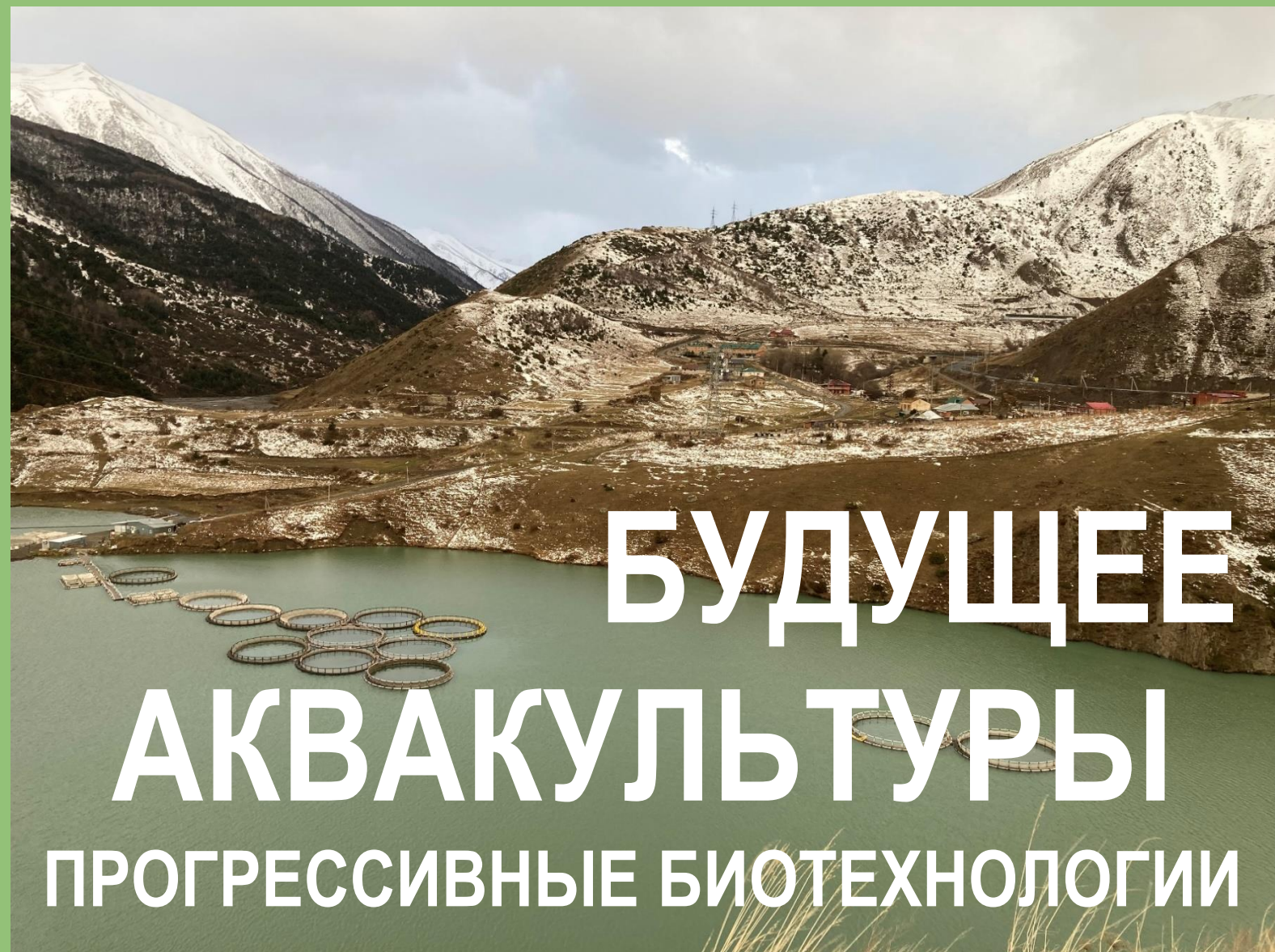


**Международная
научно-практическая
конференция**



**БУДУЩЕЕ
АКВАКУЛЬТУРЫ
ПРОГРЕССИВНЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ**

Саратов 2024

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ПРАВИТЕЛЬСТВО САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**ФГБОУ ВО «САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕНЕТИКИ, БИОТЕХНОЛОГИИ И ИНЖЕНЕРИИ
ИМЕНИ Н.И. ВАВИЛОВА»**

ООО «ПРОМЕТРИКА»

**Международная
научно-практическая конференция**

**БУДУЩЕЕ АКВАКУЛЬТУРЫ.
ПРОГРЕССИВНЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ**

Саратов, 2 февраля 2024 г.

УДК 639.3:639.5
ББК 47.2
Б90

Редакционная коллегия:
Поддубная И.В., Руднева О.Н., Кузнецов М.Ю., Гуркина О.А., Зименс Ю.Н.

Будущее аквакультуры. Прогрессивные биотехнологии: материалы международной научно-практической конференции, 2 февраля 2024 г. / под ред. И.В.Поддубной; Вавиловский университет – Саратов: Саратовский источник, 2024. – 172 с.

ISBN 978-5-6052156-2-2

В сборнике материалов международной научно-практической конференции приводятся результаты исследования по актуальным проблемам аквакультуры, в рамках решения вопросов кормления, разведения, технологий производства рыбной продукции. Для научных и практических работников, аспирантов и обучающихся по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки 35.00.00 сельское, лесное и рыбное хозяйство.

Статьи даны в авторской редакции в соответствии с представленным оригинал-макетом.

УДК 639.3:639.5
ББК 47.2

ISBN 978-5-6052156-2-2

© **ФГБОУ ВО Саратовский государственный университет
генетики, биотехнологии и
инженерии имени Н.И. Вавилова, 2024**
© **ООО Прометрика**

Обзорная статья
УДК 639.3

**Приветственное слово
Меры по развитию товарной аквакультуры в Саратовской области и
оздоровлению Волги**

Чекмарев Д.А.

Филиал ФГУП «Нацрыбресурс» «Тёпловский рыбопитомник» г. Саратов

Аннотация. В статье рассказывается о рыбохозяйственном комплексе Саратовской области, производстве прудовой рыбы, о мерах по поддержке аквакультуры и улучшению экологии Волги.

Ключевые слова: Саратовская область, река Волга, аквакультура, оздоровление, рыбохозяйственный комплекс, рыборазведение, финансирование

**Measures for the development of commercial aquaculture in the Saratov region
and the improvement of the Volga River**

Chekmarev D.A.

Branch of FSUE "Natsrybresurs" Teplovsky fish nursery, Saratov

Abstract. The article describes the fisheries complex of the Saratov region, the production of pond fish, measures to support aquaculture and improve the ecology of the Volga.

Keywords: Saratov region, Volga River, aquaculture, health improvement, fisheries complex, fish farming, financing

В настоящее время рыбохозяйственный комплекс Саратовской области по итогам 2023 года среди регионов Приволжского федерального округа занимает лидирующую позицию в производстве прудовой рыбы, по Российской Федерации входит в «десятку».

Производство рыбы с 2021 года по настоящее время выросло более чем в 3 раза, а количество хозяйств за последние пять лет увеличилось в 2 раза. В Саратовской области по итогам 2023 года произведено 5075 тонн прудовой рыбы (100,5% к уровню 2022 года).

В рыбохозяйственном комплексе региона работает более 270 хозяйств всех форм собственности.

В настоящее время в области развиваются следующие основные направления рыбоводства:

- традиционное выращивание рыбы в прудах;
- индустриальное рыбоводство в установках с замкнутым водоснабжением (УЗВ), садках и бассейнах.

Аквакультура в Саратовской области представлена:

- Сельскохозяйственными предприятиями в ведении которых находится 448 прудов общей площадью более 3656,6 га.

- Личными подсобными хозяйствами в ведении которых находится 142 пруда общей площадью более 1286,6 га.

- Обществами охотников и рыболовов в ведении которых находится 58 прудов общей площадью более 393,3 га.

В 2022 году по статистическим данным произведено переработанной рыбной продукции более 1,5 тыс. тонн или 95,9% к 2021 году.

Несмотря на все успехи слабая материально-техническая база рыбоводных и рыбоперерабатывающих предприятий области не позволяет создавать условия для увеличения объемов производства рыбной продукции, что, в свою очередь, не позволяет области самостоятельно обеспечить достойную норму потребления речной рыбы и рыбной продукции на душу населения.

Государственная программа «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в Саратовской области» предусматривает финансирование с 2019 по 2025 г. г. за счет областного бюджета на развитие товарной аквакультуры 13 млн. руб.

В рамках указанной программы возможно оказание государственной поддержки, в том числе по:

- приобретению нового оборудования для перевозки живой рыбы;
- приобретению комбикормов для аквакультуры;
- приобретению нового оборудования для выращивания рыбы.

При этом из областного бюджета Саратовской области в 2022 году на развитие товарной аквакультуры было выделено менее 1 млн. руб.

Учитывая изложенное, просим рассмотреть возможность увеличения объема финансирования на «развитие товарной аквакультуры» в рамках Государственной программы «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в Саратовской области».

Данная мера позволит простимулировать создание на территории области рыбного кластера, что поспособствует увеличению количества рабочих мест и поступлению дополнительных налогов в местный бюджет, а также снизить стоимость рыбной продукции в Саратовской области за счет снижения логистических расходов.

