскольку промысел в эти годы базировался на зарыбленных особях. Начиная с 2017 г., вылов снова резко возрос. Причиной этого послужило вступление в промысел потомства первых поколений, выросших от естественного нереста судака. Косвенно увеличению вылова также способствовал переход на преимущественный лов ставными сетями, уловистость которых по судаку высокая. Максимум вылова пришелся на 2019 г., затем вылов немного снизился, но произошло это, в первую очередь, из-за снижения интенсивности промысла в последние два года.

В озере Богинское максимальный вылов судака наблюдался в конце шестидесятых — первой половине семидесятых годов, но в это же время наблюдались максимальные выловы и остальной рыбы из озера (рис. 3), т.е. интенсивность промысла была очень высока. Но даже в этот период наблюдались резкие скачки вылова по годам, что указывает о невысоких запасах этого вида. В последующий период, начиная с конца семидесятых, его уловы снизились до нескольких десятков килограмм в год, снизилась и его доля в уловах (рис. 4). Причины этого не совсем ясны, поскольку в это же время снизилась и промысловая нагрузка на водоем. Возможно, повлияло изменение гидрологии озера, связанное с постройкой плотин и изменением русла реки Дрисвятка. В девяностые годы и в начале двухтысячных в оз. Богинское судак практически не отмечался в промысловой статистике.

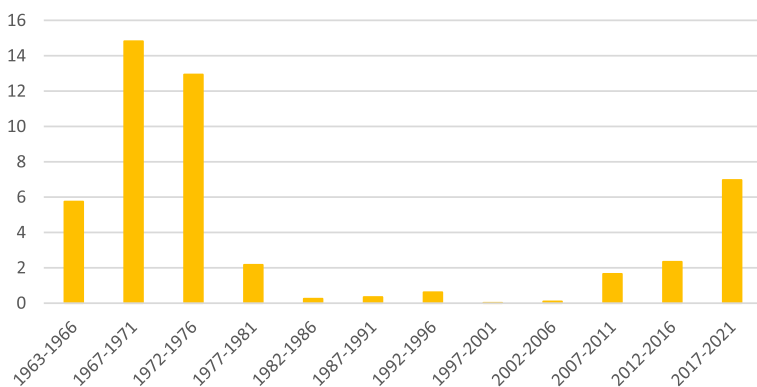


Рис. 3. Динамика вылова судака из оз. Богинское, ц
Fig. 3. Pikeperch landings dynamics in the Boginskoe lake, centners

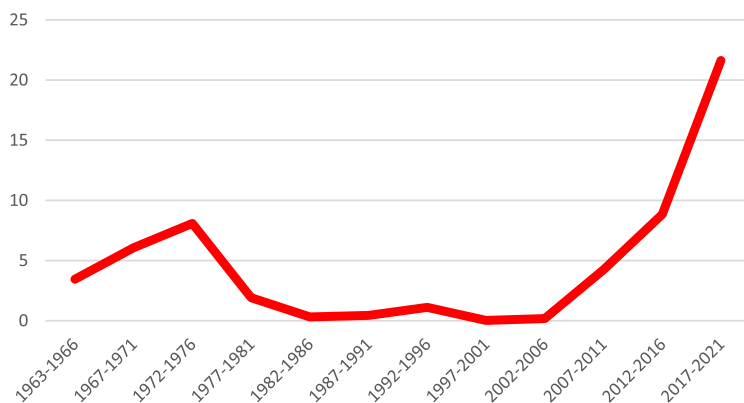


Рис. 4. Доля судака в уловах из оз. Богинское в различные периоды, %
Fig. 4. Long-term pikeperch share in fish landings from the Boginskoe lake, centners

В 2004 г. было проведено разовое, но довольно интенсивное зарыбление озера судаком, когда было вселено 38,8 тыс. сеголетка судака. Уже на следующий год и в последующие годы судак начал отмечаться в уловах, но вылов оставался сравнительно небольшим. Это было связано, прежде всего, с невысокой интенсивностью промысла, на что указывает возрастание его доли в уловах в среднем до 4–8 %, а в последние два года до 26–34 %.



Кроме промысла значительное количество судака изымается и рыболовами-любителями. Однако для подсчета их вылова требуется проведение отдельных специализированных исследований. Исходя из исследований, проведенных на других водоемах [10, 11], считаем, что вылов судака любителями превышает промысловый.

Размерный состав уловов судака напрямую зависит от характеристик применяемых орудий лова и их избирательности по отношению к облавливаемому объекту. Неводные уловы отличаются меньшей селективностью по отношению к облавливаемому объекту, поэтому размерный ряд судака в них шире, чем из сетных уловов.

В промысловых уловах из оз. Дривяты в период исследования (осень 2021 г.) встречались рыбы длиной тела от 41,5 до 62 см, массой от 1,17 кг до 3,28 кг, возраст составлял от 4 до 7 лет. Основу вылова из этого водоема составляли 5-летние особи, довольно высока также доля шестилеток (рис. 5). Преобладающий размер особей составлял 45–49 см (рис. 6). Особей меньше промыслового размера отмечено не было. Такой возрастной состав уловов является вполне рациональным, поскольку большинство вылавливаемого судака уже отнерестились по одному-два раза.

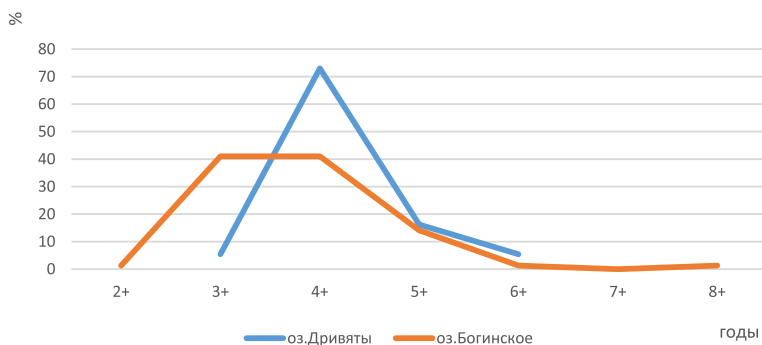


Рис. 5. Возрастной состав судака в уловах из оз. Дривяты и оз. Богинское

Fig. 5. Age structure of the pikeperch in landings from the Dryvyaty and Boginskoe lakes

Такой состав уловов обусловлен в первую очередь характеристикой применявшихся в момент проведения исследований ставных сетей, ячея которых составляла от 45 до 70 мм, но преобладали сети с ячеей 60–65 мм.

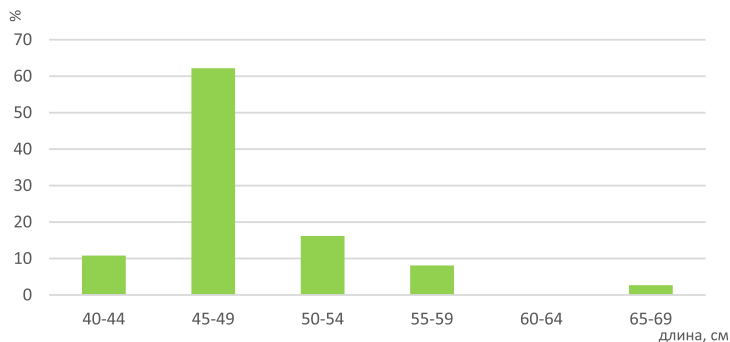


Рис. 6. Размерный состав судака в уловах из оз. Дривяты
Fig. 6. Pikeperch body length structure in landings from the Dryvyaty lake

В промысловых уловах из оз. Богинское в период исследования встречались рыбы длиной тела от 40 до 73 см, массой от 986 г до 7,6 кг, возраст составлял от 3 до 9 лет. Основу вылова из этого водоема, в отличие от оз. Дривяты, составляли 4 и 5 летние особи, довольно высока также доля шестилеток (см. рис. 5). Преобладающий размер особей составлял 40–49 см (рис. 7). Особей меньше промыслового размера отмечено не было. Такой возрастной состав уловов является менее рациональным, чем в оз. Дривяты, поскольку часть вылавливаемого судака еще не успела отнереститься. Такой состав уловов обусловлен, в первую очередь, характеристикой применявшихся в момент проведения исследований ставных сетей, ячей которых составляла от 45 до 65 мм.

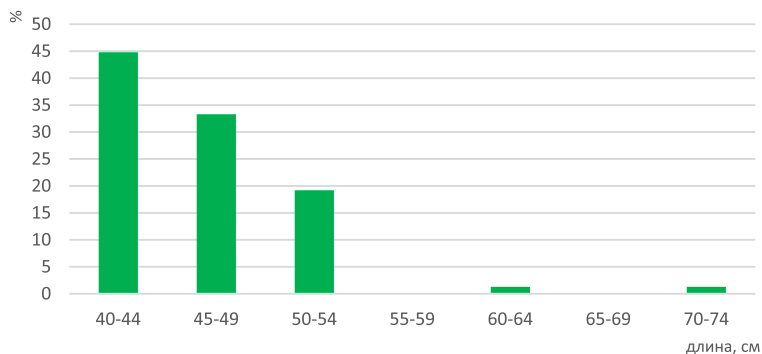


Рис. 7. Размерный состав судака в уловах из оз. Богинское
Fig. 7. Pikeperch body length structure in landings from the Boginskoe lake



Сравнивая эти данные с приведенными в литературе [9] материалами, по составу уловов судака в предыдущие периоды, видно, что раньше размерный ряд вылавливаемого судака был намного шире, в том числе за счет прилова молоди непромыслового размера, а также тем, что тогда промысел велся, в основном, неводом.

Растет судак довольно быстро, достигая к концу жизни внушительных размеров. Упоминается о судаках из Германии длиной 130 см и массой 18 кг, в дельте Днепра и в Аральском море попадались судаки до 16–17 кг [12], в оз. Балхаш — до 13 кг [13], в оз. Дривяты (Беларусь) — до 9 кг [11]. Самые крупная особь судака длиной 89 см и массой 16 кг нами была отмечена в Вилейском водохранилище. Максимальные длина и масса непосредственно судака в водоеме во многом обусловлены интенсивностью лова. Чем менее интенсивен промысел, тем больше длина и масса вылавливаемого судака, и наоборот. В промысловых уловах из различных водоемов Беларуси преобладает судак длиной 35–50 см, массой 500–2500 г [14].

В зависимости от размерно-возрастных характеристик можно выделить популяции с быстрым, средним и медленным ростом. Критерием для выделения могут служить линейные размеры и масса особей к пятилетнему возрасту: если длина особей в этой возрастной группе составляет 40–41 см, а масса 1000 г, показатели роста можно считать средними; если они ниже обозначенных величин — низкими; если выше — высокими [9]. В табл. 2 приведены современные ростовые характеристики судака в оз. Дривяты и оз. Богинское.

По линейным показателям рост судака в этих водоемах примерно одинаковый, по весовым — судак из оз. Дривяты несколько обгоняет судака из оз. Богинское, но в обоих водоемах его рост характеризуется как быстрый.

Также отмечены значительные индивидуальные отклонения размеров и массы рыб одного возраста. Так, особи судака в пятилетнем возрасте в оз. Дривяты различались по длине в пределах 6,5 см, по массе — 606 гр., в оз. Богинское по длине — в пределах 9,0 см, по массе 826 гр. Такие колебания длины и массы в возрастных группах отмечались и другими исследователями [15, 16].

Сравнивая эти данные с имеющимися в литературе данными [9], видно, что по сравнению с пятидесятыми-восьмидесятыми годами прошлого века рост судака значительно улучшился. В те годы его рост в оз. Дривяты характеризовался как средний, в оз. Богинское как низкий, промысловой меры он достигал в пятилетнем возрасте, в то время как сейчас достигает в четырехлетнем.



Таблица 2. Размерно-возрастные характеристики судака озёр Дривяты и Богинское

Table 2. Pikeperch growth and age in the Dryvyaty and Boginskoe lakes

Возраст, лет	Длина, см		Масса, г	
	lim	X	lim	X
оз. Дривяты				
4	41,5-42,5	42,0	1176-1280	1228,0
5	43,5-50,0	47,2	1350-1956	1698,1
6	49,0-55,0	51,8	1908-2736	2211,7
7	57,0-65,0	61,0	2858-3280	3058,0
оз. Богинское				
3	-	40,0	-	986,0
4	40,5-46,0	42,8	996-1412	1197,0
5	43,0-52,0	46,9	1194-2020	1543,6
6	50,0-54,0	52,3	1756-2568	2071,6
7	-	60,0	-	2659,0
8	-	-	-	-
9	-	73,0	-	7600,0

Улучшение роста судака возможно связано с разреживанием численности популяций, связанное с селективной избирательностью промысла, что, как отмечалось многими исследователями [4, 12], способствует возрастанию ростовых характеристик, как это наблюдалось, в том числе, и в оз. Дривяты в восьмидесятые годы. Помимо этого, на значительное улучшение ростовых характеристик повлияло вселение судака посадочным материалом из других регионов Беларуси, что отмечалось ихтиологами [9, 17] и в других водоемах, куда интродуцировали судака. По всей видимости, тут сказывается увеличение генетического разнообразия, что приводит к эффекту гетерозиса.

Одним из важнейших аспектов, обеспечивающих устойчивые уловы судака из естественных рыболовных угодий, является рациональная эксплуатация его запасов. Само понятие рациональной эксплуатации подразумевает получение большего количества рыбной продукции лучшего качества при сохранении возможности популяции восполнять промысловую и естественную убыль. Существенными факторами, позволяющими разрабатывать режимы рациональной эксплуатации популяции рыб, являются знание величин запасов, подлежащих эксплуатации, и степени их фактического использования.



Расчётная величина промыслового запаса судака в оз. Дривяты в настоящее время составляет 19,51 кг/га, в оз. Богинское — 18,92 кг/га.

Согласно ихтиологической науке оптимальный коэффициент вылова должен быть равен коэффициенту естественной смертности [18]. В водоемах Беларуси коэффициент естественной смертности судака равен 36 % от промыслового запаса [9]. Таким образом, расчётная величина допустимого вылова судака составит для оз. Дривяты 7,02 кг/га или 237 ц в год, для оз. Богинское — 6,81 кг/га или 103 ц в год.

Существующие в настоящее время методики расчета запасов были разработаны в 80-ые годы прошлого столетия и имеются литературные данные [9] по запасам судака из исследуемых озёр (табл. 3). Сравнивая их с данными, полученными нами, видно, что промысловый запас судака существенно вырос, особенно в оз. Богинское, что прямо коррелирует с данными по вылову и промысловой нагрузке в эти периоды времени.

