УДК 639.3.07.:639.2.052.2

Поступила в редакцию 01.11.2024
Received 01.11.2024

В. Ю. Агеец, В. Г. Костоусов

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

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

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

Ключеные слова: аквакультура, пресноводное рыбоводство, объекты выращивания, динамика производства, проблемные вопросы, научное обеспечение

Uladzimir Yu. Aheyets, Vladimir G. Kostousov

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

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

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

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

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

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

Основные тенденции в развитии мировой пресноводной и отечественной аквакультуры

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

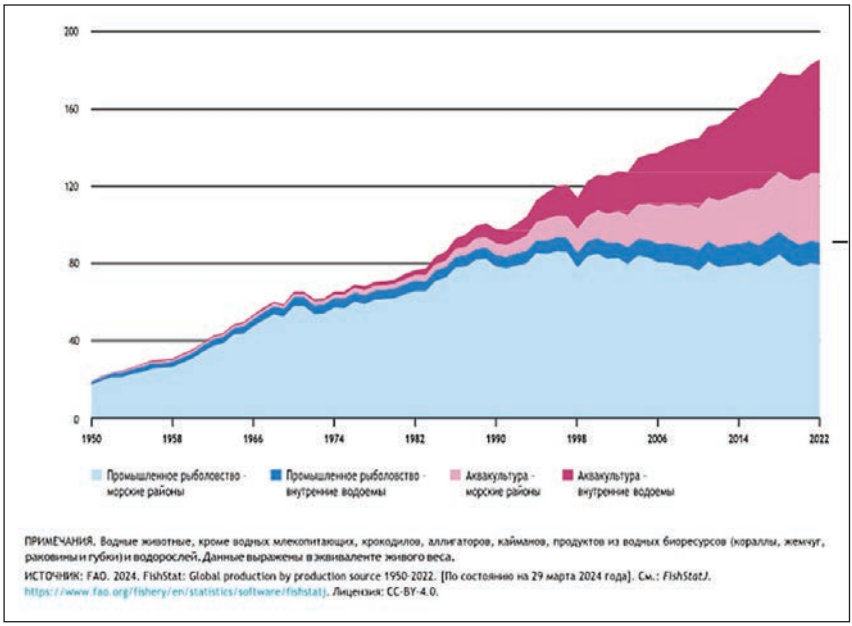

Рис. 1. Производство продукции водных животных в мировом рыболовстве и аквакультуре, млн т
Fig. 1. Production of aquatic animal products in world fisheries and aquaculture, million tons

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

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

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

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

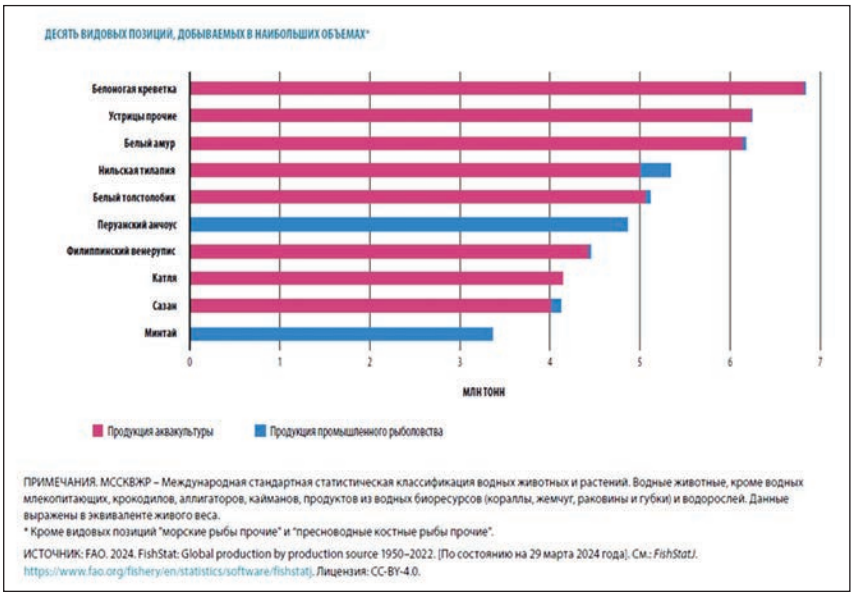

Рис. 2. Объем производства продукции водных животных в мировом рыболовстве и аквакультуре по десяти позициям, добываемым в наибольших объемах, 2022 г.
Fig. 2. The volume of production of aquatic animals in world fisheries and aquaculture in ten positions, extracted in the largest volumes, 2022