В соответствии с постановлением Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации от 26 июля 2019 года № 398-СФ «О долгосрочной стратегии развития рыбохозяйственного комплекса» просим ходатайствовать перед Правительством Российской Федерации о предоставлении сельскохозяйственным товаропроизводителям, осуществляющим товарную аквакультуру (товарное рыбоводство), государственной поддержки в виде возмещения части прямых понесенных затрат на создание и модернизацию объектов рыбоводной инфраструктуры, в том числе селекционно-племенных центров рыбоводства, объектов по

производству кормов (отдельных компонентов кормов) и рыбопосадочного материала для рыбоводства и объектов переработки и хранения продукции рыбоводства на сумму не менее 50 млн. руб.

Также просим ходатайствовать перед Правительством Российской Федерации о рассмотрении возможности предоставления дополнительных мер государственной поддержки, направленных на увеличение производства объектов товарного рыбоводства.

Указанная государственная поддержка способствует формированию цены на рыбную продукцию в области для обеспечения населения с различным уровнем доходов качественной рыбной продукцией и позволит разработать дальнейший комплекс мер, направленных на обеспечение населения с различным уровнем доходов качественной рыбной продукцией.

Одновременно, хотелось бы затронуть проблему экологии Волги, которая на данном этапе имеет колоссальное значение. Проблема возникла из-за многочисленных плотин. Теперь это не река, а цепь водохранилищ, цепь водоемов, созданных и используемых человеком, с совершенно другим гидрологическим и температурным режимом. Поменялось всё: река есть ниже Волгограда и на самом верху, то есть там, где нет водохранилищ. На старых гравюрах можно видеть, что ширина Волги в пределах Саратова — 800-900 метров, в настоящий момент — больше трех километров, соответственно, многие острова затоплены.

Для решения сложившейся ситуации необходимо провести мероприятия по мелиорации и зарыблению отдельных участков Волги. (Приложение 1)

Развитие пастбищного и промышленного рыбоводства будет осуществлено на базе научно-производственных центров с дальнейшей их трансформацией в акватехнопарки, сформированные на территории Саратовской области с имеющимся комплексом научных, образовательных и производственных предприятий сходного профиля, расположенных на внутренних водоемах.

Научно-техническое развитие рыбного хозяйства в Саратовской области будет осуществляться по следующим приоритетным направлениям:

- комплексные исследования водных биоресурсов с целью их рационального эффективного использования;
- разработка технологий и техники искусственного воспроизводства водных биоресурсов, рыбоводства и аквакультуры с целью поддержания и увеличения уровня численности особо ценных и уязвимых видов водных биоресурсов.

Полученные результаты исследований могут быть применены для развития теоретических основ племенной работы в форелеводстве.

Специфика тепловодных хозяйств заключается в возможности круглогодичного выращивания гидробионтов, которые в природе имеют определенные сроки нереста.

- строительство новых и модернизация существующих рыбохозяйственных предприятий по выращиванию и переработке рыбы;

- организация логистической сети для доставки рыбной продукции по всей территории РФ;

- создание новых, техническое переоборудование и модернизация существующих основных производственных фондов, стимулирование предпринимательской активности и формирование положительного имиджа рыбохозяйственного комплекса РФ;

- развитие рынков сбыта рыбной продукции;
- развитие эффективного рыночного механизма оптимизации торговли рыбной продукцией;

- создание рыбных кластеров по переработке и хранению рыбы;

- обеспечение воспроизводства водных биоресурсов водоемов области за счет естественного воспроизводства рыб (мелиорация нерестилищ, проведение дноуглубительных работ на каналах-рыбоходах, выкос жесткой и мягкой растительности) и искусственного разведения рыб (совершенствование биотехнологии разведения рыб, техническое переоснащение рыбоводных заводов, мелиорация выростных прудов;

- освоение водоемов оросительных систем и прудов комплексного назначения.

Потенциал области в рыбоводстве будет реализовываться за счет увеличения средней рыбопродуктивности, вовлечения в оборот неиспользуемых водных объектов, применения новых технологий и развития индустриального рыбоводства.

В связи с вышеизложенным, запрашиваем дополнительное финансирование в части увеличения бюджетных средств в период до 2025 года на выполнение работ по мелиорации и зарыблению рыбоводных участков Волги, общая стоимость которых составит 575.050.000,00 руб., в следующие проекты:

- национальный проект «Экология», утвержденный президентом Советом при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 24 декабря 2018 г. №16);

- региональный проект «Оздоровление Волги», утвержденный президиумом Совета при Губернаторе Саратовской области по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 28.02.2019 №3-12-30/19).

© Чекмарев Д.А., 2024

Корма, кормление и кормопроизводство

Научная статья

УДК 639.371.13.043

Влияние современной биологически активной добавки на показатели роста живой массы молоди радужной форели

Василина Николаевна Агапова

Дмитрий Александрович Ранделин

Сергей Юрьевич Агапов

Анна Ивановна Новокшенова

Ольга Юрьевна Брюхно

ФГБОУ ВО Волгоградский аграрный университет, г. Волгоград

Аннотация. В статье представлены исследования влияния биологически активной добавки «Бета-Флора» на показатели живой массы молоди радужной форели в установках с замкнутым циклом водоснабжения. Итоги, полученные при проведении научно-хозяйственных опытов, подтверждают положительное влияние вводимой биологически активной кормовой добавки на показатели роста радужной форели.

Ключевые слова: биологическая активная добавка, молодь радужной форели, лососевые, живая масса, динамика живой массы.

The influence of modern biologically active bait on the indicators of live weight growth of juvenile trout

Vasilina N. Agapova

Dmitriy A. Randelin

Sergey Yu. Agapov

Anna I. Novokshchenova

Olga Yu. Bryukhno

Volgograd State Agrarian University, Volgograd

Abstract. The article presents studies of the effect of the biologically active additive "beta-flora" on the live weight indicators of rainbow trout juveniles in installations with a closed water supply cycle. The results obtained during the scientific and economic tests confirm the positive effect of the biologically active feed additive introduced on the growth indicators of rainbow trout.

Keywords: biologically active additive, rainbow trout juveniles, salmon, live weight, live weight dynamics.

В настоящее время, в интенсивном рыбоводстве роль естественной пищи сводится к минимальной, таким образом весь прирост ихтиомассы будет полностью зависеть от ввода кормов. При разведении радужной форели в УЗВ требования к сбалансированности кормов по основным питательным, биологически активным и энергетическим веществам значительно повышаются. Также, стоит отметить и качество вводимых кормов. Введение некачественных кормов может не только оказать негативное влияние на показатели прироста рыбы, но также может спровоцировать заморы. [2; 4].

Одним из наиболее перспективных путей повышения рыбопродуктивности является использование биологически активных кормовых добавок, широко используемых в животноводстве и птицеводстве. Но на данный момент в литературе имеется недостаточно научно-обоснованных примеров физиологически и экономически целесообразных схем выращивания различных объектов аквакультуры с применением биологически активных препаратов [6].

Цель проведенного исследования заключалась в изучении влияния биологически активной кормовой добавки «БЕТА-ФЛОРА» вводимой в комбикорма, влияющей на показатели роста, развития и сохранности радужной форели.

Исследование проводилось на базе центра «Разведения ценных пород осетровых» ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ. Для проведения опыта было сформировано 4 группы: 1 и 2 контрольные, а также 3 и 4 опытные (по 50 голов в каждой), живая масса особей 394 г. Общая продолжительность опыта составляла 30 дней (табл. 1).

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	1 контрольная	2 контрольная	3 опытная	4 опытная
Особенности кормления	BiomarEfico Alpha 790 R	Стандартный комбикорм	Комбикорм, содержащий 0,5 % кормовой добавки «БЕТА-ФЛОРА»	Комбикорм, содержащий 1 % кормовой добавки «БЕТА-ФЛОРА»
Количество рыб в группе, n	50	50	50	50
Продолжительность опыта, дней	30	30	30	30

Гидрохимический состав воды и условия содержания не имели различий для всех групп форели, участвующих в опыте.

Форелевый комбикорм Biomar Efico Alpha 790 R скармливался представителям 1 контрольной группы. 2 контрольной группе скармливался рацион местного производителя кормов ООО «Фабрика белковых кормов», а опытным группам (3 и 4) был предложен рацион как для 2 контрольной группы, но дополнительно осуществлялся ввод БАД «Бета-Флора» в количестве 0,5 и 1% от объема корма соответственно.

Ингредиенты, входившие в состав кормов: пшеница, мука мясная, мука мясокостная, мука рыбная, жмых соевый без оболочки, глютен кукурузный, гемоглобин свиной, жир рыбий, масло соевое, дрожжи кормовые, кормовая добавка «БЕТА-ФЛОРА» (3 и 4 опытные группы).

Изменения живой массы радужной форели определяли по данным еженедельных взвешиваний, по результатам которых, рассчитывали динамику прироста живой массы (табл. 2).