Таблица 3. Величины промыслового запаса судака в исследуемых озерах в предыдущие периоды
Table 3. Pikeperch usable stock amounts in the studied lakes in earlier periods

Водоем	Годы наблюдения	Промысловый запас	
		кг/га	ц
оз. Богинское	1989–1993	1,1	15,0
	1998–2002	<0,1	1,2
оз. Дривяты	1982–1986	3,3	111,0
	1989–1993	3,0	101,0
	1998–2002	0,3	9,1

Практика ведения рыболовного хозяйства на водоемах Беларуси показала, что запасы рыбы могут быть легко подорваны при неконтролируемом лове лесочными жаберными сетями, особенно эффективными для лова судака. В 90-х гг. жаберные лесочные сети (мононити) стали легко доступны для рядового покупателя, а их цена крайне низкой (фактически они окупались за одну постановку). Этот фактор, в совокупности с другими (социального характера), привел к тому, что неучтенный вылов рыбы многократно превысил декларируемый, а запасы всех ценных видов рыб начали быстро уменьшаться. В результате рассчитанные запасы судака в основных рыбопромысловых озерах в девяностые — начале двухтысячных годов сократились в 3,5–11 раз. С принятием жестких охранных мер, а также проведением других работ, си-



туация улучшилась и к настоящему времени популяции судака во многих водоемах восстановились, в том числе в озерах Дривяты и Богинское, что подтверждается увеличением его запасов к настоящему времени. В этой ситуации важным представляется определение допустимой степени эксплуатации существующих ресурсов промысловым и любительским рыболовством. Очевидно, что как чрезмерно высокая, так и чрезмерно низкая степень использования существующих рыбных ресурсов не отвечает требованиям их рациональной эксплуатации. По сложившимся в ихтиологии представлениям норма (контингент) вылова определяется состоянием кормовой базы, возрастным составом облавливаемой популяции и темпом роста рыб, но не должна превышать годового прироста биомассы [19].

Расчетный допустимый вылов в оз. Дривяты составляет 237 ц в год, оз. Богинское — 103 ц в год. С учетом вылова рыбаками-любителями можно установить лимит вылова судака промысловым рыболовством в оз. Дривяты 107 ц, в озере Богинское — 31 ц. Таким образом, в оз. Дривяты и оз. Богинском имеется резерв для увеличения промыслового вылова судака.

Выводы. В последние годы после долгого периода все большее значение в промысловых уловах из оз. Дривяты и оз. Богинское стал приобретать судак. В девяностые и начале двухтысячных годов его вылов в среднем по пятилеткам не превышал в оз. Дривяты 1–6 ц в год (0,2–2 % от общего улова), а в оз. Богинском он встречался вообще единично. В последние десять лет вылов судака из оз. Дривяты составлял от 11 до 73 ц в год, в оз. Богинское — до 14 ц. Его доля в уловах возросла еще более значительно.

Основу вылова из оз. Дривяты составляли 5-летние особи, довольно высока также доля шестилеток. Преобладающий размер особей составлял 45–49 см. Такой возрастной состав уловов является вполне рациональным, поскольку большинство особей вылавливаемого судака уже отнерестились по одному-два раза. Основу вылова из оз. Богинское, в отличие от оз. Дривяты, составляли 4 и 5-летние особи. Преобладающий размер особей составлял 40–49 см. Такой возрастной состав уловов является менее рациональным, чем в оз. Дривяты, поскольку часть вылавливаемого судака в возрасте 4 лет еще не успела отнереститься.

В настоящее время рост судака по линейным показателям в этих водоемах примерно одинаковый, по весовым — судак из оз. Дривяты несколько обгоняет судака из оз. Богинское, но в обоих водоемах его рост



характеризуется как быстрый. Полученные данные говорят о хорошей обеспеченности пищей в настоящее время и о возможности дальнейшего увеличения численности судака.

Расчётная величина промыслового запаса судака в оз. Дривяты в настоящее время составляет 19,51 кг/га, оз. Богинское — 18,92 кг/га. Расчётная величина допустимого вылова судака составит из оз. Дривяты 7,02 кг/га или 237 ц в год, оз. Богинское — 6,81 кг/га или 103 ц в год.

Список использованных источников

1. Чугунова, Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб (методическое пособие по ихтиологии) / Н.И. Чугунова — М.: Изд-во АН СССР, — 1959. — 165 с.
2. Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб / И.Ф. Правдин — М.: Пищевая промышленность, — 1966. — 376 с.
3. Баранов, Ф.И. К вопросу о биологических основаниях рыбного хозяйства / Ф.И. Баранов // Известия отдела рыбоводства и научно-промысловых исследований. — 1918. — Т.1, Вып. 1. — С.84–128.
4. Тюрин, П.В. Биологические обоснования коэффициента вылова и допустимого предела прилова ценных рыб / П.В. Тюрин // Тр. ВНИРО. — 1967. — № 62. — С. 26.
5. Федоров, В.А. Методика оценки рыбных запасов озёр Беларуси и определение оптимального коэффициента их промыслового использования на основе прироста рыбного стада / В.А. Федоров // Вопр. рыбн. хозяйства Беларуси — 1996. — Вып. 14. — С. 179–195.
6. Штейнфельд, А.Л. Характеристика уловов судака в озёрах Белоруссии и перспективы их увеличения / А.Л. Штейнфельд, Л.В. Кириленко // Вопр. рыбн. хоз. Белоруссии, 1973. — Т. IX. — С. 169–180.
7. Кириленко, Л.В. Рыбохозяйственное использование судака (*Stizostedion luciperca* (L)) озёр Белоруссии: дис канд. биол. наук. — М., 1992. — 209 с.
8. Костоусов, В.Г. Состояние запасов леща и судака в основных рыбопромысловых озёрах Беларуси / В.Г. Костоусов, Л.В. Кириленко, Т.В. Копылова, И.И. Оношко, Г.И. Полякова // Вопр. рыбн. хозяйства Беларуси. — 1996. — Вып.14. — С. 213–230.
9. Кириленко, Л.В. Судак водоемов Беларуси: биология и хозяйственное значение / Л.В. Кириленко, В.Г. Костоусов — Мн. : 2005. — 85 с.
10. Лещенко, А.В. Оценка состояния любительского рыболовства на Вилейском водохранилище и степень его воздействия на иктиоценоз водоема / А.В. Лещенко // Вопр. рыбного хоз-ва Беларуси. — 2004. — Вып. 20. — С. 15–19.
11. Лещенко, А.В. Результаты учета вылова рыбы рыболовами-любителями из водоемов и водотоков Национального парка «Нарочанский» / А.В. Лещенко // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. — 2011. — Вып. 27. — С. 159–167.
12. Берг, Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Ч. III. / Л.С. Берг — М. — Л.: АН СССР, 1949. — 454 с.



13. Стрельников, А. Озеро Балхаш и его рыбы / А. Стрельников // Рыбоводство и рыболовство. — 1978. — Вып. 3. — С. 6–8.
14. Кириленко Л.В. Судак как объект рыбоводства в водоемах Белоруссии / Л.В. Кириленко // Тез. докл. XIX науч. конф. по изучению и освоению водоемов Прибалтики и Белоруссии. — Минск, 1977. — С. 69–70.
15. Белый, Н.Д. Весовой рост и взаимосвязь длины и веса тела судака из Днепра / Н.Д. Белый // Зоол. журн. — 1969. — Т. 48. — №3. — С. 392–399.
16. Гярулайтис, А.Б. Экологическая изменчивость судака водоемов Литвы. 4. Рост и питание судака водохранилища Каунасской ГЭС / А.Б. Гярулайтис, А.Д. Бубина // Тр. АН Лит. ССР. — 1977. — Вып. 2 (78). — С. 69–77.
17. Белый, Н.Д. О биологических группах судака / Н.Д. Белый // Вопр. ихтиологии. — 1965. — Т. 5. — В. 2 (35). — С. 279–289.
18. Тюрин, П.В. Биологические обоснования регулирования рыболовства на внутренних водоемах / П.В. Тюрин — М.: Пищепромиздат, 1963. — 120 с.
19. Никольский, Г.В. Экология рыб / Г.В. Никольский — М.: Высшая школа, 1974. — 367 с.

Reference

1. Chugunova, N.I. Rukovodstvo po izucheniyu vozrasta i rosta ryb (metodicheskoe posobie po ikhtiologii) [A guide to fishes age and growth studies]. Moscow, USSR NAS Publ., 1959, 165 p. (in Russian).
2. Pravdin I.F. Rukovodstvo po izucheniyu ryb [A guide for fish research]. Moscow, Food Industry, 1966, 376 p. (in Russian).
3. Baranov F.I. K voprosu o biologicheskikh osnovaniyakh rybnogo khozyaistva [On the question of fish industry biological basis]. Izvestiya otdela rybovodstva i nauchno-promyslovykh issledovaniy = Proceedings of department of fish culture and fishing sciences research, 1918, vol. 1, no.1, pp. 84–128 (in Russian).
4. Tyurin P.V. Biologicheskie obosnovaniya koeffitsienta vylova i dopustimogo predela prilova tsennykh ryb [Biological reasonings of the catch index and allowable bycatch limit for the valuable fish species]. Trudy VNIRO = VNIRO Proceedings, 1967, № 62, p. 26 (in Russian).
5. Fedorov V.A. Metodika otsenki rybnykh zapasov ozer Belarusi i opredelenie optimal'nogo koeffitsienta ikh promyslovogo ispol'zovaniya na osnove prirosta rybnogo stada [Method of Belarusian lakes fish amount assessment and determination of their commercial fishing use index based on the fish stock growth]. Voprosy Rybnogo Khozyaistva Belarusi = Belarus Fish Industry Problems, 1996, vol. 14, pp.179–195 (in Russian).
6. Shteinfel'd A.L., Kirilenko L.V. Kharakteristika ulovov sudaka v ozerakh Belorussii i perspektivy ikh uvelicheniya [Characteristic of pikeperch landings from lakes of Belarus and the prospects of their raise]. Voprosy Rybnogo Khozyaistva Belarusi = Belarus Fish Industry Problems, 1973, vol. 9, pp. 169–180 (in Russian).
7. Kirilenko L.V. Rybokhozyaistvennoe ispol'zovanie sudaka (*Stizostedion lucioperca* (L) ozer Belorussii. Diss. kand. biol. nauk [Fishery use of Belarusian lakes pikeperch (*Stizostedion lucioperca* (L). Cand. biol. sci. diss.]. Moscow, 1992. 272 p. (in Russian)



8. Kostousov V.G., Kirilenko L.V., Kopylova T.V., Onoshko I.I., Polyakova G.I. Sostoyanie zapasov leshcha i sudaka v osnovnykh rybopromyslovyykh ozerakh Belarusi [*State of bream and pikeperch stock in the main fishing lakes of Belarus*]. Voprosy Rybnogo Khozyaistva Belarusi = Belarus Fish Industry Problems, 1996, vol.14, pp. 213–230 (In Russian).
9. Kirilenko L.V., Kostousov V.G. Sudak vodoemov Belarusi: biologiya i khozyaistvennoe znachenie [Pikeperch in Belarusian waters: biology and economic importance]. Minsk, 2005. 85 p. (in Russian).
10. Leshchenko A.V. Otsenka sostoyaniya lyubitel'skogo rybolovstva na Vileiskom vodokhranilishche i stepen' ego vozdeistviya na ikhtiosenoz vodoema [*Recreational fishing state assessment on the Vileyskoe reservoir and degree of its influence on the waterbody ichthyocenosis*]. Voprosy Rybnogo Khozyaistva Belarusi = Belarus Fish Industry Problems, 2004. — Вып. 20. — С.15–19. (in Russian)
11. Leshchenko A.V. Rezul'taty ucheta vylova ryby rybolovami-lyubitelyami iz vodoemov i vodotokov Natsional'nogo parka «Narochanskii» [*Results of fish catch from the waterbodies and watercourses of Narochansky national park by recreational fishers' assessment*]. Voprosy Rybnogo Khozyaistva Belarusi = Belarus Fish Industry Problems, 2011, vol. 27, pp. 159–167 (in Russian).
12. Berg L.S. Ryby presnykh vod SSSR i sopredel'nykh stran. Ch. 3. [*Freshwater fishes of USSR and adjacent countries. Part 3*]. Moscow-Leningrad, NAS of USSR, 1949. 454 p. (in Russian).
13. Strel'nikov, A. Ozero Balkhash i ego ryby [*The Balkhash lake and its fishes*]. Rybovodstvo i rybolovstvo = Fish culture and fishing, 1978, vol. 3, pp. 6–8 (in Russian).
14. Kirilenko L.V. Sudak kak ob'ekt rybovodstva v vodoemakh Belorussii [*Pikeperch as the object of fish culture in the waterbodies of Belarus*]. Tezisy dokladov XIX nauchnoi konferentsii po izucheniyu i osvoeniyu vodoemov Pribaltiki i Belorussii [*Thes. proc. 19th sci. conf. on the Baltic region and Belarus waterbodies research and exploration*]. Minsk, 1977, pp. 69–70 (in Russian).
15. Belyi N.D. Vesovoi rost i vzaimosvyaz' dliny i vesa tela sudaka iz Dnepra [*Weight growth and the relationship between body length and weight of pikeperch from Dnieper*] // Zoologicheskii zhurnal = Zoological Journal, 1969, vol. 48, no. 3, pp. 392–399 (in Russian).
16. Gyarulaitis A.B., Bubinas A.D. Ekologicheskaya izmenchivost' sudaka vodoemov Litvy. 4. Rost i pitanie sudaka vodokhranilishcha Kaunasskoi GES [*Ecological variability of Lithuanian waterbodies pikeperch. 4: Growth and nutrition of Kaunas hydroelectric power station reservoir pikeperch*]. Trudy Akademii nauk Litovskoi SSR = Proceedings of Lithuanian SSR Academy of sciences, 1977, vol. 2 (78), pp. 69–77 (in Russian).
17. Belyi, N.D. O biologicheskikh gruppakh sudaka [*On the pikeperch biological groups*]. Voprosy ikhtiologii = Problems of ichthyology, 1965, vol. 5, no. 2 (35), pp. 279–289 (in Russian).
18. Tyurin, P.V. Biologicheskie obosnovaniya regulirovaniya rybolovstva na vnutrennikh vodoemakh [*Biological substantiations of the fishing regulation in the inland waters*]. Moscow: Food Industry Pub., 1963. 120 c. (in Russian).