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

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

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

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

Оценка современного состояния аквакультуры в Беларуси

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

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

прудов в составе 15 специализированных рыбоводных хозяйств. Кроме того, 380 арендаторов эксплуатируют для целей прудовой аквакультуры еще 687 приспособленных прудов, общей площадью 7,51 тыс. га. Индустриальным рыбоводством (в садках, бассейнах и системах с оборотным водоснабжением) занимаются как специализированные рыбоводные хозяйства, так фермерские хозяйства и различные общества. Число индустриальных хозяйств, осуществляющих свою деятельность по состоянию на 01.01.2023 г. составило 11, с общей площадью садков и бассейнов 3,6 тыс. м^2 [6–9]. Объектами прудовой аквакультуры служат карп (в виде чистых пород, межпородных кроссов и гибридов с амурским сазаном), белый амур, толстолобики (пестрый, в меньшем объеме белый, а также их гибриды), карась серебряный, щука, европейский сом, осетровые (стерлядь, сибирский осетр, белуга, а также гибрид бестер), в небольшом объеме радужная форель, линь, язь, черный амур. В индустриальной аквакультуре выращивают радужную форель, осетровых (сибирский осетр и бестер), сомов (европейского и африканского клариевого). Динамика производства продукции аквакультуры в разрезе направлений за последние 10 лет представлена на рис. 3.

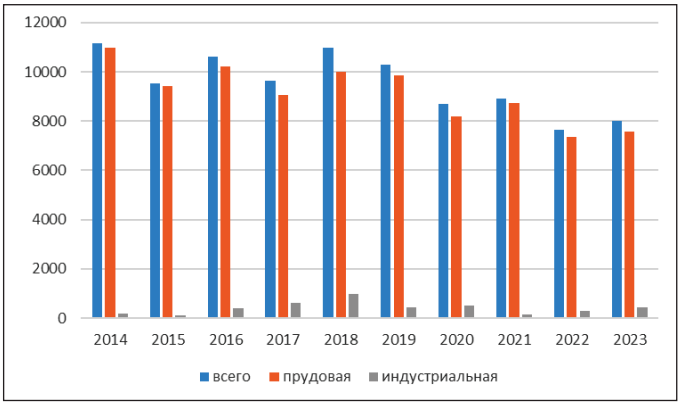

Рис. 3. Производство продукции аквакультуры в Беларуси (общее и по направлениям развития)
Fig. 3. Aquaculture production in Belarus (general and by development directions)

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

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

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

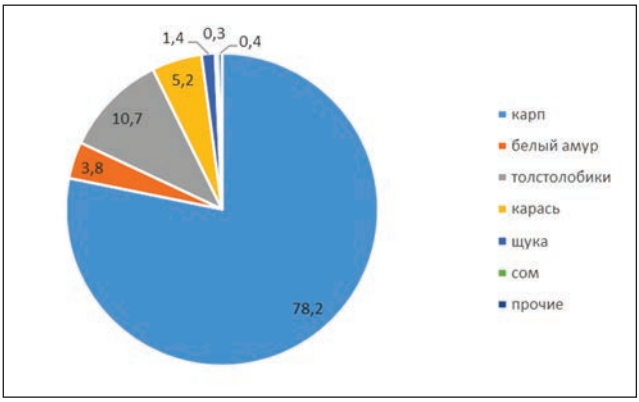

Рис. 4. Видовая структура прудовой поликультуры рыб (в среднем за 2019–2023 гг.), %
Fig. 4. Species structure of pond fish polyculture (on average for 2019–2023), %