Таблица 2 – Показатели продуктивности радужной форели

Показатель	1 контроль- ная	2 контроль- ная	3 опытная	4 опытная
Количество в начале опыта, гол	50	50	50	50
Живая масса в начале опыта, г	395±8,7	393±8,2	393±9,1	394±7,9
Количество в конце опыта, гол	50	50	50	50
Живая масса в конце опыта, г	494,0±8,3	455,0±9,5	463,0±10,4	473,0±11,1
Абсолютный прирост, г	99	62	70	79
Среднесуточный прирост, г	3,3	2,1	2,3	2,6
Относительный прирост, %	25,1	15,8	17,8	20,1
Выживаемость за период опыта, %	100	100	100	100
Суммарная ихтиомасса в конце опыта, кг	49,4	45,5	46,3	47,3

Следует отметить, что наилучшими показателями живой массы в конце опыта отличались представители 1-й контрольной группы, они превосходили аналогов из 2-й контрольной группы по данному показателю на 7,9 %, 3-й опытной группы на 6,3 %, 4-й опытной группы на 4,25 % соответственно. Аналоги 3-й опытной группы превосходили представителей 2-й контрольной группы на 1,76 %, а аналоги 4-ой группы на 3,96 % (табл. 2).

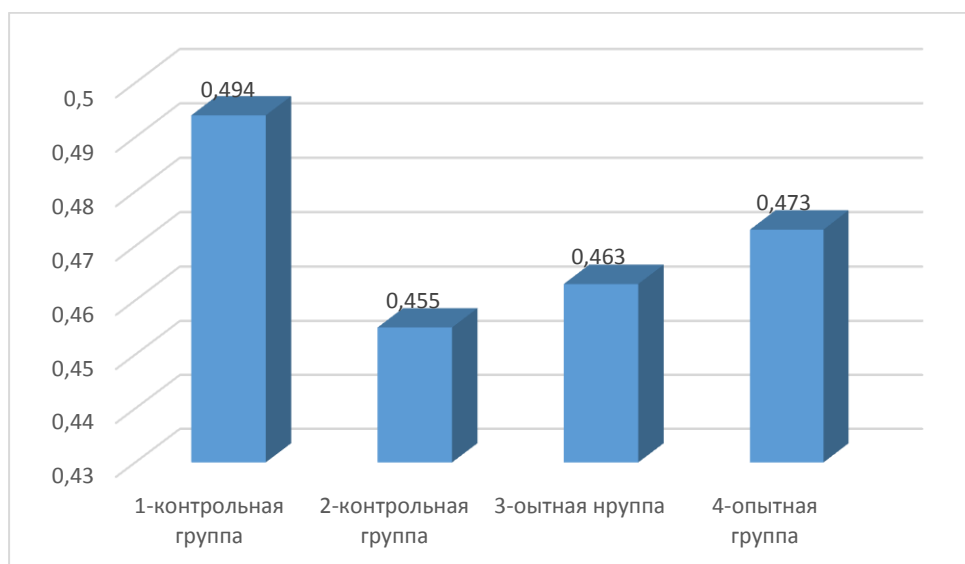


Рисунок 1. Живая масса молоди радужной форели на конец опыта, кг

По результатам полученных данных следует, что наилучшими показателями живой массы в конце опыта были представители 1-й контрольной группы, они превалировали над аналогами из 2-й контрольной группы по данному показателю на 8,57% ($P > 0,95$), 3-й опытной группы на 6,69% ($P > 0,95$), 4-й опыт-

ной группы на 4,44% соответственно. Стоит заметить, что особи 2-й контрольной группы уступали аналогом 3-й опытной группы на 1,76 %, а 4-ой опытной группы на 3,96% (рис. 1).

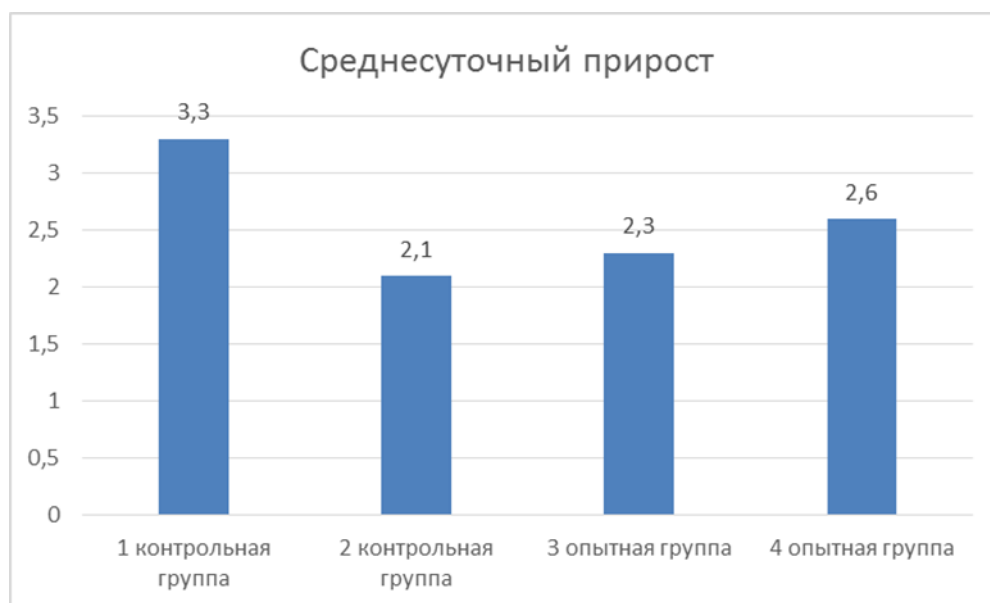


Рисунок 2. Среднесуточный прирост молоди радужной форели, г

Среднесуточный прирост живой массы в 1-й контрольной группе составил 3,3 грамма, что выше в сравнении со 2-й контрольной группой на 1,2 грамма, а 3-й и 4-й опытными группами на 1,0 и 0,7 грамм соответственно. В свою очередь 3-я и 4-я опытные группы превосходят аналогов из 2-й контрольной группы на 0,2 и 0,5 грамм (рис. 2).

Результатом проведенных научно-хозяйственных опытов свидетельствует о положительном влиянии биологически активной добавки на показатели продуктивности радужной форели.

Итог, полученный в ходе научно-хозяйственного опыта по оценке эффективности выращивания радужной форели с вводом в комбикорма изучаемой биологически активной добавки показал, что наиболее значимое превышение итоговых значений показателей роста и развития опытных групп рыбы над контрольной наблюдалось в эксперименте продолжительностью 30 дней.

Для увеличения интенсивности показателей роста и развития лососевых видов в УЗВ наиболее эффективным рекомендуем ввод кормовой добавки «БЕТА-ФЛОРА» объемом 1% от массы корма в составе премиксов или как самостоятельную кормовую добавку.

Список источников

1. Абросимова, Н.А. Кормовое сырье и добавки для объектов аквакультуры / Н.А. Абросимова, С.С. Абросимов, Е.М. Саенко. – Ростов-на-Дону: Медиа-Полис, ФГУП «АзНИИРХ», 2006. – 147 с.

2. Агапова, В.Н. Эффективность применения белкового сырья микробного синтеза на показатели рота и развития стерляди / В.Н. Агапова, Д.А. Ранделин, Ю.В. Кравченко, А.И. Новокщенова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 2 (70). С. 402-407.
3. Богерук, А.К. Породы радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* W.) / А.К. Богерук. - М.: ФГНУ "Росинформагротех", 2006. - 316 с.: ил. - (Породы и одомашненные формы рыб). - Библиогр.: с.298-315
4. Голод, В.М. Предпосылки селекции форели / В.М. Голод // Генетика, селекция и племенное дело в аквакультуре России. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – С. 26–11
5. Ефимов, А.Б. Опыт адаптации рыб к искусственным кормам / А.Б. Ефимов // Всерос. научно-практ. конф. – М., 2015.– С.127-131.
6. Ранделин, Д.А. Влияние биологически активной добавки на показатели роста молоди радужной форели / Д.А. Ранделин, В.Н. Агапова, К.И. Шкрыгунов, А.И. Новокщенова // В сборнике: Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации. материалы Международной научно-практической конференции. Волгоградский государственный аграрный университет. Волгоград, 2023. С. 73-78.
7. Мамонтов, Ю.П. Современное состояние и перспективы развития товарного форелеводства на предприятиях ассоциации «Росрыбхоз» / Ю.П. Мамонтов // Современное состояние и перспективы развития аквакультуры в России. – М.: ООО «Столичная типография», 2008. – С. 126–133.
8. Маслбойщикова, В.В. Сравнительное выращивание радужной, золотой форели и их гибридов в промышленных условиях / В.В. Маслбойщикова // Сборник студенческих работ. – 2011. – Вып. 17.– С.415–418.
9. Металлов, Г.Ф. Биологически активные добавки в продукционных кормах для осетровых рыб / Г.Ф. Металлов, О.А. Левина, В.А. Григорьев, А.В. Ковалева // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство – 2013. – № 3. –С.146.

© Агапова В.Н.,
 Брюшно О.Ю., 2024

Эффективность применения растительного белкового концентрата на основе нута в кормлении молоди стерляди.

Василина Николаевна Агапова

Дмитрий Александрович Ранделин

Анна Ивановна Новокщенова

ФГБОУ ВО Волгоградский аграрный университет, г. Волгоград

Аннотация. В статье представлены исследования влияния растительного белкового концентрата на основе нута на показатели живой массы молоди стерляди в установках с замкнутым циклом водоснабжения. Результаты проведенных исследований, подтверждают положительное влияние вводимого белкового концентрата на показатели роста радужной форели.