19. Nikol'skii, G.V. *Ekologiya ryb [Ecology of fishes]*. Moscow, Higher School, 1974. 367 p. (in Russian).

Сведения об авторах

- Лещенко Андрей Валерьевич* — старший научный сотрудник, Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», ул. Академическая, 27, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: andreyleshch@mail.ru
- Куницкий Дмитрий Фёдорович* — ведущий научный сотрудник, Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», ул. Академическая, 27, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: vimba@tut.by
- Григорчик Антонина Петровна* — научный сотрудник, Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», ул. Академическая, 27, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: imbris.09@mail.ru
- Полетаев Алексей Сергеевич* — младший научный сотрудник, Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», ул. Академическая, 27, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: viroxytan@gmail.com
- Кардель Евгений Валентинович* — научный сотрудник, Государственное природоохранное учреждение «Национальный парк «Браславские озера», ул. Дачная, 1, 211970, Браслав, Республика Беларусь). E-mail: braslav_nauka@tut.by

Information about the authors

- Leschenko Andrey* — Older Researcher, State Research and Production Association «Scientific and practical center of the National academy of sciences of Belarus for bioresources» (220072, Minsk, Akademicheskaya Str, 27, Republic of Belarus). E-mail: andreyleshch@mail.ru
- Kunitsky Dmitriy* — Leader Researcher, State Research and Production Association «Scientific and practical center of the National academy of sciences of Belarus for bioresources» (220072, Minsk, Akademicheskaya Str, 27, Republic of Belarus). E-mail: vimba@tut.by
- Hryhorchuk Antanina* — Researcher, State Research and Production Association «Scientific and practical center of the National academy of sciences of Belarus for bioresources» (220072, Minsk, Akademicheskaya Str, 27, Republic of Belarus). E-mail: imbris.09@mail.ru
- Poletaev Alexei* — Junior Researcher, State Research and Production Association «Scientific and practical center of the National academy of sciences of Belarus for bioresources» (220072, Minsk, Akademicheskaya Str, 27, Republic of Belarus). E-mail: viroxytan@gmail.com
- Kardel Evgeniy* — Researcher, State Nature Protection Institution «Braslavskie ozero National park» (211970, Braslav, Dachnaya Str, 1, Republic of Belarus). E-mail: braslav_nauka@tut.by

УСТОЙЧИВОСТЬ ГИДРОБИОНТОВ И КОНТРОЛЬ НАД ПАТОГЕНАМИ



УДК 576.8:597

Поступила в редакцию 01.10.2022

<https://doi.org/10.47612/978-985-880-00000-0-2022-38-283-291>

Received 01.10.2022

В.Ю. Агеец¹, С.М. Дегтярик¹, С.В. Полоз¹, А.В. Беспалый¹, Е.В. Максимюк¹,
Е.И. Гребнева², Г.В. Слободницкая¹, Т.А. Говор¹

¹РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр
Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Минск, Беларусь

²Отделение аграрных наук НАН Беларуси, Минск, Беларусь

ПАЗИТОФАУНА РЫБ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ГОРОДА МИНСКА И МИНСКОГО РАЙОНА

Аннотация: В работе приводятся результаты паразитологического обследования рыб из водных экосистем, расположенных в г. Минске и Минском районе, полученные в период сезона 2021 г. Обследовано 14 видов рыб из 10 открытых водоемов. Зарегистрировано 10 видов экто- и эндопаразитов рыб, относящихся к различным классам: 1 вид инфузорий (*Trichodina* sp.), 1 вид ракообразных (*Argulus* sp.), 2 вида моногенетических сосальщиков (*Gyrodactylus* sp. и *Dactylogyrus* sp.), 1 вид нематод (*Camallanus lacustris*), 1 вид цестод (*Ligula intestinalis*) и 4 вида трематод (*Diplostomum* sp., *Aspidogaster* sp., *Posthodiplostomum cuticola*, *Tylodelphys conifera*). Возбудителей заболеваний, представляющих опасность для млекопитающих, в т.ч. человека, не выявлено.

Ключевые слова: паразитофауна, рыбы, водоемы, город Минск, Минский район

U. Aheycets¹, S. Dziahtsiaryk¹, S. Polaz¹, A. Biaspaly¹, Y. Maksimyuk¹, A. Hrebneva²,
H. Slabodnitskaya¹, T. Hovar¹

¹RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus
National Academy of Sciences for Animal Husbandry”, Minsk, Belarus

²Department of Agricultural Sciences of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Belarus

FISH PARASITES FAUNA IN WATER ECOSYSTEMS OF THE MINSK CITY AND THE MINSK REGION

Abstract. The paper presents the results of a parasitological survey of fish from water ecosystems of the Minsk City and the Minsk region, obtained



during the season of 2021. 14 fish species from 10 open water bodies were examined. 10 species of ecto- and endoparasites of fish belonging to different classes were registered: 1 species of ciliates (*Trichodina* sp.), 1 species of crustaceans (*Argulus* sp.), 2 species of monogenetic flukes (*Gyrodactylus* sp. and *Dactylogyrus* sp.), 1 species of nematodes (*Camallanus lacustris*), 1 species of cestodes (*Ligula intestinalis*) and 4 species of trematodes (*Diplostomum* sp., *Aspidogaster* sp., *Posthodiplostomum cuticola*, *Tylodelphys conifera*).

Pathogens of diseases that pose a danger to mammals, incl. person humman, have not been identified.

Keywords: fauna of parasite, fish, reservoirs, city of Minsk, Minsk region

Введение. Паразитарные заболевания рыб, вызываемые гельминтами, широко распространены в естественных водоемах, и их изучение можно проводить только применительно к каждому региону. Известно, что на формирование паразитофауны рыб в водоемах оказывают влияние как естественные, так и антропогенные факторы, поэтому свободная от паразитов рыба встречается крайне редко [2, 4].

Паразитарные заболевания способны наносить значительный экономический ущерб, вызывая гибель, снижение массы и ухудшение качества продукции. В настоящее время актуальна проблема таких болезней, как гельминтозоозы (антропозоозы). Следовательно, при паразитологическом обследовании рыбы из естественных водоемов первоочередное внимание следует обращать на наличие возбудителей, вызывающих зоонозы, например, трематод *Opisthorchis felineus* и цестод *Diphyllbothrium latum*, личинки которых (метацеркарии и плероцеркиды соответственно) паразитируют в мышечной ткани и внутренних органах рыб и представляют опасность для человека и теплокровных животных [5].

Для контроля над распространением возбудителей болезней рыб в естественных водоемах сложно применять методы, активно применяемые в условиях промышленного рыбоводства, в т.ч. применение лечебно-профилактических средств. Поэтому наиболее эффективным способом является разрыв жизненного цикла паразитов путем уничтожения их промежуточных хозяев [3].

Целью исследований являлось изучение паразитофауны рыб из водных экосистем г. Минска и прилегающих к нему крупных водных объектов.

Материал и методика. Исследования проводились в весенне-осенний сезон 2021 г. Объектами исследования служила рыба естественных водо-



емов, расположенных в Минском районе и в черте города Минска: водохранилища «Дрозды», «Заславское», «Криница», «Лошица», «Цнянское», «Чижовское»; участки рек Лошица, Свислочь и Цна, а также участки Слепянской водной системы.

Было обследовано 14 видов рыб (216 штук): щиповка (*Cobitis taenia*), судак (*Sander lucioperca*), пескарь (*Gobio gobio*), окунь (*Perca fluviatilis*), щука (*Esox lucius*), лещ (*Abramis brama*), плотва (*Rutilus rutilus*), красноперка (*Scardinius erythrophthalmus*), колюшка трехиглая (*Gasterosteus aculeatus*), карп (*Cyprinus carpio*), карась серебряный (*Carassius gibelio*), ерш обыкновенный (*Gymnocephalus cernuus*), бычок (*Cottus gobio*), уклея (*Alburnus alburnus*).

Отловленная рыба подвергалась полному паразитологическому обследованию по методу Быховской — Павловской, включающему клинический осмотр, микроскопию соскобов с поверхности тела, плавников и жаберного аппарата, микроскопию хрусталиков глаз, иссечение кожных покровов и мышечной ткани, патологоанатомическое вскрытие, поиск паразитов в полости тела, компрессионную микроскопию внутренних органов и мышечной ткани, вскрытие кишечника, микроскопию желчного пузыря, вскрытие и микроскопию стенок плавательного пузыря [1]. Для идентификации паразитов использованы определители [6].

Результаты исследований. На жизнедеятельность и жизнеспособность рыб значительное влияние оказывают как биотические, так и абиотические факторы. Биотические факторы — беспозвоночные организмы, составляющие рацион питания многих рыб; растительный покров, используемый в качестве убежища и икрометания. Абиотические факторы — химический состав водной среды, температурный и газовый режимы; гидробиологические характеристики, такие как скорость, направление течения и др. Сильное разрастание растительности может как препятствовать, так и способствовать развитию и размножению ряда паразитических организмов. Знание паразитофауны локальных популяций рыб, а также возможного влияния различных факторов на рыбные сообщества позволит разработать и применять систему мероприятий по контролю над распространением возбудителей инвазий и оздоровлению рыб.

Результаты наших исследований показали, что паразитофауна рыб водоемов города Минска и Минского района представлена одним видом инфузорий (*Trichodina* sp.), одним видом ракообразных (*Argulus*



sp.), двумя видами моногенетических сосальщиков (*Gyrodactylus* sp. и *Dactylogyrus* sp.), одним видом нематод (*Camallanus lacustris*), одним видом цестод (*Ligula intestinalis*) и четырьмя видами трематод (*Diplostomum* sp., *Aspidogaster* sp., *Posthodiplostomum cuticola*, *Tylodelphys conifera*) (табл.).

Таблица. Паразитофауна рыб водоемов г. Минска и Минского района
Table. Fauna of fish parasites on reservoirs of Minsk and Minsk region

Паразиты	Водоёмы	Виды рыб-хозяев
<i>Argulus</i> sp.	вдхр. Заславское, вдхр. Дрозды	лещ, плотва, карась серебряный, плотва
<i>Ligula intestinalis</i>	вдхр. Криница, р. Свислочь.	лещ, плотва
<i>Diplostomum</i> sp.	вдхр. Заславское, вдхр. Криница, вдхр. Дрозды, вдхр. Цнянское, вдхр. Чижовское, р. Цна, р. Лошица р. Свислочь, Слепянская водная система	плотва, карась серебряный, лещ, колюшка трехиглая, карп, окунь, уклея, красноперка
<i>Aspidogaster</i> sp.	вдхр. Заславское	плотва
<i>Camallanus lacustris</i>	вдхр. Заславское	судак
<i>Gyrodactylus</i> sp.	вдхр. Криница, вдхр. Дрозды, вдхр. Цнянское, вдхр. Чижовское	карась серебряный, лещ, плотва, лещ, карп
<i>Dactylogyrus</i> sp.	вдхр. Чижовское	лещ, карась серебряный
<i>Posthodiplostomum cuticola</i>	вдхр. Криница, вдхр. Чижовское, Слепянская водная система	лещ, плотва, уклея
<i>Trichodina</i> sp.	вдхр. Цнянское, вдхр. Чижовское, р. Цна, р. Лошица	плотва, колюшка трехиглая, пескарь, щука, карп
<i>Tylodelphys conifera</i>	вдхр. Дрозды, вдхр. Чижовское, р. Свислочь	плотва, лещ

Вдхр. Заславское. При обследовании карася серебряного, плотвы, судака, леща и окуня установлено, что у плотвы на поверхности тела паразитировали рачки *Argulus* sp. с интенсивностью инвазии (ИИ) = 103 экз./рыбу; в мышечной ткани выявлены метацеркарии трематод с ИИ = 1–8 экз. в поле зрения микроскопа (п.з.м); в хрусталиках глаз зарегистрированы метацеркарии трематод *Diplostomum* sp. с ИИ =



10–64 экз./рыбу; в кишечнике обнаружены трематоды *Aspidogaster* sp. с ИИ = 1 экз. в п.з.м. У судака в кишечнике выявлены нематоды *Camallanus lacustris* с ИИ = 1 экз./рыбу. Лещ, окунь и карась серебряный оказались свободны от паразитов.

Вдхр. Криница. Паразитологическое исследование карася серебряного, плотвы, леща показало, что у леща на поверхности тела паразитировали представители *Posthodiplostomum cuticola* с ИИ = 2–28 пар./рыбу; в жаберном аппарате — *Gyrodactylus* sp. с ИИ = 1–5 пар./рыбу; в полости тела — *Ligula intestinalis* с ИИ = 3 экз./рыбу; в хрусталиках глаз — *Diplostomum* sp. с ИИ = 1–58 экз./рыбу. По результатам паразитологического исследования плотвы выявлены: *Posthodiplostomum cuticola* с ИИ = 3 экз./рыбу и *Diplostomum* sp. с ИИ = 12 экз./рыбу. У карася серебряного в хрусталиках глаз обнаружены *Diplostomum* sp. с ИИ = 1–2 пар./рыбу.

Вдхр. Дрозды. В ходе проведения паразитологического исследования карася серебряного, карпа, плотвы, окуня у карася и плотвы на поверхности тела обнаружены единичные рачки *Argulus* sp. В хрусталиках глаз зарегистрированы метацеркарии трематод р. *Diplostomum*: у карася серебряного ИИ = 2 экз./рыбу, у карпа ИИ = 18–43 экз./рыбу, у плотвы ИИ = 29 экз./рыбу, у окуня ИИ = 1 экз./рыбу. Моногенетические сосальщики р. *Gyrodactylus* выявлены у плотвы с ИИ = 7 экз./рыбу, метацеркарии трематод *Tylodelphys conifera* — у окуня с ИИ = 1 экз./рыбу.

Вдхр. Цнянское. При обследовании леща и щуки установлено, что на поверхности тела леща паразитируют инфузории *Trichodina* sp. с ИИ = 4 экз./рыбу и моногенетические сосальщики *Gyrodactylus* sp. с ИИ = 2 экз./рыбу; в хрусталиках глазах выявлены метацеркарии *Diplostomum* sp. с ИИ = 50 экз./рыбу. Щука оказалась свободной от паразитов.

Вдхр. Чижовское. Паразитологическим исследованием карася серебряного, карпа, плотвы, леща, окуня, ерша, бычка выявлено, что у карпа на жабрах паразитируют моногенетические сосальщики *Gyrodactylus* sp. с ИИ = 1–3 экз./рыбу и инфузории *Trichodina* sp. с ИИ = 2 экз./рыбу. Единичные инфузории указанного рода были обнаружены на поверхности тела окуня. Также у окуня в хрусталиках глаз зарегистрированы метацеркарии трематод р. *Diplostomum*.

У карася серебряного в хрусталиках глаз выявлены метацеркарии *Diplostomum* sp. с ИИ = 1–2 экз./рыбу, на жаберном аппарате — *Dactylogyrus* sp. с ИИ = 1–2 экз./рыбу.