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

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

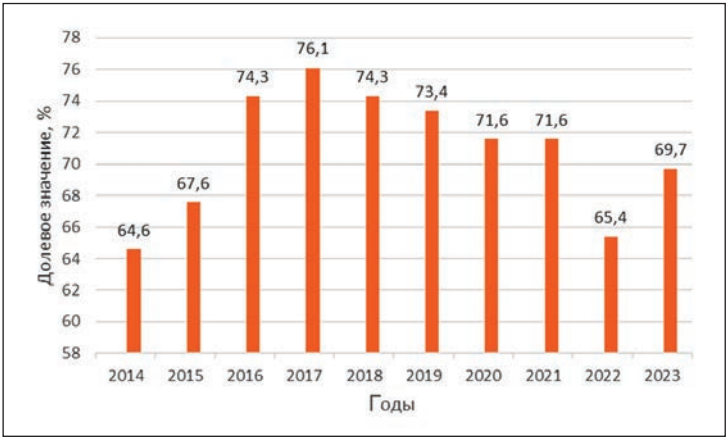

Рис. 5. Долевое значение карпа в общем объеме производства товарной рыбы в аквакультуре Беларуси
Fig. 5. The share of carp in the total production of commercial fish in the aquaculture of Belarus

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

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

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

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

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

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

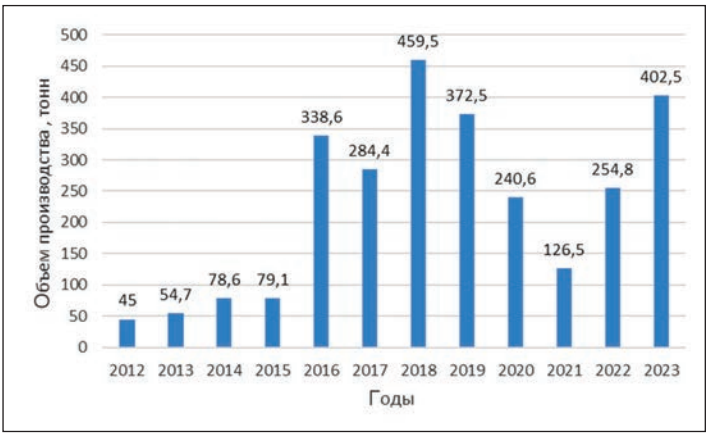

Рис. 6. Производство радужной форели в Беларуси
Fig. 6. Rainbow trout production in Belarus

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

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

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

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

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

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

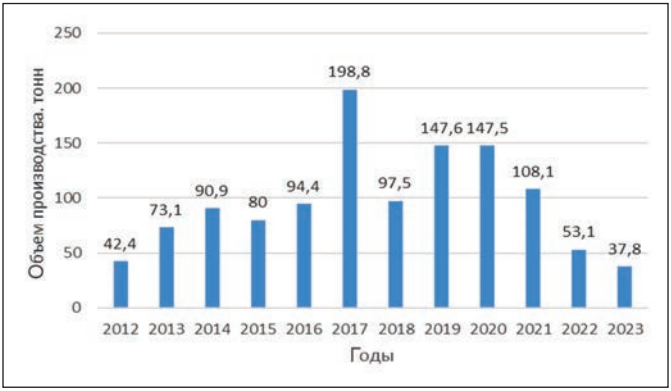

Рис. 7. Производство осетровых рыб в Беларуси
Fig. 7. Production of sturgeon fish in Belarus

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

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

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

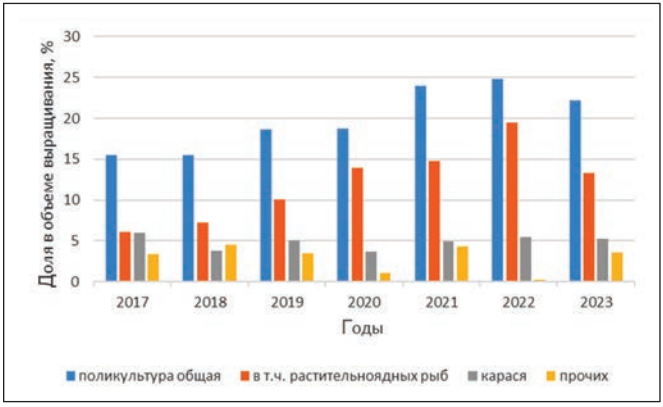

Рис. 8. Долевое значение прудовой поликультуры в Беларуси по группам добавочных рыб
Fig. 8. The share value of pond polyculture in Belarus by groups of additional

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Проблемные вопросы рыбного хозяйства и научное обеспечение отрасли

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Научное обеспечение рыбной отрасли на современном этапе

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

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

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

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

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

Основное назначение селекционно-генетического комплекса:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Список использованных источников

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

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

Reference

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

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

Сведения об авторах

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

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

Information about authors

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

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