Ключевые слова: нут, молодь стерляди, аквакультура, осетровые, живая масса, динамика живой массы.

The effectiveness of using vegetable protein concentrate based on chickpeas in feeding juvenile sterlet.

Vasilina N. Agapova

Dmitriy A. Randelin

Anna I. Novokshchenova

Volgograd State Agrarian University, Volgograd

Abstract. The article presents studies of the effect of vegetable protein concentrate based on chickpeas on the live weight of juvenile sterlet in installations with a closed water supply cycle. The results of the conducted studies confirm the positive effect of the injected protein concentrate on the growth rates of rainbow trout.

Keywords: chickpeas, juvenile sterlets, aquaculture, sturgeon, live weight, dynamics of live weight.

На современном этапе в отрасли аквакультуры важны новые подходы к разработке альтернативных и недорогих источников протеина которые минимизировали содержание в кормах рыбную муку [6].

В Российской Федерации данная проблема стоит сегодня особенно остро из-за зависимости предприятий аквакультуры от поставок рыбной муки для производства из них комбикормов [2, 4]. Рыбная мука имеет достаточно высокую цену, а также зачастую является ингредиентом низкого качества или

фальсифицированной, что делает ее не пригодной для кормления гидробионтов.

Известно, что дополнительными источниками протеина, могут служить продукты микробиологического синтеза, мясная мука, гидролизные дрожжи, личинки насекомых, растительные компоненты и т.д.

Цель работы. Расчёт норм ввода растительного белкового концентрата на основе нута, частично замещающего рыбную муку в комбикормах для стерляди (*Acipenser ruthenus*) и изучение изменений показателей роста и развития молоди стерляди.

Материалы и методика исследований. Научно хозяйственный опыт был проведен в Центре «Разведения ценных пород осетровых» ФГБОУ ВО ВолГАУ. Были сформированы 3 группы стерляди: 1-ая контрольная, а также 2-я и 3-я опытные группы (по 100 голов в каждой). Объект исследований – стерлядь живой массой 131 г. Продолжительность проведения опыта составила 365 дней (табл. 1).

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Количество рыб в группе, n	Продолжительность опыта, дней	Особенности кормления
1 контрольная	100	365	основной рацион с рыбной мукой
2 опытная	100	365	основной рацион с заменой 25% рыбной муки растительным белковым концентратом
3 опытная	100	365	основной рацион с заменой 50% рыбной муки растительным белковым концентратом

Контрольной группе скармливался корм на основе рыбной муки, 2 и 3 опытными группами вводился в рацион растительный белковый концентрат, обогащенный нутотом взамен рыбной муки.

Кормление осетровых осуществляли опытными партиями комбикормов, изготовленных в соответствии с нормами и рекомендациями по кормлению осетровых видов рыб. Корма были изготовлены из сырья, широко представленного на Российском рынке, в частности – пшеница, соевый шрот, кукурузный глютен, мука мясная, мука рыбная, мука кровяная, рыбий жир, масло подсолнечное, растительный белковый концентрат на основе нута.

Структура и питательная ценность комбикормов, используемых при выращивании подопытной молоди рыбы, представлены в таблице 2.

Замена части рыбной муки на данный компонент с точки зрения перспективы их применения при производстве полнорационных гранулированных комбикормов является актуальной.

Таблица 2 - Рецепт полнорационного комбикорма для молоди стерляди, %

Ингредиенты, %	Группа		
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная
Пшеница	13	13	13
Шрот соевый	16	16	16
Кукурузный глютен	5	5	5
Мука мясная	5	5	5
Мука рыбная	40	30	20
Мука кровяная	10	10	10
Жир рыбий	11	11	11
Растительный белковый концентрат	-	10	20
Итого:	100	100	100
В 100 г содержится:			
Сырого протеина	46,24	45,58	44,87
Сырого жира	15,37	15,67	15,86
Сырая клетчатка	1,77	2,05	2,37

Для расчета и баланса рационов использовали программу «КормОптимa».

Раздачу кормов осуществляли вручную три раза в сутки. Дозировки кормов пересматривались ежемесячно по результатам контрольного взвешивания.

Влияние опытных партий комбикормов на гидрохимический состав воды и показатели роста молоди определяли в производственных условиях.

Пищевую активность рыб фиксировали при каждом кормлении рыб визуально, для этого корма задавались вручную. На каждое кормление приходилась расчётная доза корма, которая задавался порционно до полного потребления или до потери интереса к корму. В случае отказа от части корма, оставшиеся неиспользованными корма, взвешивались и учитывались в журнале кормления.

Для проведения исследования были использованы бассейны площадью 2,25м², объемом 1,35м³ в составе УЗВ с механической и биологической фильтрацией, оксигенацией и озонацией.

Гидрохимический режим поддерживался на уровне оптимальных значений для стерляди. Температура воды на уровне 19-21°С.

Таблица 3 - Показатели продуктивности стерляди

Показатель	1 контрольная	2 опытная	3 опытная
Количество в начале опыта, гол	100	100	100
Количество на конец опыта, гол	100	100	100
Живая масса в начале опыта, г	132,1	128,9	131,5
Живая масса в конце опыта, г	1587,6	1566,0	1511,4
Абсолютный прирост, г	1455,5	1424,4	1360,3
Среднесуточный прирост, г	3,99	4,29	3,73
Сохранность поголовья на конец исследования, %	100	100	100
Ихтиомасса при постановке на опыт, кг	13,2	12,9	13,2
Ихтиомасса при снятии с опыта, кг	158,8	157,6	151,1

Результаты проведенных исследований указывают на то, что представители 2 и 3 опытных групп не значительно уступали, аналогам из 1 контрольной по показателю живой массы, всего на 1,36 % и 4,8% соответственно. Согласно данным проведенного опыта следует, что масса у стерляди 2 опытной группы была выше, чем у представителей 3 опытной группы на 3,49%. Исходя из вышеуказанных значений следует, что значительных различий в контрольной и опытных группах по показателю живой массы тела не было зафиксировано.

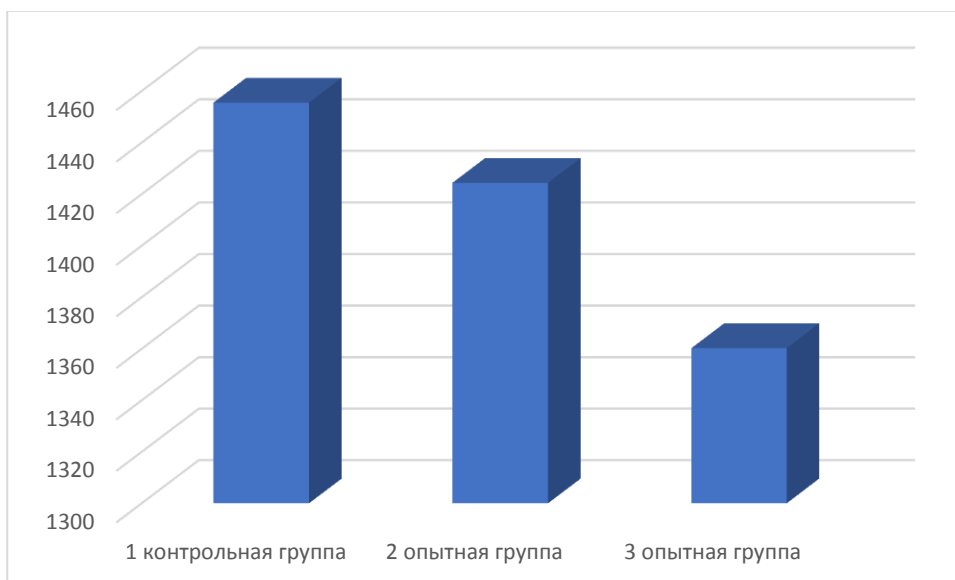


Рисунок 1. Показатели абсолютного прироста стерляди, г.

Показатели абсолютного прироста на всем периоде выращивания во всех трех группах имели не значительные различия, таким образом 1 контрольная группа несущественно превосходила аналогов из 2, 3 опытных групп на 2,14% и 6,54% соответственно (табл. 3).