У леща в хрусталиках глаз обнаружены метацеркарии трематод *Diplostomum* sp. с ИИ = 113 экз./рыбу, на жаберном аппарате — единичные представители *Dactylogyrus* sp. с ИИ = 1 экз./рыбу.

Для плотвы были характерны следующие паразиты: на поверхности тела — *Posthodiplostomum cuticola* с ИИ = 1–16 экз./рыбу, в хрусталиках глаз — *Diplostomum* sp. с ИИ = 17–107 экз./рыбу и *Tylodelphys* sp. с ИИ = 3–5 экз./рыбу.

Ерш обыкновенный и бычок были свободны от паразитов.

При обследовании карася серебряного из *вдхр. Лошица* паразитов рыб не выявлено.

р. Цна. В результате паразитологического исследования плотвы, колюшки трехиглой, щиповки, пескаря обнаружены единичные экземпляры моногететического сосальщика р. *Dactylogyrus* на жабрах плотвы; на поверхности тела плотвы — инфузории р. *Trihodina* с ИИ = 1–5 экз. в п.з.м. У колюшки на поверхности тела зарегистрированы единичные инфузории р. *Trihodina*, в хрусталиках глаз — единичные метацеркарии р. *Diplostomum* sp.

У пескаря на поверхности тела выявлены инфузории р. *Trihodina* с ИИ до 10 экз./на рыбу.

У щиповки экто- и эндопаразитов не обнаружено.

р. Лошица. При обследовании колюшки трехиглой на поверхности тела обнаружены инфузории р. *Trihodina* с ИИ = 1–5 экз./рыбу, в хрусталиках глаз выявлены единичные метацеркарии *Diplostomum* sp. с ИИ = 1–3 экз./рыбу.

р. Свислочь. В результате паразитологических исследований карася серебряного, леща и плотвы установлено, что у плотвы в полости тела имеются единичные плероцеркоиды *Ligula intestinalis*, в хрусталике глаза — *Diplostomum* sp.

У леща выявлены в хрусталиках глаз метацеркарии трематод *Diplostomum* sp. с ИИ = 60 экз./рыбу и *Tylodelphys* sp. с ИИ = 3 экз./рыбу.

Слепянская водная система. При обследовании красноперки, уклей, леща установлено наличие метацеркарий *Diplostomum* sp. с ИИ = 4 экз./рыбу у уклей, с ИИ = 25 экз./рыбу у красноперки, с ИИ = 153 экз./рыбу у леща. На поверхности тела уклей обнаружены единичные метацеркарии *Posthodiplostomum cuticola*.

Заключение. Наиболее распространенными представителями паразитофауны рыб водоемов г. Минска и Минского района являются трематоды р. *Diplostomum*. Они встречаются в 5 водохранилищах, 3 реках



и Слепянской водной системе и паразитируют у представителей 8 видов рыб. Другие паразиты встречаются значительно реже — у 1–3 видов рыб из 1–3 водоемов. Установленная степень инвазии является незначительной и не оказывает негативного влияния на локальные популяции рыб. Возбудителей заболеваний, имеющих эпизоотическое значение для млекопитающих и эпидемическое значение для человека, зарегистрировано не было.

Список использованных источников

1. Быховская-Павловская, И. Е. Паразиты рыб: руководство по изучению / И. Е. Быховская-Павловская. — Л. : Наука, Ленингр. отд-ние, 1985. — 123 с.
2. Бычкова, Е. И. Чужеродные виды гельминтов рыб Беларуси / Е. И. Бычкова, М. М. Якович, С. М. Дегтярик // Рос. журн. биол. инвазий. — 2021. — Т. 14, № 4. — С. 20–29. <https://doi.org/10.35885/1996-1499-2021-14-4-20-29>
3. Гельминтофауна основных промысловых видов рыб в озерной экосистеме ГПУ НП «Нарочанский» (Республика Беларусь) / С. М. Дегтярик [и др.] // Теория и практика борьбы с паразитар. болезнями. — 2020. — Вып. 21. — С. 87–92. <https://doi.org/10.31016/978-5-9902341-5-4.2020.21.87-92>
4. Костоусов, В. Г. О возможных причинах гибели карася Серебряного в водоемах Беларуси / В. Г. Костоусов, О. Д. Апсолихова, С. М. Дегтярик // Биологическое разнообразие: изучение, сохранение, восстановление, рациональное использование : материалы III Междунар. науч.-практ. конф., Керчь, 13–18 сент. 2022 г / Керч. гос. мор. технол. ун-т [и др.] ; [редкол.: Е. П. Масюткин и др.]. — Симферополь, 2022. — С. 154–162.
5. Ожередова, Н.А. Ветеринарно-санитарная экспертиза рыб при зоонозах / Н. А. Ожередова // Актуальные проблемы ветеринарии = Actual problems of the veterinary (topicks for international conference) : материалы междунар. конф., Барнаул, 26–30 июня 1995 г. / Алт. гос. аграр. ун-т ; [под ред. В. М. Жукова]. — Барнаул, 1995. — С. 133.
6. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 2. Ч. 1. Паразитические многоклеточные / отв. ред. А. В. Гусев. — Л. : Наука, Ленингр. отд-ние, 1985. — 425 с. — (Определители по фауне СССР / АН СССР, Зоол. ин-т ; вып. 143).

Reference

1. Bykhovskaya-Pavlovskaya I. E. *Fish parasites. Study guide*. Leningrad, Nauka Publ., 1985. 123 p. (in Russian).
2. Bychkova E. I., Yakovich M. M., Degtyarik S. M. Alien species of fish helminths of Belarus. *Rossiiskii zhurnal biologicheskikh invazii* = *Russian Journal of Biological Invasions*, 2021, vol. 14, no. 4, pp. 20–29 (in Russian). <https://doi.org/10.35885/1996-1499-2021-14-4-20-29>



3. Degtyarik S. M., Poloz S. V., Bespaliy A. V., Slobodnitskaya G. U., Benetskaya N. A., Tyutyunova M. M., Govor T. A. Helminth fauna of main commercial fish in lake ecosystem of the Narochansky National Park (Republic of Belarus). *Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami = Theory and Practice of Parasitic Disease Control*, 2020, iss. 21, pp. 87–92 (in Russian). <https://doi.org/10.31016/978-5-9902341-5-4.2020.21.87-92>
4. Kostousov V. G., Apsolikhova O. D., Degtyarik S. M. On the possible causes of the death of Silver carp in the reservoirs of Belarus. *Biologicheskoe raznoobrazie: izuchenie, sokhranenie, vosstanovlenie, ratsional'noe ispol'zovanie: materialy III Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Kerch', 13–18 sentyabrya 2022g.* [Biological diversity: study, conservation, restoration, rational use: materials of the III International scientific and practical conference, Kerch, September 13–18, 2022]. Simferopol, 2022, pp. 154–162 (in Russian).
5. Ozheredova N. A. Veterinary and sanitary examination of fish in zoonoses. *Aktual'nye problemy veterinarii: materialy mezhdunarodnoi konferentsii, Barnaul, 26–30 iyunya 1995g. = Actual problems of the veterinary: materials of the international materials of the international conference, Barnaul, June 26–30, 1995.* Barnaul, 1995, p. 133 (in Russian).
6. Gusev A. V. (ed.). *Keys to parasites of freshwater fish of the fauna of the USSR. Vol. 2: Parasitic multicellular organisms. Part 1: Parasitic multicellular.* Leningrad, Nauka Publ., 1985. 425 p. (in Russian).

Сведения об авторах

Агеец Владимир Юльянович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Дегтярик Светлана Михайловна — кандидат биологических наук, доцент, зав. лабораторией болезней рыб, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lavrushnek@mail.ru

Полоз Светлана Васильевна — кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lana.poloz@gmail.com

Беспалый Алексей Викторович — научный сотрудник, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: salmotmf@gmail.com

Максимюк Евгения Владимировна — научный сотрудник, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: jenya_maksimjuk@mail.ru



Гребнева Елена Ивановна — кандидат ветеринарных наук, главный специалист, Отделение аграрных наук, Национальная академия наук Беларуси (пр. Независимости, 66, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: grebneva@presidium.bas-net.by

Слободницкая Галина Владимировна — кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: slobodnickaja.g.v@gmail.com

Говорт Татьяна Альфонсовна — научный сотрудник, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: govorta@tut.by

Information about authors

Dziahtsiaryk Sviatlana — Ph.D. (Biological), Associate professor, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: lavrushnek@mail.ru

Polaz Sviatlana — Ph.D. (Veterinary), RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: lana.poloz@gmail.com

Biaspaly Aliaksei — Researcher, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: salmotmf@gmail.com

Maksimyuk Yauheniya — Researcher, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: jenya_maksimjuk@mail.ru

Hrebneva Elena — Ph.D. (Veterinary), chief specialist, Department of Agricultural Sciences, the National Academy of Sciences of Belarus (66 Ave, 220072 Minsk, Republic of Belarus). E-mail: grebneva@presidium.bas-net.by

Slabodnitskaya Halina — Ph.D. (Agricultural), RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: slobodnickaja.g.v@gmail.com

Hovar Tatsiana — Researcher, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: govorta@tut.by



УДК 639.3.09

Поступила в редакцию 27.10.2022

<https://doi.org/10.47612/978-985-880-000000-0-2022-38-292-313>

Received 27.10.2022

Е.В. Максимьюк

*РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр
Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Минск, Беларусь*

АНАЛИЗ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МИКРОФЛОРЫ ОСЕТРОВЫХ ВИДОВ РЫБ К АНТИБИОТИКАМ, РАЗРЕШЕННЫМ К ПРИМЕНЕНИЮ В РЫБОВОДСТВЕ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Аннотация: В статье представлены результаты анализа чувствительности микрофлоры осетровых видов рыб к таким антибиотикам, как энрофлоксацин, неомицин, ципрофлоксацин, левофлоксацин и рифампицин. Получены данные об антибиотикочувствительности 81 штамма, изолированного из различного биологического материала рыб с клиническими проявлениями инфекционного процесса и без патологий. Все полученные результаты по зонам задержки роста бактериальной культуры (мм) ранжированы по степени чувствительности. Установлено, что палочковидные бактерии незначительно, но всё же более чувствительны к действию фторхинолонов и неомицину, по сравнению с кокками. Однако к рифампицину отмечена устойчивость 69,1 % исследуемых палочковидных бактерий (в том числе 75,5 % от всех исследуемых грамотрицательных палочек, чаще других являющихся условно-патогенными для рыб), в то время как, только 19,2 % кокков показали устойчивость к данному препарату.

Ключевые слова: микрофлора, антибиотикочувствительность, резистентность, зона задержки роста

E. Maksimyyuk

*RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus
National Academy of Sciences for Animal Husbandry”, Minsk, Belarus*

ANALYSIS OF THE SENSITIVITY OF THE MICROFLORA OF STURGEON SPECIES TO ANTIBIOTICS ALLOWED FOR USE IN FISH FARMING IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Abstract: The article presents the results of the analysis of the sensitivity of the microflora of sturgeon fish species to such antibiotics as enrofloxacin,



neomycin, ciprofloxacin, levofloxacin and rifampicin. Data were obtained on the antibiotic sensitivity of 81 strains isolated from various biological material of fish with clinical manifestations of the infectious process and without pathologies. All the results obtained for the zones of growth inhibition of the bacterial culture (mm) are ranked according to the degree of sensitivity. It has been established that rod-shaped bacteria are slightly more sensitive to the action of fluoroquinolones and neomycin, compared with cocci. However, 69.1 % of the studied rod-shaped bacteria were found to be resistant to rifampicin (including 75.5 % of all studied gramnegative rods that are conditionally pathogenic for fish), while only 19.2 % of cocci showed resistance to this drug.

Keywords: microflora, antibiotic susceptibility, resistance, growth retardation zone.

Введение. Водные объекты постоянно находятся в окружении микроорганизмов, которые способны проникать в них, ассоциироваться или находиться некоторое время в тканях и органах, не принося вреда. Они постоянно присутствуют в желудочно-кишечном тракте, откуда при определенных условиях могут быстро проникать во внутренние ткани и органы и активно размножаться. Постоянное присутствие в водной среде патогенной и условно-патогенной микрофлоры представляет собой скрытый очаг бактериальных инфекций, который способен быстро реализоваться в виде вспышек массовых заболеваний среди культивируемых объектов. Вспышки бактериальных заболеваний нередко приводят к высокой смертности поголовья рыб, трудно поддаются локализации при проведении лечебно-профилактических мероприятий, поэтому являются наиболее экономически значимым препятствием для развития аквакультуры [1].

Бактериальные болезни вызываются возбудителями, являющимися как строгими (облигатными) патогенами для рыб, которые не могут длительное время выживать в воде в отсутствие восприимчивого хозяина — рыбы, так и бактериями, являющимися условными патогенами, которые обнаруживаются в почве и воде. Последние становятся вирулентными при определенных условиях и поражают рыб при снижении уровня резистентности в следствие переуплотнения посадки, некачественного корма, хендлинга, заражения паразитами, низкого содержания кислорода, неблагоприятных температур или pH, накопления продуктов метаболизма. Все перечисленные факторы снижают устойчивость организма рыб к возбудителям.



В качестве патогенных и условно-патогенных бактерий у рыб согласно Определителю бактерий Берджи, встречаются представители группы 4, родов *Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Moraxella*, *Pseudomonas*; группы 5, подгруппы 1, сем. *Enterobacteriaceae*, *Edwardsiella*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Yersinia*; подгруппы 2, сем. *Vibrionaceae* родов *Aeromonas*, *Plesiomonas*, *Vibrio*; группы 15, подгруппы 1, родов *Cytophaga*, *Flexibacter* и некоторые другие [2].

Инфекционные заболевания относятся к наиболее опасным болезням рыб и сопровождаются большими потерями рыбопродукции. Данная проблема существует не только в Республике Беларусь, но и в других странах, занимающихся аквакультурой. Поэтому защита рыб от бактериальных заболеваний является актуальным вопросом ихтиопатологической науки [3–6].

В последние годы все чаще у рыб возникают смешанные инфекции, обусловленные ассоциацией микроорганизмов, что осложняет не только диагностику заболевания, но и разработку эффективных мер лечения. Основной проблемой ихтиопатологии последних лет является широкое распространение резистентных форм условно-патогенных и патогенных микроорганизмов и снижение эффективности ряда антибиотиков. Заражение возбудителями, имеющими множественную устойчивость к антибиотикам, приводит к тому, что заболевание протекает в более тяжелой форме, нередко со смертельным исходом, а борьба с подобными болезнями обходится значительно дороже.

Игнорирование вопросов, связанных с возникновением резистентных форм этиологических агентов бактериальных болезней рыб, рано или поздно приведёт рыбоводное хозяйство к большим проблемам. Для того, чтобы избежать их, необходимо проводить регулярный микробиологический контроль уровня чувствительности выделяемых возбудителей к применяемым антибиотикам. Это поможет рационализировать применение антибиотиков при бактериальных заболеваниях рыб.