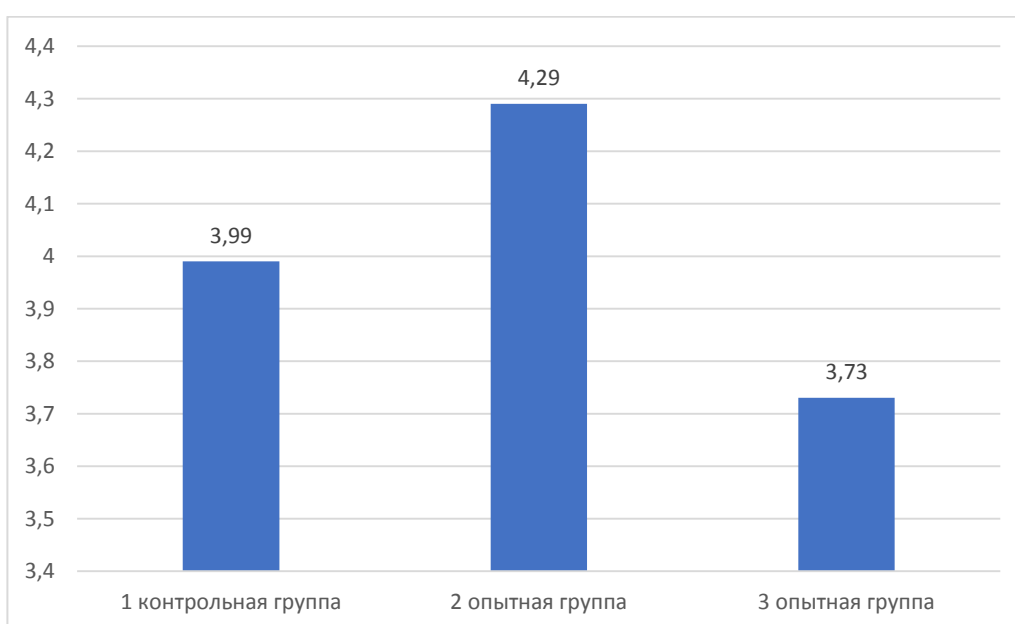


Рисунок 2. Показатели среднесуточного прироста стерляди, г.

Значения показателя среднесуточного прироста у стерляди из контрольной и 3 опытной группы был ниже данного показателя, чем у представителей 2 опытной группы на 0,3 гр., по сравнению с контролем, и на 0,26 гр. по сравнению с 3 опытной группой, что соответствует 7,5% и 13,05%, соответственно (рис.1).

Сохранность поголовья во всех исследуемых группах 100%.

Заключение.

Полученные результаты демонстрируют не значительное превосходство 1 контрольной группы по показателю живой массы, над аналогами из опытных групп, что свидетельствует о положительном воздействии кормления стерляди комбикормами, содержащими белковый концентрат на основе нута в количестве 25% и 50% взамен рыбной муки.

Рекомендуем ввод белкового концентрата на основе нута взамен рыбной муки, как безопасный источник ценного белка, а также как эффективный прием оптимизации расходов на закупку дорогостоящего, часто фальсифицируемого ингредиента такого как рыбная мука.

Список источников

1. Абросимова, Н.А. Кормовое сырье и добавки для объектов аквакультуры / Н.А. Абросимова, С.С. Абросимов, Е.М. Саенко. – Ростов-на-Дону: Медиа-Полис, ФГУП «АзНИИРХ», 2006. – 147 с.

2. Агапова, В.Н. Эффективность применения белкового сырья микробного синтеза на показатели роста и развития стерляди / В.Н. Агапова, Д.А. Ранделин, Ю.В. Кравченко, А.И. Новокщенова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 2 (70). С. 402-407.

3. Власов, В.А. Использование биологически активных добавок в кормлении рыб / В.А. Власов, А.В. Ельшов, И.С. Кулькова // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2018. № 6 (149). С. 68-77.

4. Горлов, И.Ф. Способы стимулирования биологической продуктивности водоемов: рекомендации / И.Ф. Горлов, И.В. Ткачева, М.В. Фролова, Д.А.Ранделин, А.А. Мосолов / Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; Донской государственный технический университет; Волгоградский государственный аграрный университет. – Волгоград, 2018. – 15 с.

5. Ефимов, А.Б. Опыт адаптации рыб к искусственным кормам / А.Б.Всерос. научно-практ. конф. – М., 2015.– С.127-131.

6. Ранделин, Д.А. Влияние биологически активной добавки на показатели роста молоди радужной форели / Д.А. Ранделин, В.Н. Агапова, К.И. Шкрыгунов, А.И. Новокщенова// В сборнике: Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации. материалы

Международной научно-практической конференции. Волгоградский государственный аграрный университет. Волгоград, 2023. С. 73-78.

7. Металлов, Г.Ф. Биологически активные добавки в продукционных кормах для осетровых рыб / Г.Ф. Металлов, О.А. Левина, В.А. Григорьев, А.В. Ковалева //Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство – 2013. – № 3. –С.146

© Агапова В.Н., Ранделин Д.А., Новокщенова А.И., 2024

Научная статья
УДК: 639.3.06

Динамика роста и развития ленского осетра, стерляди и их гибрида лестера при выращивании в УЗВ

Оксана Александровна Гуркина

Татьяна Олеговна Фетисова

Иван Павлович Михайлов

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

Аннотация. В данной статье представлены некоторые данные о гибридизации осетровых, а также динамика роста и рыбоводно-биологические показатели при выращивании гибрида лестера в УЗВ по сравнению со стерлядью и ленским осетром.

Ключевые слова: выращивание, межвидовая гибридизация, осетровые, лестер, рост и развитие, кормление, рыбоводно-биологические показатели.

Dynamics of breeding and development of Lena sturgeon, sterlet and their hybrid Leicester when grown in a RAS

Oksana' A. Gurkina

Tatyana' O. Fetisova

Ivan' P. Mikhailov

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. This article presents some data on the hybridization of sturgeon, as well as growth dynamics and fish farming and biological indicators when growing a Leicester hybrid in a recirculation system in comparison with sterlet and Lena sturgeon.

Keywords: cultivation, interspecific hybridization, sturgeon, Leicester, growth and development, feeding, fish farming and biological indicators.

Введение.

Мировой рынок продуктов питания становится все более ориентированным на увеличение потребления рыбы и других гидробионтов. В условиях снижения численности природных популяций всё большее значение приобретает индустриальное рыбоводство [2].

Осетровые рыбы занимают особое место в аквакультуре. При выращивании в установках замкнутого цикла водообеспечения необходимо подбирать виды, полностью соответствующих целям эксплуатации, выбирая виды и гибридные формы осетровых, отличающихся высокими темпами роста на ис-

кусственных комбикормах, дают высокий выход, а также могут быть получены в значительном количестве для зарыбления хозяйств [3].

Одним из приемов повышения продуктивных свойств рыбы, а вследствие увеличение получаемой продукции в товарной аквакультуре является селекционно-племенная работа, развитие которой стало возможным благодаря совершенствованию биотехнологии объектов разведения, посредством изменения их наследственности в нужном направлении, в том числе и выведении гибридных форм. Гибридизация видов, в том числе и осетровых рыб широко распространена в природе. Как правило, осетровые являются единственной группой среди всех позвоночных, все члены которой могут легко вступать в гибридизацию друг с другом в природе, в случае совпадения мест и времени их нереста [5]. При этом в гибридизацию могут вступать виды, резко отличающиеся друг от друга как морфологически, так и экологически.

Так как осетровые являются полиплоидами и обладают большим числом хромосом в осетроводстве гибридизация получила достаточно широкое применение. Возможно, данный феномен и явился причиной относительно простой межвидовой гибридизации, что способствовало получению гибридов в массовом количестве. Результаты межвидовой гибридизации осетровых зависят от кариотипа родительских видов: размножение гибридов от видов с разным уровнем ploидности невозможно в силу стерильности или обоих полов, или стерильности самок, в то время как виды с одинаковым уровнем ploидности обычно дают нормальных фертильных гибридов [6].

Гибриды осетровых рыб представляют особый интерес не только как исходные формы для селекционного выведения новых ценных пород рыб, но и как объекты (первое поколение) промышленного выращивания [1]. Так, генотип с наследственностью ленского осетра и стерляди (лестер) отличается высокой биологической пластичностью и экстерьерными качествами, хорошими рыбохозяйственными показателями, обладает высокой жизнеспособностью в условиях промышленного осетроводства при технологических стрессах [4]. Кроме того, он обладает высокими вкусовыми качествами осетрины и может использоваться для получения пищевой икры наряду с традиционно культивируемыми осетровыми видами. Эти качества обусловлены способностью гибридов превосходить по плодовитости и жизнестойкости и рядом других признаков лучшие из родительских форм (эффект гетерозиса). Данная особенность широко используется для получения гибридов осетровых с хозяйственно полезными признаками.

В своей работе мы оценивали преимущества и недостатки гибрида лестера при выращивании в УЗВ, для сравнения использовали родительские формы стерляди и ленского осетра, которые обычно выращивают в УЗВ.

Методика исследований. Исследования проводили в НИЛ «Прогрессивные биотехнологии в аквакультуре» на базе УЗВ [4]. Было отобрано 225 особей осетровых массой около 300 г (по 75 штук стерляди, ленского осетра и гибрида лестер). При проведении эксперимента рыбы подопытных групп находились в одинаковых условиях: качество воды соответствовало норме, значе-

ния активной среды находились на уровне рН 7,6, содержание растворенного кислорода составляло 7,0 мг/л, температура колебалась в пределах 20-21°C.

Кормление рыбы проводили полнорационным специализированным комбикормом Sorrens для осетровых рыб. Кормление проводили 2 раза в сутки в 9:00 и 18:00 часов. Суточную дачу корма рассчитывали по общепринятой методике, с учетом температуры воды и массы рыбы.

Основная часть. Исследованные группы осетровых характеризовались незначительным различием в росте (рисунок 1). Гибридная форма имела массу выше массы стерляди на 47 г., в то время как массу ленских осетров гибриды превосходили на 38 г. Скорость роста лестера оказалась сопоставима с ростом ленского осетра и стерляди.

Результаты опыта показывают, что затраты корма на 1 кг прироста живой массы осетровых находились в пределах допустимой нормы и не имели достоверной разницы при сравнении по видам: общие затраты комбикорма на выращивание лестера за период эксперимента составили 123,5 кг, что незначительно больше, чем у стерляди (118,6 кг) и у ленского осетра (119,1 кг)

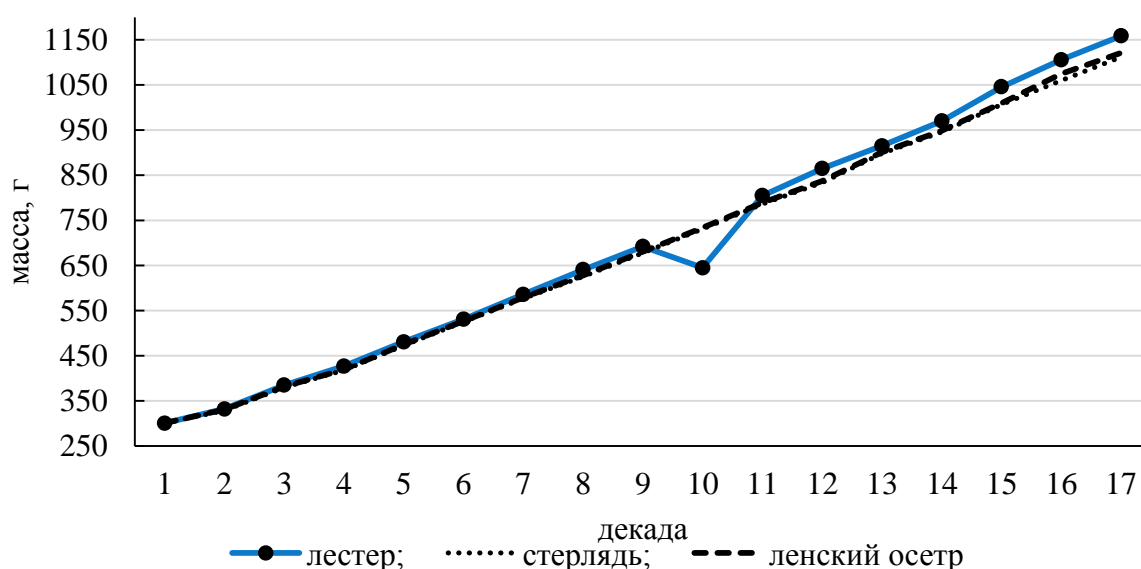


Рисунок 1. Динамика массы ленского осетра, стерляди и их гибрида лестера при выращивании в УЗВ.

Рыбоводно - биологические показатели выращивания осетровых в УЗВ приведены в таблице 1. Масса особей лестера увеличилась с 300,7 до 1159 г. при сохранности 100%, у стерляди и ленского осетра сохранность была 97,3%, а показатели массы для этих видов рыб составили 1112 г. и 1121г. соответственно. Лестер отличается повышенной скоростью роста: уровень рентабельности производства у него в опыте составил 47,92 %, у стерляди он был 46,71%, а у ленского осетра 46,84%.

В опыте наибольший прирост рыбы 64,3725 кг. был у особей гибрида лестера, для стерляди – 56,601 кг, а для ленского осетра - 59,243 кг.

Таблица 1 – Рыбоводно-биологические показатели осетровых при выращивании в УЗВ

Показатели	Лестер	Стерлядь	Ленский осетр
Количество рыбы в начале опыта, экз.	75	75	75
Количество рыбы в конце опыта, экз.	75	73	73
Сохранность, %	100,0	97,3	97,3
Масса рыбы в начале опыта, г	300,7	301	301,2
Масса рыбы в конце опыта, г	1159	1112	1121
Скормлено кормов, кг	123,5	118,6	119,1
Прирост всей рыбы за опыт, кг	64,3725	58,601	59,243
Затраты корма на 1 кг прироста, кг	1,92	2,02	2,01
Стоимость 1 кг корма, руб.	150	150	150
Стоимость корма на прирост, руб.	9655,9	8790,2	8886,5
Себестоимость 1 кг рыбы, руб.	28825,5	27978,9	28088,0
Стоимость 1 кг рыбы, руб.	850	850	850
Стоимость всей массы рыбы, руб.	73886,25	68999,6	69558,05
Прибыль, руб.	35404,88	32230,55	32583,65
Рентабельность, %	47,92	46,71	46,84

Заключение. Таким образом, в ходе проведенных исследований мы установили, что кормление лестера экструдированным комбикормом при выращивании в УЗВ позволяет увеличить массу особей с 300,7 до 1159 г. при сохранности 100%, и достичь уровня рентабельности производства 47,92%.

Список источников

1. Баранов, А.А. 2000. Морфологические особенности гибридов ленского осетра со стерлядью. Вестник АГТУ. Рыбное хозяйство, 112–115.
2. Гуркина, О.А. Выращивание ленского осётра до массы 1 кг в условиях установки замкнутого водоснабжения/ О.А. Гуркина, П.А. Грищенко, Е.В. Пономарева //Современные способы повышения продуктивных качеств сельскохозяйственных животных, птицы и рыбы в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны. Международная научно-практическая конференция, посвящённая 85-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, Почётного работника ВПО РФ, профессора кафедры "Кормление, зоогигиена и аквакультура" СГАУ им. Н.И. Вавилова Коробова Александра Петровича. 2015. С. 25-28.
3. Кияшко, В.В. Разработка проекта УЗВ для выращивания осетровых видов рыб мощностью 20 т в год/ В.В. Кияшко, Т.В. Косарева, И.А. Китаев, Гуркина О.А.// Актуальные вопросы производства продукции животноводства и рыбоводства. Материалы Международной научно-практической конференции. 2017. С. 186-191.
4. Кривошеин, В.В. Биотехнология воспроизводства осетровых рыб в аквакультуре / В.В. Кривошеин, А.А. Барышев // Актуальные проблемы и пер-

спективы развития агропромышленного комплекса: материалы Международной научно-методической конференции, посвященной 60-летию Победы в Великой Отечественной войне и 75-летию Ивановской государственной сельскохозяйственной академии. - Иваново, 2005. Том 2. -С. 193-194.

5. Лепилина, И.Н., Козлова, Н.В., Чаплыгин, В.А., Макарова, Е.Г. и др. 2021. Гибриды осетровых видов рыб в реке Волге. В сб.: Каспий: прошлое, будущее, настоящее, с. 43–48.

6. Мибуру Закари, Кокоза, А.А., Алымов, Ю.В. 2018. Полифункциональная оценка некоторых объектов осетровых рыб (Acipenseridae), культивируемых в условиях товарных хозяйств Нижней Волги. Вопросы рыболовства, 19(2): 217–225.

7. Патент на полезную модель № 95972 РФ МПК А 01 К 63/00 С 1 Лабораторная установка для научных исследований по кормлению и выращиванию рыбы / А.А. Васильев, А.А. Волков, Ю.А. Гусева, А.П. Коробов, Г.А. Хандожко; патентообладатель: Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова» заявка №2010109565/22; заявл. 15.03.2010; опубл. 20.07.2010, Бюл. №20.

8. [Электронный ресурс] URL: <https://docplayer.ru/36843980-Osobennosti-vybora-vidov-osetrovyh-dlya-vyrashchivaniya-v-uzv-i-opyt-transportirovki-molodipri-vysokih-letnih-temperaturah.html>.

© Гуркина О.А., Фетисова Т.О., Михайлов И.П., 2024

Динамика массы африканского клариевого сома в лабораторных условиях с применением кормовой добавки «Абиотоник»

Максим Дмитриевич Ермаков

Ирина Васильевна Поддубная

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

Аннотация. В данной работе проведён анализ влияния на динамику средней массы молоди клариевого сома при выращивании в аквариумах с использованием в питании комплексной витаминномикроэлементной кормовой добавки «Абиотоник» (синтезирована и представлена ООО Фирма «А-БИО», наукоград Пушкино, Московской области), в жидкой форме в количестве 0,5 мл, 1 мл и 1,5 мл на 1 кг массы рыбы.

В результате эксперимента установлена прямая зависимость между количеством добавки, поступающей с пищей и приростом массы тела рыб. Так, наибольший прирост массы тела рыб отмечен при использовании в кормлении добавки «Абиотоник», с количеством 0,5 мл на 1 кг массы рыбы.

Ключевые слова: клариевый сом, кормовая добавка, кормление, рост, продуктивность.

Dynamics of the mass of African clariid catfish in aquarium conditions using the feed additive “Abiotonic”

Maxim' D. Ermakov

Irina' V. Poddubnaya

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I.Vavilov, Saratov

Abstract. In this work, we analyzed the influence on the dynamics of the average weight of juvenile clarium catfish when grown in aquariums using the complex vitamin-microelement feed additive “Abiotonic” in the diet (synthesized and presented by LLC Firm "A-BIO", science city Pushchino, Moscow region).

As a result of the experiment, a direct relationship was established between the amount of additive supplied with food and the increase in body weight of fish. Thus, the greatest increase in fish body weight was observed when using the “Abiotonic” additive in feeding, with an amount of 0.5 ml per 1 kg of fish weight.