Однако, избежать применения антибактериальных средств, в т.ч. антибиотиков зачастую не представляется возможным. Известно, что химиопрепараты имеют свойство накапливаться (аккумулироваться) в тканях рыбы. Кумулятивное действие лекарственных препаратов может вызвать патологические изменения в рыбе и нанести вред здоровью человека.

Использование антибиотиков в аквакультуре с позиций безопасности пищевых продуктов становится все большей проблемой для сельско-



го хозяйства и здравоохранения во всем мире. В современном товарном выращивании объектов аквакультуры антибиотики применяются не только в терапевтических целях, но и для профилактики заболеваний, а также в качестве стимуляторов роста. В связи с этим большое количество здоровых водных животных систематически или часто получают антибиотики. С продукцией аквакультуры в организм человека, а также с отходами производства в окружающую среду антибиотики поступают в концентрациях, вызывающих нарушения физиологических процессов в макроорганизмах, микробный дисбаланс, возникновение, распространение и сохранение резистентных бактерий, которые вызывают массовые инфекционные заболевания у животных и человека. В связи с использованием во многих странах мира антибиотиков в аквакультуре и большими масштабами международной торговли ее продукцией устойчивость бактерий в мире прогрессирует, что может привести к состоянию, приближенному к доантибиотиковому периоду.

Гибель или стабилизация развития возбудителя инфекционного заболевания возможны только при условии наличия его чувствительности к применяемому антибиотику. Чувствительность микроорганизмов к антибиотикам — это свойство микроорганизмов реагировать на действие препаратов приостановкой размножения или гибелью. Каждый вид бактерий или близкая группа видов имеют характерный спектр и уровень природной чувствительности по отношению к определенному или группе антибиотиков. Мерой чувствительности бактерий является минимальная концентрация антибиотика (мкг, ЕД), которая подавляет рост микробов на питательных средах в стандартных условиях постановки опыта.

В результате широкого использования антибиотиков бактерии эволюционировали и приобретали устойчивость к их действию (*antibioticresistance*), поэтому многие вещества, ранее угнетавшие развитие определенных видов микробов, больше не оказывают желаемого эффекта. Паспортизированный (установленный при разработке препарата) спектр антимикробной эффективности каждого антибиотика со временем в процессе его широкой эксплуатации существенно изменяется. Использование таких малоэффективных антибиотических препаратов в медицине, сельском хозяйстве и аквакультуре привело к появлению в природе и среди патогенных микроорганизмов множественных антибиотикоустойчивых видов, некоторые из них даже приобрели способность размножаться в присутствии антибиотиков.



Для получения наиболее эффективного лечения и профилактики бактериальных болезней необходимо установить фактическую чувствительность возбудителя. Чаще всего это невозможно осуществить, так как в первую очередь необходимы правильная постановка диагноза болезни, выделение возбудителя в чистом виде и определение его чувствительности. Поэтому при производстве антибиотиков, как правило, устанавливается чувствительность к ним различных видов бактерий и в инструкции по их применению приводятся антибиотикограммы, с учетом которых необходимо применять препараты в качестве лечебных или профилактических средств [1].

Неправильно выбранный антибиотик, губительно действуя на один вид бактерий, способствует размножению другого условно-патогенного штамма, что может вызвать рецидив болезни после временной ремиссии. Поэтому для более эффективного применения препаратов обязательно следует проводить определение к ним чувствительности доминирующих в данной патологии штаммов бактерий, а после антибиотикотерапии целесообразно провести курс скармливания комплекса витаминов или пробиотика для повышения иммунно-физиологического статуса и ускорения выздоровления рыб [7].

Широкое применение антибиотиков и химиопрепаратов для профилактики и борьбы с бактериальными болезнями в рыбоводных хозяйствах привело к возникновению таких проблем, как лекарственная сопротивляемость, накопление антибиотиков и химиопрепаратов в тканях и иммуносупрессия. Если антибиотики используются в самых низких возможных дозах, по экономическим причинам, а также с целью избежать побочных эффектов и снизить воздействие на окружающую среду, сопротивление патогенов к действию антибиотиков увеличивается. В последние годы использование некоторых антибиотиков было запрещено в ряде стран вследствие серьезной экологической опасности, а также некоторого канцерогенного эффекта, вызываемого ими у многих видов рыб. Кроме того, антибиотики могут вызвать угнетение полезной микрофлоры, которая обычно присутствует в пищеварительном тракте рыб.

В связи с этим в настоящее время применение антибиотиков должно идти по рациональному пути и под строгим контролем антибиотикочувствительности патогенной и условно-патогенной микрофлоры, выделяемой от рыб.



Цель работы — определить и проанализировать чувствительность микрофлоры осетровых видов рыб к антибиотикам, применяемым в рыбном хозяйстве на территории Беларуси.

Материалы и методы. Материал для исследования взят в рыбоводных организациях Республики Беларусь в 2020–2022 гг. Было отобрано 175 проб биологического материала (печень, почки, селезенка, кровь, содержимое язв, экссудат, икра). Исследование антибиотичувствительности проводили для 81 изолята микроорганизмов.

Посевы из внутренних органов, крови, содержимого язв, икры, экссудата (при его наличии) рыб производили по классической методике на твердую питательную среду (мясопептонный агар — МПА). После инкубирования посевов в термостате при 30–32 °С в течение 24–48 ч изучали их морфологию. Видовую принадлежность бактерий определяли при помощи определителя Берджи [8], тест-систем Api 20 E, Api Staph, Api Strep и теста на оксидазную активность (OXI-test, Lachema). Дальнейшие микробиологические исследования проводили по общепринятым методикам [9–13].

Чувствительность выделенных штаммов к антибиотикам исследовали стандартным диско-диффузионным методом. Для этого использовали набор дисков НД-ПМП-1 (ципрофлоксацин, неомицин, левофлоксацин, энрофлоксацин, рифампицин) предназначенный для определения чувствительности возбудителей разных заболеваний, выделенных из патологического материала, к различным противомикробным препаратам, применяемым для лечения.

Метод основан на определении диаметра зоны подавления роста культур при воздействии соответствующего противомикробного препарата. Определение проводили после посева испытуемых штаммов на мясопептонный агар, на поверхность которого наносили различные диски с соответствующими противомикробными лекарственными средствами. Диаметр зоны учитывали по полному подавлению роста микроорганизмов, определяемому визуально. Диаметры зон измеряли с точностью до 1 мм при помощи линейки.

Инокулят готовили из чистой 20-часовой культуры бактерий, выросшей на поверхности плотной питательной среды. Для этого 4–5 изолированных колоний суспендировали в жидкой питательной среде или физиологическом растворе. Концентрацию суспензии из агаровой культуры устанавливали по стандарту мутности 0,5 по Мак Фарланду, соответствующему $1,5 \times 10^8$ КОЕ/мл.



Инокулят сразу после приготовления наносили на поверхность агаровой среды стерильной пипеткой для переноса жидкостей, поворачивая чашку Петри на 60°, чтобы получить как можно более равномерный газон. Чашки с нанесенным инокулятом оставляли при комнатной температуре (+ 18–25 °C) на 15 мин для абсорбции инокулята.

Диски с помощью пинцета накладывали на поверхность зараженной питательной среды не позднее, чем через 15 мин после инокуляции на одинаковом расстоянии один от другого (~30 мм) и на расстоянии ~20 мм от края чашки. На одну чашку помещали 5 дисков, пропитанных различными антибиотиками. Инкубировали чашки с культурой и дисками в течение 18–24 ч при температуре +32–35 °C перевернутыми вверх дном. Оценку результатов проводили по табл. 1, которые содержат пограничные значения диаметров зон подавления роста для устойчивых, промежуточных и чувствительных штаммов.

Таблица 1. Интерпретация значений диаметров зон подавления роста при определении чувствительности к противомикробным препаратам микроорганизмов с обычными питательными потребностями

Table 1. Interpretation of inhibition zone diameters for antimicrobial susceptibility testing of microorganisms with normal nutritional requirements

Наименование дисков с препаратами	Содержание препарата в диске, мкг	Диаметры зон для культур, мм		
		Устойчивых	Промежуточных	Чувствительных
Левифлоксацин	5	≤13	14–16	≥17
Неомицин	30	≤12	13–16	≥17
Офлоксацин	5	≤12	13–15	≥16
Рифампицин	5	≤16	17–19	≥20
Ципрофлоксацин	5	≤15	16–20	≥21
Энрофлоксацин	5	≤17	18–21	≥22

Результаты и обсуждение. Для борьбы с бактериальными инфекциями рыб широко применяются классические антибиотики. В Республике Беларусь разрешены для использования в рыбоводных организациях такие препараты, как: неомицин, энрофлоксацин, левофлоксацин, рифампицин, ципрофлоксацин. Необходим постоянный мониторинг чувствительности этиологических агентов бактериальных болезней рыб к применяемым антибиотикам, в связи с тем, что эффективность указанных препаратов со временем снижается, в следствие появления резистентных форм возбудителей.



Проведено исследование антибиотикочувствительности 81 штамма бактерий, из которых 55 представители палочковидной микрофлоры, 26 — кокки. Результаты исследования антибиотикочувствительности выделенных микроорганизмов представлены в табл. 2.

Таблица 2. Чувствительность исследуемых штаммов микроорганизмов к антибиотикам

Table 2. Sensitivity of the studied strains of microorganisms to antibiotics

№	Морфология бактерий, видовая принадлежность (для идентифицированных)	Чувствительность, зона задержки роста (мм)				
		Энр ¹	Цип ²	Нео ³	Лфл ⁴	Риф ⁵
1	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки (<i>Vibrio vulnificus</i>)	29–30	29–32	21–22	33–34	16–17
2	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки (<i>Aeromonas hydrophila</i>)	24–26	30–32	20–22	27	10–11
3	Оксидазоотрицательные грамотрицательные палочки (<i>Yersinia ruckeri</i>)	28–29	30–32	18–20	26–30	10–11
4	грамотрицательные палочки	28–29	30–32	18–20	26–30	10–11
5	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки	23	25	20	27	17
6	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки (<i>Vibrio fluvialis</i>)	28–29	30–31	18–20	28–30	15
7	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки	29–30	34	12–13	32–36	18–20
8	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки	30	30–32	18–20	28–32	10–11
9	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки	26–38	28–40	н/и	26–34	9–10
10	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки (<i>Aeromonas salmonicida</i>)	28–30	28–30	23–24	30	9
11	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки (<i>Aeromonas hydrophila</i>)	41	47	33–34	48	20–21
12	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки (<i>Rhizobium radiobacter</i>)	30–32	32	20–22	32	9–10



Продолжение табл. 2

№	Морфология бактерий, видовая принадлежность (для идентифицированных)	Чувствительность, зона задержки роста (мм)				
		Энр ¹	Цип ²	Нео ³	Лфц ⁴	Риф ⁵
13	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки (<i>Aeromonas hydrophila</i>)	32–34	30–36	22–24	30–36	10–11
14	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки (<i>Aeromonas hydrophila</i>)	24–26	26–28	24–26	30–32	19–20
15	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки (<i>Non-fermenter spp.</i>)	41	35	34	40	45
16	Оксидазоотрицательные грамотрицательные палочки (<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>)	38	34	18	38	16
17	Оксидазоотрицательные грамотрицательные палочки	32	40	26	34	0
18	Оксидазоотрицательные грамотрицательные палочки	28	27	22	30	20
19	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки (<i>Aeromonas finlandensis</i>)	36	34	20	32	18
20	Оксидазоотрицательные грамотрицательные палочки (<i>Lelliottia amnigena</i>)	26	36	25	32	10
21	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки (<i>Aeromonas hydrophila</i>)	32–34	32–34	20–21	34–35	14–15
22	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки	28–30	33–35	22–23	32–34	9–10
23	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки	21	24	28	28	13
24	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки (<i>Aeromonas veronii</i>)	32	33–34	16–20	31–33	14–15
25	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки (<i>Plesiomonas shigelloides</i>)	28	28	22	28–30	11



Продолжение табл. 2

№	Морфология бактерий, видовая принадлежность (для идентифицированных)	Чувствительность, зона задержки роста (мм)				
		Энр ¹	Цип ²	Нео ³	Лфц ⁴	Риф ⁵
26	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки (<i>Plesiomonas shigelloides</i>)	20	27	20	27	11
27	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки (<i>Aeromonas veronii</i>)	15–30	20–31	20–22	21–31	12–13
28	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки (<i>Plesiomonas shigelloides</i>)	20–21	25–30	25–26	30	0
29	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки (<i>Aeromonas veronii</i>)	16–17	19–20	23–24	21–22	14
30	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки	14–15	16	24–26	19–20	0
31	Оксидазоотрицательные грамотрицательные палочки (<i>Enterobacter cloacae</i>)	21–23	23–24	20	21–22	0
32	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки (<i>Kluyvera sp.</i>)	24–25	29–30	20	29–30	0
33	Оксидазоотрицательные грамотрицательные палочки (<i>Citrobacter freundii</i>)	30–31	26–29	21–22	33–34	0
34	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки (<i>Plesiomonas shigelloides</i>)	32	41	24	39	12
35	Оксидазоотрицательные грамотрицательные палочки (<i>Salmonella sp</i>)	0	19–20	22–23	13	0
36	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки (<i>Aeromonas hydrophila</i>)	21–22	24–25	н/и	26–27	10
37	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки (<i>Aeromonas veronii</i>)	14–15	24–25	н/и	22–23	18–19



Продолжение табл. 2

№	Морфология бактерий, видовая принадлежность (для идентифицированных)	Чувствительность, зона задержки роста (мм)				
		Энр ¹	Цип ²	Нео ³	Лфл ⁴	Риф ⁵
38	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки (<i>Shewanella putrefaciens</i>)	29–30	33–34	н/и	32–33	20–21
39	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки (<i>Aeromonas hydrophila</i>)	34–36	40–42	н/и	42–44	15–16
40	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки (<i>Aeromonas hydrophila</i>)	24	26	20	25	11
41	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки (<i>Aeromonas hydrophila</i>)	20	28	19	25	11
42	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки (<i>Chryseobacterium indologenes</i>)	32	36	26	34	35
43	Оксидазоотрицательные грамотрицательные палочки (<i>Citrobacter braakii</i>)	28	34	22	32	9
44	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки (<i>Pseudomonas fluorescens</i>)	24	16	22	24	15
45	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки (<i>Vibrio fluvialis</i>)	0	0	27	0	15
46	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки (<i>Aeromonas veronii</i>)	27	33	35	30	42
47	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки (<i>Aeromonas hydrophila</i>)	22	26	22	28	22
48	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки (<i>Pseudomonas synxantha</i>)	26–28	36	24–26	34–36	0
49	Оксидазоотрицательные грамположительные палочки	30	30	24	35	34