Keywords: clariid catfish, feed additive, feeding, growth, productivity.

Введение. Клариевый сом (*Clarias gariepinus*) перспективный объект индустриального рыбоводства, благодаря неприхотливости, высокой плотности

посадки и высоким темпам роста [5]. При выращивании в прудах рыбопродуктивность сома достигает 25–40 ц/га [11]. Благодаря быстрому росту, устойчивости к неблагоприятным факторам среды и качественному мясу, клариевый сом стал одним из самых распространенных объектов выращивания во многих странах мира.

Для увеличения темпа роста и продуктивности были проведены исследования по использованию кормовой добавки «Абиотоник», являющейся комплексным соединением гидролизата соевого белка с микроэлементами, свободными аминокислотами и витаминами, доказавшим свою эффективность при выращивании осетровых рыб [7, 8, 9].

Так многолетние исследования по использованию препаратов на основе гидролизата соевого белка в кормлении карпа, осетровых рыб в промышленных условиях, доказали свою перспективность применения их в рыбоводстве, но исследований по влиянию таких добавок на рост и продуктивность клариевого сома не проводились [1]. Был проведен анализ, разработка доз и способа скармливания препаратов на основе гидролизата соевого белка. Так оптимальная норма ввода панкреатического гидролизата соевого белка в рационе карпа составила 0,75 мл на 1 кг живой массы [3], у радужной форели это значение было 1,0 мл на 1 кг ихтиомассы [6]. Установлено, что при введении в рационы осетров 1,0 мл кормовой добавки «Абиопептид» на 1 кг массы рыбы были достигнуты наивысшие приросты массы рыб, не было отмечено негативного влияния на развитие, состояние внутренних органов и биохимические параметры крови [2, 4, 10].

Материал и методы исследования. Нами проведен эксперимент по изучению эффективности использования препарата «Абиотоник» на продуктивность клариевого сома (*Clarias gariepinus*) при выращивании в аквариумной установке на базе научно-исследовательской лаборатории «Прогрессивные биотехнологии в аквакультуре» ФГБОУ ВО «Вавиловский университет».

Для прогнозируемого опыта отобрали 40 особей клариевого сома средней массой около 67 г и разместили их по 10 штук в 4 аквариума объемом 250 литров каждый.

Гидрохимический режим воды контролировался в течении всего эксперимента, температуру воды, pH, содержание растворенного кислорода определялся ежедневно в 12:00 ч.

Кормление рыбы проводилось 3 раза в день, в 9:00, в 13:00 и в 17:00ч., полнорационными комбикормами с размером гранул 4 мм.

Температура в аквариумах в период опыта поддерживается на оптимальном уровне для рыб $+ 28,0 \pm 1,0$ °С.

Содержание растворенного кислорода в воде составляло 3–3,5 мг/л,

Расчет суточной дачи корма производился по общепринятой методике, при этом учитывались температура воды, содержание растворенного кислорода и масса рыбы. Норма кормления корректировалась каждые 7 дней в соответствии с контрольными взвешиваниями.

На основании данных, полученных в исследованиях по использованию кормовой добавки «Абиотоник» в рационах осетровых рыб, нами были разработаны экспериментальные нормы скармливания добавки клариевому сому, приведённые в таблице 1.

Таблица 1 – Схема эксперимента

Группа	Рацион
Контрольная	Полнорационный комбикорм (ПК)
1-опытная	ПК с добавкой «Абиотоник» из расчета 0,5 мл на 1 кг массы рыбы
2-опытная	ПК с добавкой «Абиотоник» из расчета 1 мл на 1 кг массы рыбы
3-опытная	ПК с добавкой «Абиотоник» из расчета 1,5 мл на 1 кг массы рыбы

Контрольной группе скармливался сбалансированный по питательным веществам комбикорм для клариевых сомов, 1-я, 2-я и 3-я опытные группы с основным комбикормом дополнительно получали 0,5; 1,0; 1,5 мл кормовой добавки «Абиотоник», соответственно.

Результаты исследований. При выращивании африканского клариевого сома в аквариумной установке с использованием кормовой добавки «Абиотоник» установлено, что за 12 недель опыта наибольший прирост средней массы был в 1-й опытной группе, получавшей дозировку 0,5 мл на кг массы рыбы (таблица 2), что на 184,6 г больше по сравнению с контрольной группой.

Таблица 2 – Динамика средней массы гибрида осетра, г

Период опыта, неделя	Группа			
	контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
Начало опыта	67,01±0,44	67,03±0,49	67,04±0,44	67,02±0,53
1	80,78±0,59	81,98±1,07***	80,97±1,10	80,84±0,60
2	96,81±0,85	100,56±0,67***	98,64±0,57***	97,86±0,64***
3	116,53±0,56	123,18±0,63***	119,25±0,61***	118,17±0,48***
4	140,01±0,58	151,08±0,77***	144,91±0,74***	143,12±1,37***
5	168,21±0,62	184,88±0,71***	175,84±0,58***	172,43±0,56***
6	201,11±0,62	226,76±0,53***	213,34±0,59***	208,17±0,65***
7	240,24±0,61	277,68±0,46***	260,04±0,51***	253,12±0,63***
8	287,89±0,54	338,54±0,48***	315,56±0,54***	305,37±0,60***
9	344,74±0,67	413,23±0,61***	380,92±0,61***	367,86±0,59***
10	410,43±0,56	504,68±0,58***	457,36±0,54***	438,5±0,55***
11	485,3±0,58	620,02±0,62***	549,13±0,62***	521,19±0,57***
12	577,19±0,54	761,78±0,59***	655,76±0,59***	620,03±0,51***

* $P \geq 0,95$; ** $P \geq 0,99$; *** $P \geq 0,999$

Во 2-й и 3-й опытных группах, дополнительно получавших 1 и 1,5 мл на 1 кг массы рыбы, средняя масса особей уже со второй недели в этих группах также превышала среднюю массу особей контрольной группы.

Список источников

1. Вилутис, О. Е. Применение кормовой добавки «Абиотоник» в кормлении карпа. / О.Е. Вилутис, П.С. Тарасов, В.А. Балашова, Ю.Н. Очерет // Материалы IV Национальной научно-практической конференции Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации – Саратов ООО «Амирит». - 2019. - С. 61–65.
2. Гусева, Ю.А. Результаты выращивания рыб ценных пород с использованием в кормлении гидролизата соевого белка / Ю. А. Гусева, И. П. Федоров // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий: Материалы Международной научно-практической конференции / под редакцией А. В. Молчанова, В. В. Строгова. – Саратов: Саратовский ГАУ. – 2018 – С. 172–177.
3. Карасев, А. А. Товарные качества карпа при использовании в кормлении йодсодержащего препарата «Абиопептид» / А. А. Карасев, О. А. Гуркина, А. А. Васильев, И. В. Поддубная, Г. А. Хандожко // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2014. – № 6. – С. 26–29.
4. Китаев, И. А. Выращивание ленского осетра в промышленных условиях с применением кормовой добавки «Абиопептид» / И. А. Китаев, А. А. Васильев, Ю. А. Гусева, С. С. Мухаметшин // Аграрный научный журнал. – 2014. – № 12. – С. 10–12.
5. Курганский, В. Африканский сом. Воспроизводство и выращивание клариевого (африканского) сома в установках замкнутого водообеспечения (УЗВ). – Москва. – 2021. – 42 с.
6. Максимова, О. С. Оценка темпа роста радужной форели, выращенной с использованием в рационах кормления гидролизата соевого белка / О. С. Максимова, Ю. А. Гусева // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 3. – С. 14–17.
7. Поддубная, И.В., Эффективность выращивания гибридов осетровых рыб с использованием в рационе биологически активных веществ/ И. В. Поддубная, А.А. Васильев, В. В. Сучков// Аграрный научный журнал. 2022. № 2. С. 50–53.
8. Сучков, В.В. Динамика роста гибрида русского и сибирского осётра (РО×ЛЮ) при использовании в кормлении биологически активной добавки «Абиотоник» / В.В. Сучков, И.В. Поддубная, А.А. Васильев, А.В. Демешко // Материалы VI Национальной научно-практической конференции Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации – Саратов ООО «Амирит». - 2021. - С. 159-162.
9. Сучков, В. В. Рост, развитие и выживаемость гибрида и русского осетра в условиях садкового выращивания при использовании кормовой добавки "Абиотоник" / В. В. Сучков, И. В. Поддубная // Материалы международной научно-практической конференции ФГБНУ РосНИИСХ "Россорго". Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного кормлекса в условиях аридизации климата. - 2022. – С. 254–259.

10. Тарасов, П. С. Товарные качества ленского осетра при использовании в кормлении биологически активной добавки «Абиопептид с йодом» / П. С. Тарасов, И. В. Поддубная // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2016. – 1. – С. 61–67.

11. Sullivan, D. Catfish farming in South Africa // Aquacult. Mag. – 1993. – V.19. – № 5. – P. 28–44.

© Ермаков М. Д., Поддубная И.В., 2024

Научная статья
УДК 639.3: 639.3.043

Перспективы использования водных биоресурсов Куйбышевского водохранилища в кормах для ценных видов рыб

Марина Львовна Калайда
Рамиль Гумерович Шарафутдинов
Сергей Андреевич Удачин
Андрей Андреевич Калайда

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», Россия, г. Казань

Аннотация. В статье представлен материал по оценке возможности использования базы водных биоресурсов Куйбышевского водохранилища в кормах для объектов аквакультуры региона.