Продолжение табл. 2

№	Морфология бактерий, видовая принадлежность (для идентифицированных)	Чувствительность, зона задержки роста (мм)				
		Энр ¹	Цип ²	Нео ³	Лфц ⁴	Риф ⁵
50	Оксидазоположительные грамположительные палочки (<i>Bacillus safensis</i>)	40	42	30	40	38
51	Оксидазоотрицательные грамположительные палочки	26	28	26	28	30
52	Оксидазоположительные грамположительные палочки	35–37	34–37	н/и	34–37	18
53	Оксидазоположительные грамположительные палочки	32–33	34–35	н/и	32–33	9
54	Оксидазоположительные грамположительные палочки	24	25	25	24	28
55	Оксидазоположительные грамотрицательные палочки (<i>Pseudomonas japonica</i>)	21–22	22–24	24	23	9
56	Оксидазоотрицательные грамотрицательные кокки	22–25	28–30	17–19	32	34–35
57	Оксидазоположительные грамотрицательные кокки	22–23	23–25	22–24	25–26	34
58	Оксидазоположительные грамотрицательные кокки	12–13	17–18	25–27	13–14	25–27
59	Оксидазоположительные грамположительные кокки (<i>Staphylococcus aureus</i>)	24	22	15	22	26
60	Оксидазоотрицательные грамотрицательные кокки	23–24	20–21	21–22	24–25	27–28
61	Оксидазоположительные грамположительные кокки (<i>Lactococcus garveae</i>)	15	18	23	18–20	15
62	Оксидазоположительные грамположительные кокки (<i>Staphylococcus caprae</i>)	24–25	26–27	н/и	27–28	16
63	Оксидазоположительные грамотрицательные кокки	23	24	22	24	0
64	Оксидазоотрицательные грамположительные кокки (<i>Micrococcus sp.</i>)	32	33	22	28	18



Продолжение табл. 2

№	Морфология бактерий, видовая принадлежность (для идентифицированных)	Чувствительность, зона задержки роста (мм)				
		Энр ¹	Цип ²	Нео ³	Лфц ⁴	Риф ⁵
65	Оксидазоотрицательные грамположительные кокки (<i>Staphylococcus warneri</i>)	28–30	33	н/и	34–36	34–36
66	Оксидазоотрицательные грамположительные кокки (<i>Micrococcus sp.</i>)	25–27	30–33	27	28–29	10
67	Оксидазоотрицательные грамположительные кокки	28	26	24	26	20
68	Оксидазоотрицательные грамположительные кокки	28	30	24	28	24
69	Оксидазоотрицательные грамположительные кокки (<i>Aerococcus viridans</i>)	26	26	18	26	20
70	Оксидазоотрицательные грамположительные кокки (<i>Aerococcus sp.</i>)	10	13	18	12	21
71	Оксидазоотрицательные грамположительные кокки (<i>Aerococcus urinae</i>)	21–24	29–30	н/и	28–29	19–20
72	Оксидазоположительные грамположительные кокки	17–18	22	н/и	22	30–31
73	Оксидазоотрицательные грамположительные кокки (<i>Lactococcus lactis</i>)	30	22	28	28	15
74	Оксидазоотрицательные грамположительные кокки (<i>Granulicatella adiacens</i>)	18	15	25	18	20
75	Оксидазоотрицательные грамположительные кокки (<i>Leuconostoc sp.</i>)	22	24	26	22	30
76	Оксидазоотрицательные грамположительные кокки (<i>Leuconostoc sp.</i>)	24	23	28	25	32
77	Оксидазоотрицательные грамположительные кокки (<i>Staphylococcus warneri</i>)	28–29	33	н/и	30–32	33–35



Окончание табл. 2

№	Морфология бактерий, видовая принадлежность (для идентифицированных)	Чувствительность, зона задержки роста (мм)				
		Энр ¹	Цип ²	Нео ³	Лфц ⁴	Риф ⁵
78	Оксидазоотрицательные грамположительные кокки (<i>Aerococcus viridans</i>)	32–34	35–36	н/и	37–38	36
79	Оксидазоположительные грамположительные кокки (<i>Staphylococcus cohnii cohnii</i>)	26–29	34	н/и	34	31–33
80	Оксидазоотрицательные грамположительные кокки (<i>Staphylococcus lentus</i>)	28	25	20	26	30
81	Оксидазоотрицательные грамположительные кокки (<i>Kocuria kristinae</i>)	30	26	28	28	32

Примечание. 1 — энрофлоксацин, 2 — ципрофлоксацин, 3 — неомицин, 4 — левофлоксацин, 5 — рифампицин, н/и — не исследовали

Как видно из табл. 2, чаще всего количественные показатели (мм зоны задержки роста) антибиотикочувствительности имеют определенные тенденции в зависимости от морфологии бактерии и ее видовой принадлежности. Так, оксидазоположительные грамотрицательные условно-патогенные палочки р. *Aeromonas* и *Vibrio*, показывают высокую/среднюю чувствительность к антибиотикам фторхинолонового ряда, таким как ципрофлоксацин, энрофлоксацин, левофлоксацин, и неомицину. Однако условно-патогенные бактерии р. *Pseudomonas* чаще высокочувствительны к неомицину и среднечувствительны к фторхинолонам. Микроорганизмы указанных родов имели промежуточную чувствительность либо устойчивость к антибиотику рифампицин.

Так же в ходе выполнения исследований некоторые штаммы палочковидных бактерий показывали не свойственную антибиотикочувствительность с абсолютным отсутствием зон задержки роста, т.е. устойчивость к одному или нескольким антибактериальным препаратам. Это явление возможно в следствие нерациональной антибиотикотерапии, т.е. лечением бактериальной инфекции рыб одним (в некоторых случаях несколькими) антибиотиком без исследования чувствительности возбудителей к применяемым препаратам, что является одной из глав-



ных причин возникновения множественной устойчивости этиологических агентов бактериальных болезней рыб к антибиотикам.

По результатам исследований, представленным в табл. 2 видно, что 11 штаммов палочковидных бактерий имели высокую чувствительность ко всем исследуемым антибиотикам. Среди них было три штамма аэромонад (два штамма *Aeromonas hydrophila* и один штамм *Aeromonas veronii*), *Shewanella putrefaciens*, *Chryseobacterium indologenes*, *Bacillus safensis*, и 5 штаммов палочек разной оксидазной активности и грампринадлежности. Наряду с этим 35 штаммов исследуемых палочковидных бактерий имели показатели устойчивости по одному антибиотику (в 97 % (34 штамма) случаев к рифампицину, 3 % — к неомецину). Два штамма оксидазоположительных грамотрицательных палочек, один из которых *Aeromonas veronii*, показали устойчивость одновременно к двум препаратам: рифампицин и энрофлоксацин. Бактерии р. *Salmonella* (сомнительный профиль идентификации) показали устойчивость к трем препаратам: рифампицин, энрофлоксацин и левофлоксацин. Один штамм оксидазоположительных грамотрицательных палочек имел чувствительность только к неомецину и оказался устойчив к действию рифампицина, левофлоксацина, ципрофлоксацина и энрофлоксацина.

Представители кокковой микрофлоры имели отличающиеся от палочек показатели чувствительности. Так, 13 штаммов (50 % от всех исследуемых кокков), включая кокки различной оксидазной активности и грампринадлежности среди которых были *Staphylococcus warneri*, *Aerococcus viridans*, *Leuconostoc sp.*, *Staphylococcus cohnii cohnii*, *Staphylococcus lentus*, *Kocuria kristinae*, показали высокую чувствительность ко всем исследуемым антибиотикам. У пяти штаммов кокков таких, как *Staphylococcus caprae*, *Micrococcus sp.*, *Lactococcus lactis*, наблюдалась устойчивость к одному антибиотику (у 80 % — к рифампицину, 20 % — к ципрофлоксацину), у двух штаммов кокков разной грампринадлежности, один из которых *Lactococcus garveae*, наблюдалась устойчивость к двум антибиотикам (энрофлоксацин/левофлоксацин, энрофлоксацин/рифампицин). У одного штамма *Aerococcus sp.* наблюдалась устойчивость к энрофлоксацину, ципрофлоксацину и левофлоксацину (антибиотики фторхинолового ряда).

Для оценки общего уровня чувствительности все исследуемые бактерии были разделены на группы: грамотрицательные палочки (49 штаммов), грамположительные палочки (6 штаммов), бактерии р.



Aeromonas (17 штаммов, входят в группу грамотрицательных палочек и вынесены также отдельной группой как наиболее часто встречаемые бактерии в биологических пробах от рыб), группа палочковидных бактерий (55 штаммов, включает результаты чувствительности грамотрицательных и грамположительных палочек), грамположительные кокки (21 штамм), грамотрицательные кокки (5 штаммов), кокки (26 штаммов, включает результаты чувствительности грамотрицательных и грамположительных кокков). Следует отметить, что этиологическими агентами бактериальных болезней являются грамотрицательные палочки и грамположительные кокки. Положительные по Граму палочки, как и отрицательные по Граму кокки являются нормальной микрофлорой и реже выделяются при микробиологических исследованиях. Однако их антибиотикочувствительность была также проанализирована, чтобы показать, как ведет себя нормальная микрофлора при воздействии того или иного препарата на условно-патогенные и патогенные штаммы микроорганизмов.

В табл. 3 представлен результат (%) антибиотикочувствительности по ранжированию размеров зон задержки роста бактерий по каждой группе микроорганизмов. Уровень чувствительности интерпретировали в соответствии с табл. 1 и рассчитывали процентное соотношение штаммов группы, имеющих чувствительность (высокую), промежуточную чувствительность (среднюю), устойчивость к каждому из исследуемых антибиотиков.

По результатам ранжирования можно сделать вывод о том, что все исследуемые бактерии р. *Aeromonas* чувствительны к неомицину и левофлоксацину, 94,1 % аэромонад чувствителен также к ципрофлоксацину, 76,5 % — к энрофлоксацину. К рифампицину устойчивы 64,7 % бактерий р. *Aeromonas*, что указывает на тенденцию снижения чувствительности к данному препарату и он редко является препаратом выбора в борьбе с инфекционными болезнями, вызванными аэромонадами. Группа грамотрицательных палочек, в структуре которых также находятся аэромонады, показала еще большую устойчивость к рифампицину, которая составила 75,5 %, т.е. среди исследуемых грамотрицательных палочек 75,5 % показали устойчивость к данному препарату. Уровень чувствительности грамположительных палочек характеризовался как высокий по всем антибиотикам, кроме рифампицина (66,7 %), и составил 100 % к энрофлоксацину, ципрофлоксацину, левофлоксацину и неомицину. Показатель устойчивости к рифампицину, по сравне-



нию с грамотрицательными палочками, имеет более низкое значение и составил 16,65 % от всех исследуемых грамположительных палочек.

Таблица 3. Антибиотикочувствительность бактерий по ранжированию размера зоны задержки роста
Table 3. Antibiotic sensitivity of bacteria by ranking the size of the zone of growth inhibition

Группа микроорганизмов	Уровень чувствительности	Показатель чувствительности группы, %				
		Энр	Цип	Нео	Лфц	Риф
Бактерии рода <i>Aeromonas</i>	Чувствительные	76,5	94,1	100	100	17,65
	Промежуточные	11,75	5,9	0	0	17,65
	Резистентные	11,75	0	0	0	64,7
Грамотрицательные палочки	Чувствительные	77,6	89,7	97,7	95,9	14,3
	Промежуточные	12,2	8,1	0	0	10,2
	Резистентные	10,2	2	2,3	4,1	75,5
Грамположительные палочки	Чувствительные	100	100	100	100	66,7
	Промежуточные	0	0	0	0	16,65
	Резистентные	0	0	0	0	16,65
Палочковидные бактерии	Чувствительные	80	90,9	98	96,4	20
	Промежуточные	10,9	7,3	0	0	10,9
	Резистентные	9,1	1,8	2	3,6	69,1
Грамотрицательные кокки	Чувствительные	80	60	100	80	80
	Промежуточные	0	40	0	0	0
	Резистентные	20	0	0	20	20
Грамположительные кокки	Чувствительные	85,7	85,7	94,1	95,3	71,2
	Промежуточные	4,7	4,7	5,9	0	9,6
	Резистентные	9,6	9,6	0	4,7	19,2
Кокки	Чувствительные	84,6	80,75	94,8	92,3	73,1
	Промежуточные	3,85	11,55	5,2	0	7,7
	Резистентные	11,55	7,7	0	7,7	19,2

Примечание. Данные в таблице приведены в % соотношении от всех исследуемых штаммов в каждой группе микроорганизмов.

Из 55 штаммов палочковидных бактерий 80 % были чувствительны к энрофлоксацину, 90,9 % — к ципрофлоксацину, 96,4 % — к левофлоксацину, 98 % — к неомицину, 20 % — к рифампицину. Промежуточная чувствительность была на уровне 10,9 % — к энрофлоксацину и рифампицину, 7,3 % — к ципрофлоксацину. Отсутствие чувствительности



наблюдалось у 9,1 % штаммов к энрофлоксацину, 1,8 % — к ципрофлоксацину, 2 % — к неомицину, 3,6 % — к левофлоксацину, 69,1 % — к рифампицину.

По результатам ранжирования уровня чувствительности кокковой микрофлоры установлено, что антибиотикочувствительность грамотрицательных и грамположительных групп кокков имеет некоторые отличия. Чувствительность к энрофлоксацину составила от 80 % у грамотрицательных кокков до 85,7 % у грамположительных кокков, к ципрофлоксацину — от 60 % у грамотрицательных кокков до 85,7 % у грамположительных кокков, к неомицину — от 94,1 % у грамположительных кокков до 100 % у грамотрицательных кокков, к левофлоксацину — от 80 % у грамотрицательных кокков до 95,3 % у грамположительных кокков, к рифампицину — от 71,2 % у грамположительных кокков до 80 % у грамотрицательных кокков. У представителей кокковой микрофлоры не наблюдалось высоких показателей устойчивости к рифампицину, в сравнении с палочковидными бактериями.

Из 26 штаммов кокков 84,6 % были чувствительны к энрофлоксацину, 80,75 % — к ципрофлоксацину, 92,3 % — к левофлоксацину, 94,8 % — к неомицину. Промежуточная чувствительность была на уровне 3,85 % к энрофлоксацину, 7,7 % — к рифампицину, 11,55 % — к ципрофлоксацину, 5,2 % — к неомицину. Отсутствие чувствительности наблюдалось у 11,55 % штаммов к энрофлоксацину, 7,7 % — к ципрофлоксацину, 7,7 % — к левофлоксацину, 19,2 % — к рифампицину.

Выводы. Исследована чувствительность 81 штамма микроорганизмов (55 штаммов палочковидных бактерий и 26 штаммов кокков) к 5 антимикробным препаратам. Все исследуемые микроорганизмы разделены на группы по морфологическим и тинкториальным признакам. Количественные результаты зон задержек роста бактериальной культуры интерпретированы и ранжированы по степени чувствительности. В результате анализа полученных данных отмечено, что из группы палочковидных бактерий 80 % были чувствительны к энрофлоксацину, 90,9 % — к ципрофлоксацину, 96,4 % — к левофлоксацину, 98 % — к неомицину. Что указывает на высокую чувствительность палочковой флоры к данным препаратам, следовательно, они чаще всего становятся препаратами выбора при терапии инфекционных заболеваний. Однако, отмечены случаи приобретения устойчивости грамотрицательных палочек, в частности бактерий р. *Aeromonas*, к фторхинолонам при неоднократном бесконтрольном их применении без определения чувс-



твительности возбудителя к антибиотикам. Также отмечено возникновение устойчивости исследуемых палочковидных бактерий к рифампицину на уровне 69,1 %. Из группы кокков 84,6 % были чувствительны к энрофлоксацину, 80,75 % — к ципрофлоксацину, 94,8 % — к неомицину, 92,3 % — к левофлоксацину, 73,1 % — к рифампицину. Устойчивость палочковой микрофлоры и кокков к энрофлоксацину находилась примерно на одном уровне и составила 9,1 % и 11,55 % соответственно. А также наблюдалась устойчивость 7,7 % кокков к ципрофлоксацину и левофлоксацину.

При сравнении чувствительности условно—патогенных грамотрицательных палочек р. *Aeromonas* и представителей нормальной микрофлоры (грамположительные палочки и грамотрицательные кокки), можно сделать вывод о совпадении профилей чувствительности по нескольким антибиотикам, которые чаще всего применяются для лечения аэромоноза (фторхинолоны), т.е. данные препараты угнетают рост и патогенной и нормальной микрофлоры. В случае применения рифампицина, чаще всего, рост нормальной микрофлоры будет подавлен больше, чем рост возбудителя бактериоза. Следовательно, применение не подходящего по степени чувствительности патогенной микрофлоры антибиотика, может нанести существенный вред организму рыбы.

Таким образом, исследование чувствительности бактериальных культур, выделенных из биологического материала рыб имеет важное значение в терапии инфекционных заболеваний. Анализ антибиотикочувствительности является ключевым аспектом применения антибиотиков и снижения нерациональной антибиотической нагрузки на микрофлору рыб, что в последующем поможет предотвратить появление бактерий с множественной устойчивостью к антибактериальным препаратам.

Список использованных источников

1. Скурат, Э. К. Пробиотики для профилактики бактериальных инфекций у рыб / Э. К. Скурат, В. А. Сиволоцкая, Т. А. Говор // Рыб. хоз-во. Сер.: Болезни гидробионтов в аквакультуре : аналит. и реф. информ. — 2001. — Вып. 2. — С. 30—32.
2. Долгачева, И. М. Применение тиаминных ванн и субалина как меры по сокращению потерь рыбоводной продукции на лососевых рыбоводных заводах Северо-Запада / И. М. Долгачева // Проблемы охраны здоровья рыб в аквакультуре : сб. тез. докл. науч.-практ. конф., Москва, 21—22 нояб. 2000 г. / Рос. акад. с.-х. наук ; отв. ред. Н. А. Яременко. — М., 2000. — С. 57.



3. Бауэр, О. Н. Болезни прудовых рыб / О. Н. Бауэр, В. А. Мусселиус, Ю. А. Стрелков. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Лег. и пищевая пром-сть, 1981. — 319 с.
4. Антибиотики в объектах аквакультуры и их экологическая значимость. Обзор / Л. В. Шульгина [и др.] // Изв. ТИНРО. — 2015. — Т. 181. — С. 216–230.
5. Проблема экологической безопасности лечебных и профилактических мероприятий в рыбоводстве / Л. Н. Юхименко [и др.] // Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию Моск. рыбовод.-мелиорат. опыт. ст. и 25-летию ее реорганизации в ГНУ ВНИИР : в 3 т. / Всерос. науч.-исслед. ин-т ирригац. рыбоводства ; [отв. ред. Г. Е. Серветник]. — М., 2005. — Т. 2. — С. 344–345.
6. Юхименко, Л. Н. Бактериальные болезни рыб / Л. Н. Юхименко // Ихтиопатология : учебник / Н. А. Головина [и др.] ; под ред. Н. А. Головиной, О. Н. Бауера. — М., 2003. — Гл. 6. — С. 133–172.
7. Современные представления о механизмах лечебно-профилактического действия пробиотиков из бактерий рода *Bacillus* / В. В. Смирнов [и др.] // Микробиол. журн. — 1993. — Т. 55, № 4. — С. 92–112.
8. Род *Bacillus* / Р. Беркли [и др.] // Определитель бактерий Берджи : в 2 т. / Р. Беркли [и др.]. — М., 1997. — Т. 2 / под ред. Дж. Хоулта [и др.]. — С. 567–568.
9. Методы общей бактериологии : учеб.-метод. пособие / Д. А. Васильев [и др.]. — Ульяновск : Ульян. ГСХА, 2003. — 130 с.
10. Методические указания по лабораторной диагностике псевдомонозов рыб : утв. Госагропромом СССР 12.06.1986, № 432-5. — М., 1986. — 12 с.
11. Юхименко, Л. Н., Современное состояние проблемы аэромоноза рыб / Л. Н. Юхименко, Г. С. Койдан // Болезни рыб : информ. пакет. — М., 1997. — Вып. 2. — С. 1–9. — (Рыбное хозяйство. Сер.: Аквакультура / Всерос. науч.-исслед. и проект.-конструк. ин-т экономики, информ. и автоматизир. систем упр.).
12. Временные рекомендации по выделению и идентификации аэромонад / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т прудового рыб. хоз-ва ; разработ.: Л. Н. Юхименко, В. Ф. Викторова, Й. Фаркаш. — М. : [б. и.], 1987. — 14 с.
13. Методические указания по диагностике, профилактике и лечению бактериальных инфекций (аэромоноз, псевдомоноз) у растительноядных рыб : утв. Гл. упр. ветеринарии М-ва сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь 16.02.2005. — Минск, 2005. — 8 с.

Referents

1. Skurat E. K., Sivolotskaya V. A., Govor T. A. Probiotics for the prevention of bacterial infections in fish. *Rybnoe khozyaistvo. Seriya: Bolezni gidrobiontov v akvakul'ture* [Fisheries. Series: Diseases of Aquatic Organisms in Aquaculture], 2001, iss. 2, pp. 30–32 (in Russian).



2. Dolgacheva I. M. The use of thiamine baths and subalin as a measure to reduce the loss of fish products at salmon fish hatcheries of the North-West. *Problemy okhrany zdorov'ya ryb v akvakul'ture: sbornik tezisov dokladov nauchno-prakticheskoi konferentsii, Moskva, 21–22 noyabrya 2000 g.* [Problems of fish health in aquaculture: a collection of abstracts of scientific and practical conference reports, Moscow, November 21–22, 2000]. Moscow, 2000, p. 57 (in Russian).
3. Bauer O. N., Musselius V. A., Strelkov Yu. A. *Diseases of pond fishes*. 2nd ed. Moscow, Legkaya i pishchevaya promyshlennost' Publ., 1981. 319 p. (in Russian).
4. Shulgina L. V., Yakush E. V., Shulgin Yu. P., Shenderyuk V. V., Chukalova N. N., Baholdina L. P. Antibiotics in aquaculture and their ecological significance. A review. *Izvestiya TINRO*, 2015, vol. 18, pp. 216–228 (in Russian).
5. Yukhimenko L. N., Bychkova L. I., Gavrilin K. V., Trifonova E. S. The problem of ecological safety of therapeutic and preventive measures in fish farming. *Akvakul'tura i integrirovannye tekhnologii: problemy i vozmozhnosti: materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 60-letiyu Moskovskoi rybovodno-meliorativnoi opytnoi stantsii i 25-letiyu ee reorganizatsii v GNU VNIIR = Aquaculture and integrated technologies: problems and possibilities: proceedings of the International scientific-practical conference, dedicated to the 60th anniversary of the Moscow fish-breeding and reclamation experimental station and the 25th anniversary of its reorganization into the VNIIR*. Moscow, 2005, vol. 2, pp. 344–345 (in Russian).
6. Yukhimenko L. N. Bacterial diseases of fish. *Ichthyopathology*, ed. Golovina N. A., Bauer O. N. Moscow, 2003, pp. 133–172 (in Russian).
7. Smirnov V. V., Reznik S. R., Vyunitskaya V. A., Sorokulova I. B., Samgorodskaya N. V., Tofan A. V. Modern ideas on mechanisms of treatment-prophylactic action of probiotics from bacteria *Bacillus* genus. *Mikrobiologichnyi zhurnal = Mikrobiologichny Zhurnal*, 1993, vol. 55, no. 4, pp. 92–112 (in Russian).
8. Berkeley R. (et al.). The genus *Bacillus*. *Bergey's manual of systematic bacteriology*. Vol. 2. Moscow, 1997, pp. 567–568 (in Russian).
9. Vasil'ev D. A., Shcherbakov A. A., Karpunina L. V., Zolotukhin S. N., Shvidenko I. G. *Methods of general bacteriology*. Ulyanovsk, Ulyanovsk State Agricultural Academy, 2003. 130 p. (in Russian).
10. *Guidelines for the laboratory diagnosis of fish pseudomonoses: approved Gosagroprom of the USSR 06/12/1986, no. 432-5*. Moscow, 1986. 12 p. (in Russian).
11. Yukhimenko L. N., Koidan G. S. The current state of the problem of fish aeromonosis. *Bolezni ryb: informatsionnyi paket* [Fish diseases: information package]. Moscow, 1997, iss. 2, pp. 1–9 (in Russian).
12. Yukhimenko L. N., Viktorova V. F., Farkash I. *Temporary recommendations for the isolation and identification of aeromonads*. Moscow, 1987. 14 p. (in Russian).
13. *Guidelines for the diagnosis, prevention and treatment of bacterial infections (aeromonosis, pseudomonosis) in herbivorous fish: approved by the Main Department of Veterinary Medicine of the Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Belarus on February 16, 2005*. Minsk, 2005. 8 p. (in Russian).



Сведения об авторах

Максимьюк Евгения Владимировна — научный сотрудник, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно—практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенёва, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E—mail: jenya_maksimjuk@mail.ru

Information about authors

Maksimyyuk Evgenia — Researcher, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: jenya_maksimjuk@mail.ru



Правила для авторов

Редакция сборника научных трудов «Вопросы рыбного хозяйства» просит авторов руководствоваться приведенными ниже правилами.

I. Статьи о результатах работ, проведенных в научных учреждениях, должны иметь разрешение на опубликование (сопроводительное письмо ректората или дирекции соответствующего института либо выписку из протокола заседания ученого совета, отдела или кафедры, а также акт экспертизы).

II. Статья предоставляется в редакцию в двух экземплярах на белорусском, русском или английском языках; шрифт — Times New Roman, кегль — 11; межстрочный интервал — 1,5. В тексте не допускаются рукописные вставки и вклейки. Статья должна быть подписана всеми авторами. Приветствуются публикации статей на английском языке как белорусских авторов, так и из других стран, а также в соавторстве с представителями зарубежных научных центров.

III. Статья должна иметь следующую структуру:

1. Индекс по Универсальной десятичной классификации (УДК);

- ♦ инициалы и фамилии авторов;
- ♦ полное наименование учреждений, где работают авторы, с указанием города и страны;
- ♦ название статьи.

2. Аннотация (авторское резюме) объемом 150–250 слов должна кратко представлять результаты работы и быть понятной, в том числе и в отрыве от основного текста статьи; должна быть информативной, хорошо структурированной (один из вариантов написания аннотации — краткое повторение структуры статьи, включающее введение, цели и задачи, методы, результаты, заключение или выводы).

3. Ключевые слова — набор слов, отражающих содержание текста в терминах объекта, научной отрасли и методов исследования; рекомендуемое количество ключевых слов 5–10.

4. Затем метатекстовые данные (все то, что предшествует основному тексту статьи) приводятся *на английском языке*, причем аннотация должна быть оригинальной (т. е. не являться дословным переводом русскоязычной (белорусскоязычной) аннотации). Если статья англоязычная — вышеуказанные данные приводятся на русском (белорусском) языке.

5. Основной текст статьи должен составлять 10–16 с. (т. е. 40 тыс. знаков); в этот объем также входят таблицы и рисунки, общее число которых



не должно превышать 10. Изложенный материал должен быть четко структурированным: введение, цели и задачи, методы, результаты, заключение (выводы). Во введении рекомендуется приводить развернутый или краткий обзор новейших мировых достижений по заявленной тематике, опубликованных в изданиях, индексируемых в международных базах данных, таких как Scopus, Web of Science, со ссылками на них в списке использованных источников, а также указывать на оригинальность исследования. В русско- и белорусскоязычных статьях подрисуночные подписи следует делать на двух языках — *русском (белорусском)* и *английском*, надписи на самих иллюстрациях рекомендуется переводить.

6. Список использованных источников на русском (белорусском) языке оформляется в соответствии с требованиями Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь (ГОСТ 7.1-2003). Цитируемая литература приводится общим списком по мере упоминания, ссылки в тексте даются порядковым номером в квадратных скобках (напр., [1]); ссылки на неопубликованные работы не допускаются).

7. Затем приводится список цитированных источников *в романском алфавите* («References») со следующей структурой: авторы (транслитерация), название статьи в транслитерированном варианте [перевод названия статьи на английский язык в квадратных скобках], название русскоязычного источника (транслитерация) [перевод названия источника на английский язык], выходные данные с обозначениями на английском языке. Транслитерация русскоязычных названий выполняется согласно стандарту BSI (<https://translit.net/ru/bsi>).

Примеры подготовлены по материалам методических рекомендаций «Редакционная подготовка научных журналов для включения в зарубежные индексы цитирования» О. В. Кирилловой (http://elsevierscience.ru/files/kirilova_editorial.pdf).

♦ **Статьи из журналов:**

Zagurenko A.G., Korotovskikh V.A., Kolesnikov A.A., Timonov A.V., Kardymon D.V. Tekhniko-ekonomicheskaya optimizatsiya dizaina gidrorazryva plasta [*Techno-economic optimization of the design of hydraulic fracturing*]. Neftyanoe khozyaistvo = Oil Industry, 2008, no.11, pp. 54-57 (in Russian).

♦ **Описание статьи из электронного источника:**

Swaminathan V., Lepkoswka-White E., Rao B.P. *Browsers or buyers in cyberspace? An investigation of electronic factors influencing electronic exchange*. Journal of Computer-Mediated Communication, 1999, vol. 5, no. 2. Available at: <http://www.ascusc.org/jcmc/vol5/issue2/> (Accessed 28 April 2011).



- ♦ **Описание статьи с DOI (DOI указывается в обоих списках источников):**

Zhang Z., Zhu D. *Experimental research on the localized electrochemical micromachining*. *Russian Journal of Electrochemistry*, 2008, vol. 44, no. 8, pp. 926-930. <https://doi.org/10.1134/S1023193508080077>.

- ♦ **Описание статьи из продолжающегося издания (сборника трудов):**

Astakhov M. V., Tagantsev T. V. Eksperimental'noe issledovanie prochnosti soedinenii «stal'-kompozit» [*Experimental study of the strength of joints "steel-composite"*]. Trudy MG TU «Matematicheskoe modelirovanie slozhnykh tekhnicheskikh sistem» [*Proc. of the Bauman MSTU "Mathematical Modeling of Complex Technical Systems"*], 2006, no. 593, pp. 125-130 (in Russian).

- ♦ **Описание материалов конференций:**

Usmanov T. S., Gusmanov A. A., Mullagalin I. Z., Muhametshina R. Ju., Chervyakova A. N., Sveshnikov A. V. Osobennosti proektirovaniya razrabotki mestorozhdeniy s primeneniem gidrorazryva plasta [*Features of the design of field development with the use of hydraulic fracturing*]. Trudy 6 Mezhdunarodnogo Simpoziuma "Novye resursosberegayushchie tekhnologii nedropol'zovaniya i povysheniya neftegazootdachi" [*Proc. 6th Int. Symp. "New energy saving subsoil technologies and the increasing of the oil and gas impact"*]. Moscow, 2007, pp. 267-272 (in Russian).

- ♦ **Описание книги (монографии, сборники):**

Izvekov V. I., Serikhin N. A., Abramov A. I. Proektirovanie turbogeneratorov [*Design of turbo-generators*]. Moscow, MEI Publ., 2005, 440 p. (in Russian).

- ♦ **Описание Интернет-ресурса:**

APA Style (2011). Available at: <http://www.apastyle.org/apa-style-help.aspx> (accessed 5 February 2011).

Pravila Tsitirovaniya Istochnikov (*Rules for the Citing of Sources*) Available at: <http://www.scribd.com/doc/1034528/> (accessed 7 February 2011) (in Russian).

- ♦ **Описание диссертации или автореферата диссертации:**

Semenov V. I. Matematicheskoe modelirovanie plazmy v sisteme kompaktny tor. Diss. dokt. fiz.-mat. nauk [*Mathematical modeling of the plasma in the compact torus. Dr. phys. and math. sci. diss.*]. Moscow, 2003. 272 p.

- ♦ **Нерецензируемые источники (ГОСТ, СТБ, патенты, авторские свидетельства, законодательные акты и т. д.) вносятся в основной текст в круглых скобках либо приводятся в виде подстрочных ссылок.**

8. Если присутствует информация о финансировании (поддержке грантами проектов и т. п.), ее следует давать на русском (белорусском) и



английском языках под заголовками «Благодарности» («Падзякі») и «Acknowledgements».

IV. В конце статьи приводится информация об авторах *на русском и английском языках*. Для каждого автора следует указать фамилию, имя и отчество (полностью), звание, ученую степень, должность, место работы с указанием адреса, контактную информацию (e-mail, ORCID, телефоны).

V. Электронный вариант статьи предоставляется на электронном носителе или присылается по электронной почте в редакцию журнала — domryb@mail.ru. Текст должен быть набран в Word под Windows, формулы — в редакторе MathType. Собственным редактором формул версий Microsoft Office 2007 и выше пользоваться нельзя, так как в редакционно-издательском процессе он не поддерживается. Вставку символов выполнять через меню «Вставка\Символ». Выключку вверх и вниз (C^2 , C_4) выполнять через меню «Формат\Шрифт\Верхний индекс», «Формат\Шрифт\Нижний индекс». Латинские буквы необходимо набирать *курсивом*, греческие — прямо (для набора греческих символов следует пользоваться гарнитурой Symbol). Обозначения математических функций (lim, sup, In, sin, Re, Im и т. п.), символы химических элементов (N, C1) также набираются прямым шрифтом.

VI. Черно-белые и цветные рисунки вставляются в текст статьи (Word), а также даются в виде отдельных файлов в формате jpg (600 точек на дюйм). Желательно также предоставлять их в формате оригинала (Corel, диаграммы в Excel, Origin Pro и т. д.), т. е. в той программе, в которой они выполнены. Текст на рисунках набирается основной гарнитурой, причем начертание символов (греческое, латинское) должно соответствовать их начертанию в тексте. Размер кегля соизмерим с размером рисунка (желательно 8 пунктов). Фотографии предоставляются в виде файлов (tif, jpg, png, eps).

VII. Поступившая в редакцию статья направляется на рецензию, затем визируется членом редколлегии. Основным критерием целесообразности публикации является новизна и информативность статьи. Если по рекомендации рецензента статья возвращается автору на доработку, то переработанная рукопись вновь рассматривается редколлгией. Статьи не по профилю журнала возвращаются авторам после заключения редколлегии.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Агеец В.Ю., Костоусов В.Г., Марцуль О.Н. О результатах рыбохозяйственной деятельности в Республике Беларусь за 2021 год.....	7
---	---

ВОПРОСЫ СЕЛЕКЦИИ И ГЕНЕТИКИ

Агеец В.Ю., Сергеева Т.А., Савичева Е.А., Книга М.В., Крук А.Ю., Вишневская О.Н., Орлов И.А., Войтюк Т.Ф., Сумаревич С.А., Баянков А.С., Таразевич Е.В. Сравнительная рыбохозяйственная характеристика сеголетков двух линий селекционного зеркального карпа четвертого и пятого поколений	22
--	----

Книга М.В., Сергеева Т.А., Орлов И.А., Крук А.Ю., Жмойдяк Д.А. Характеристика фенотипических признаков разновозрастных групп линия	42
---	----

Сенникова В.Д., Пантелей С.Н., Марцуль О.Н., Исаенко М.Н. Экстерьерные показатели производителей черного амура, выращенного в климатических условиях Беларуси.....	56
--	----

Сергеева Т.А. Сравнительная характеристика результатов зимовки младшего ремонта амурского сазана.....	69
--	----

Сергеева Т.А., Крук А.Ю., Книга М.В., Вишневская О.В., Войтюк Т.Ф., Орлов И.А., Сумаревич С.А., Баянков А.С., Кралько С.В. Характеристика биохимического состава тела сеголетков и годовиков кроссов амурского сазана с селекционным белорусским карпом.....	83
--	----

Сергеева Т.А., Орлов И.А., Войтюк Т.Ф., Книга М.В., Крук А.Ю., Красовский С.А., Вишневская О.Н. Воспроизводительные качества самок амурского сазана, выживаемость икры и размерно-весовые показатели личинок сазана и помесей сазана с карпом из белорусского коллекционного стада	100
--	-----

Полетаев А.С. Половая структура и меристическая характеристика популяций карася серебряного белорусских участков рек Днепр и Припять	119
--	-----

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЫБОВОДСТВА

Агеец В.Ю., Кошак Ж.В., Гадлевская Н.Н., Гринько А.Н., Зенович Н.В., Рыбкина Е.Е. Эффективность использования новой ферментной добавки в комбикормах для карпа.....	133
---	-----



Пантелей С.Н., Сенникова В.Д., Исаенко М.Н., Агеенко М.И. Особенности формирования планктонных сообществ малых рыбоводных прудов в зависимости от количественных, видовых и возрастных характеристик формируемой в них ихтиофауны.....	143
Кириллов А.Ф. Параметры ННН-промысла рыб семейства <i>coregonidae</i> в р. Лена (бассейн моря Лаптевых).....	159
Козырь А.В. Определение факторов, влияющих на систему биологической фильтрации в индустриальной аквакультуре, и методы повышения ее эффективности	167

АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОДОЁМОВ

Агеец В.Ю., Воронова Г.П., Литвинова А.Г., Таврыкина О.М., Дашкевич В.К., Ракач С.И., Хотин В.А. Изучение лабораторных многокомпонентных моделей биокомпостов для прудовых экосистем	184
Костоусов В.Г., Апсолихова О.Д., Дегтярик С.М., Сенникова В.Д., Полоз С.В., Беспалый А.А., Ласица В.А. О предварительных результатах выявления причин гибели караса серебряного в водоемах Беларуси	199
Костоусов В.Г., Апсолихова О.Д., Попиначенко Т.И., Баран Т.Л., Ласица В.А. Основные характеристики зимовальных ям рек Днепр и Сож (в пределах территориальных границ Республики Беларусь).....	221
Костоусов В.Г., Апсолихова О.Д., Попиначенко Т.И., Баран Т.Л., Прищепов Г.П., Куницкий Д.Ф. К современному состоянию зимовальных ям рек Неман и Вилия (в пределах территориальных границ Республики Беларусь)	236
Крюк Д.В., Макаревич О.А., Жукова А.А., Адамович Б.В. Популяция <i>Dreissena polymorpha, pallas</i> (1771) озера Баторино с момента вселения до наших дней.....	252
Лещенко А.В., Куницкий Д.Ф., Григорчик А.П., Полетаев А.С., Кардель Е.В. Современное состояние популяций судака озера Дривяты и Богинское	263

УСТОЙЧИВОСТЬ ГИДРОБИОНТОВ И КОНТРОЛЬ НАД ПАТОГЕНАМИ

Агеец В.Ю., Дегтярик С.М., Полоз С.В., Беспалый А.В., Максимьюк Е.В., Гребнева Е.И., Слободницкая Г.В., Говор Т.А. Паразитофауна рыб водных экосистем города Минска и Минского района	283
Максимьюк Е.В. Анализ чувствительности микрофлоры осетровых видов рыб к антибиотикам, разрешенным к применению в рыбоводстве на территории Республики Беларусь	292

CONTENTS

Aheyets U., Kostousov V., Martsul O. On the results of fisheries activities in the Republic of Belarus for 2021	8
--	---

SELECTION ISSUES AND GENETICS

Aheyets U., Sergeeva T., Kruk A., Savicheva E., Kniga M., Vishnevskaya O., Voityuk T., Orlov I., Sumarevich S., Bayankov A., Tarazevich E. Comparative fishery characteristics of underyearlings of two lines of breeding mirror carp of the fourth and fifth generations	23
Kniga M., Sergeeva T., Orlov I., Kruk A., Zmoydyak D. Characterization of phenotypic traits of different age groups of tench	42
Sennikova V., Pantelei S., Martsul O., Isaenko M. Exterior indicators of producers of black amur, grown in the climatic conditions of Belarus.....	57
Sergeeva T. Comparative characteristics of the results of wintering of the junior repair of the amur carp.....	69
Sergeeva T., Kruk A., Kniga M., Vishnevskaya O., Voityuk T., Orlov I., Sumarevich S., Bayankov A., Kralko S. Characteristics of the biochemical composition of the body of fingerlings and yearlings of amur carp (sazan) crosses with breeding belarusian carp.....	84
Sergeeva T., Orlov I., Voytyuk T., Kniga M., Kruk A., Krasovsky S., Vishnevskaya O. Reproductive qualities of amur carp females, caviar survival and size-weight indicators of amur carp larvae and amur carp crossbreeds from the belarusian collection herd.....	101
Poletaev A. Sexual structure and meristic description of goldfish populations from the Dnieper and Pripyat rivers belarusian sections.....	144

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF FISH FARMING

Aheyets U., Koshak J., Hadlevskaya N., Hryenko A., Zenovich N., Rybkina E. Efficiency of the new enzyme additive in carp mixedfeeds	134
Panteley S., Sennikova V., Isaenko M., Ageenko M. Features of the formation of planktonic communities of small fish ponds depending on the quantitative, species and age characteristics of the ichthyofauna formed in them	144
Kirillov A. Parameters of the IUU fishing of <i>coregonidae</i> species in the Lena river (Laptev sea basin).....	160



Kozyr A. Determination of factors affecting the biological filtration system in industrial aquaculture and methods to increase its efficiency	168
--	-----

ASPECTS OF THE ECOLOGY OF INLAND RESERVOIRS

Aheyets U., Voronova G., Litvinova A., Tavrykina O., Dashkevich V., Rakach S., Khotin V. Study of laboratory multi-component models of biocomposts for pond ecosystems	184
Kostousov V., Apsolikhova O., Degtyarik S., Sennikova V., Biaspaly A., Lasitsa V. On preliminary results of revealing the causes of the death of silver carp in water bodies of Belarus	199
Kostousov V., Apsolikhova O., Popinachenko T., Baran T., Lasitsa V. Main characteristics of the winter pit of the Dnepr and Sozh rivers (with the territorial borders of the Republic of Belarus)	221
Kostousov V., Apsolikhova O., Popinachenko T., Baran T., Prishchepov G., Kunitsky D. To the present state of the winter pit of the Neman and Vilia rivers (with the territorial borders of the Republic of Belarus)	237
Kruk D., Makarevich O., Zhukava H., Adamovich B. <i>Dreissena polymorpha pallas</i> (1771) population in lake Batorino from the moment of settlement to the present days	253
Leschenko A., Kunitsky D., Hryhorchyk A., Poletaev A., Kardel E. Current state of pikeperch populations in the Boginskoe and Dryvyaty lakes.....	264

THE RESISTANCE OF HIDROBIONTES AND CONTROL OF PATOGENS

Aheyets U., Dziahtsiaryk S., Polaz S., Biaspaly A., Maksimyuk Y., Hrebneva A., Slabodnitskaya H., Hovar T. Fish parasites fauna in water ecosystems of the Minsk city and the Minsk region	283
Maksimyuk E. Analysis of the sensitivity of the microflora of sturgeon species to antibiotics allowed for use in fish farming in the Republic of Belarus	292

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 38

Компьютерная верстка *А. В. Засулевич*

Подписано в печать 26.12.2022. Формат 60х90/16.
Бумага офсетная. Печать цифровая. Усл. печ. л. 18,72.
Уч.-изд. л. 17,95. Тираж 50 экз. Заказ 665.

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.