Ключевые слова: аквакультура, корма, уловы.

Prospects for the use of aquatic biological resources of the Kuibyshev reservoir in feed for valuable fish species

Marina Lvovna Kalaida
Ramil Gumerovich Sharafutdinov
Sergey Andreevich Udachin
Kalaida Andrey Andreevich

FGBEI HE «Kazan State Power Engineering University», Russia, Kazan E-mail: kalayda4@mail.ru

Abstract. The article presents material on assessing the possibility of using the base of aquatic biological resources of the Kuibyshev reservoir in feed for aquaculture facilities in the region.

Keywords: aquaculture, feed, catches.

Увеличивающийся спрос на объекты аквакультуры в качестве источника пищи продолжает ежегодно расти, этот факт связан не только с увеличением численности населения, но и с тем, что предпочтение все в большей мере отдается здоровой пище [1, 2]. Важно и изменение климатических характеристик, приводящее к смене возможных эффективных объектов выращивания в аквакультуре. Так, активно продвигается в производственной сфере в аквакультуре Среднего Поволжья теплолюбивый клариевый сом, который по требовательности к условиям выращивания значительно более простой объект по сравнению с осетровыми рыбами или форелью [3].

Рыба считается одним из важнейших источников белка. Отмечается рост мирового потребления рыбы. Темпы роста мировых поставок рыбы для пищевых целей людей опережали темпы прироста численности населения за последние пять десятилетий. Видимое потребление рыбы на душу населения в мире выросло с 9,9 кг в среднем в 1960-е годы до 14,4 кг в 1990-е годы и 19,7 кг в 2013 году [4]. По данным доклада ФАО в 2020 г. отмечаются две основные тенденции в изменении вылова рыбы по основным водосборным речным бассейнам: рост вылова рыбы во внутренних водоемах - отмечается в 37 странах, на их долю приходилось 58,7% мирового вылова рыбы во внутренних водоемах: в Китае, Индии, Камбодже, Индонезии, Нигерии, Российской Федерации и Мексике; в 28 странах, на которые приходилось 5,9% мирового вылова во внутренних водоемах, вылов сокращался, а объем продукции аквакультуры значительно рос – в Бразилии, Таиланде, Вьетнаме и Турции. Доля реки Волги в глобальном вылове рыбы по основным водосборным речным бассейнам в мире от общего вылова – 0,28 %, а Каспийского моря – 0,76 % [2]. При этом если продукция аквакультуры во внутренних водоемах растет, то рыболовство практически не позволяет увеличивать объемы производства рыбы по [2] (рис.1).

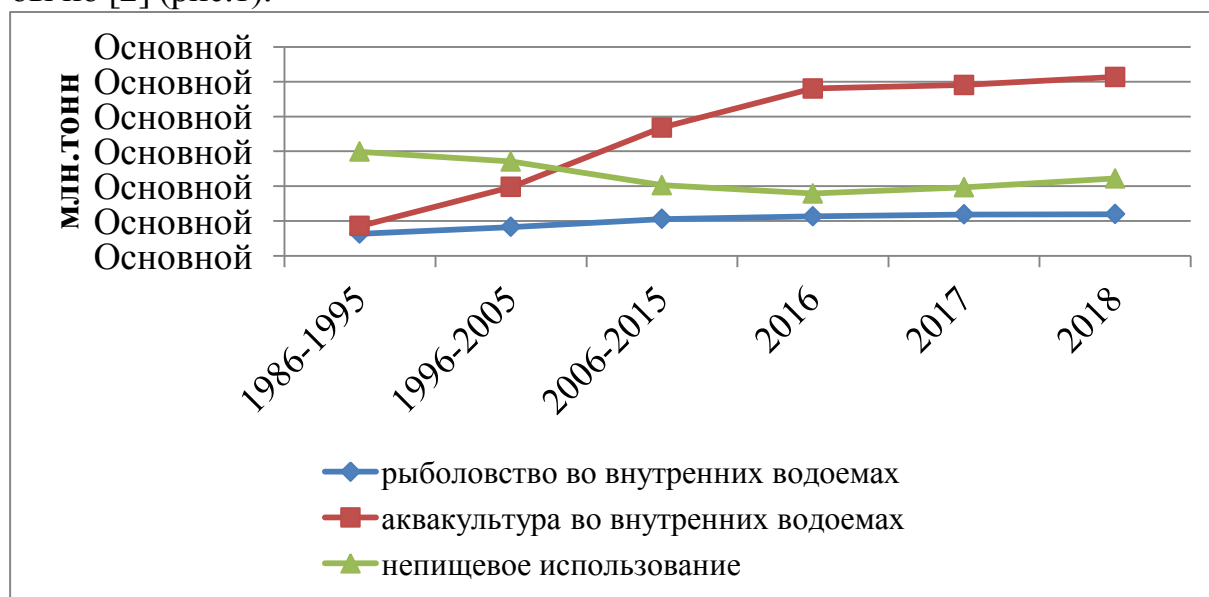


Рисунок 1. Производство рыбы и ее непищевое использование по [2]

По оценкам задач на период до 2030 года необходимы реформаторские шаги, направленные на траекторию устойчивого развития. Проблема связана с ростом мирового населения и необходимостью, с одной стороны, производства продуктов потребления в достаточном количестве, а с другой стороны, необходимостью сохранения высокого качества среды обитания.

Учитывая различные направления развития аквакультуры в Республике Татарстан [5] необходимо отметить, как фермерские хозяйства с низким уровнем интенсификации рыбоводных работ, так и производители рыбы на

базе УЗВ будут остро нуждаться в специализированных кормах высокого качества. Причем корма потребуются одновременно с началом производства рыбы [6]. Учитывая, что задачи увеличения рыбной продукции в стране определены как задачи продовольственной безопасности и удельный вес отечественной рыбной продукции должен составить не менее 80% в общем объеме рыбной продукции, перед сельскохозяйственной рыбоводной отраслью стоят значительные задачи. Если учесть, что население Республики Татарстан составляет около 3,7 млн. чел [7], биологическая норма потребления рыбы – 20 кг/год на человека [8], общая потребность в рыбе и рыбопродуктах составляет 74 тыс. т. Учитывая задачи обеспечения рыбой не менее 80% рыбой местного (внутри российского) производства в республике стоит задача обеспечить 59,2 тыс.т. рыбной продукцией отечественного производства. Поскольку Республика Татарстан стремится к положению лидера в различных отраслях производства, то такой объем рыбопродукции может быть произведен только индустриальными методами. Если вылов из региональных водохранилищ на сегодня обеспечивает около 2,5 тыс.т рыбы и потенциальная рыбопродукция всех малых сельскохозяйственных водоемов комплексного назначения позволяет обеспечить дополнительно 1,5 тыс. т рыбы, то производство рыбопродукции индустриальными методами должно составить от 63,7% до 90,7% в общем производстве рыбы для выполнения поставленных задач. В абсолютном выражении – это 35-55 тыс.т рыбной продукции. При выращивании товарной рыбы индустриальными методами эффективное производство будет формироваться ценными объектами аквакультуры – осетровыми, лососевыми и другими (сомы, тиляпия и т.п.). Если принять, что осетровые рыбы составят 30% в производстве продукции аквакультуры, то это составит 15-20 тыс.т. Только для производства осетровых рыб потребуется 20 тыс.т кормов (при кормовом коэффициенте, близком к 1). Удовлетворение будущего спроса на продукты питания, получаемые за счет аквакультуры, будет зависеть в основном от наличия качественных комбикормов в требуемых количествах.

Российские производители предлагают корма для карпа, осетровых и форели как наиболее распространенных объектов выращивания. Комбикорма для карпа, выпускаемые в основном на юге страны, по ряду показателей не отвечают современному уровню рентабельности производства. Поэтому рыбоводные и фермерские хозяйства с собственным производством зерновых и масличных культур, в том числе подсолнечника и сои, создают мини цеха для выработки комбикормов, включающих белковые добавки, витаминные премиксы. В полнорационных комбикормах для карпа собственные зерновые и масличные культуры и продукты их переработки могут составлять до 80%. Отечественные корма часто не удовлетворяют требованиям производства рыбной продукции, имеют не стабильный состав и не менее дороги, чем импортные. Это ухудшает как экономические показатели выращивания рыбы, так и возможности стабильного развития рыбоводства.

Обсуждение вопросов доступности и использования ингредиентов аквакормов чаще упирается в такие ресурсы, как рыбная мука и рыбий жир, включая использование малоценной рыбы и отходы переработки водных биоресурсов, животных и растительных белков, жиров и источников углеводов сухопутного происхождения [6].

Ранее количества выпускаемой рыбной муки хватало для удовлетворения потребности в белковой составляющей кормов. Сейчас, поскольку объем рыбной муки напрямую зависит от вылова рыбы в морях, озерах и реках, а он по-прежнему имеет тенденцию к сокращению, основной тенденцией в кормопроизводстве является замена рыбной муки на другие кормовые добавки, которые должны обеспечить высокий темп роста рыб и ее здоровье [6]. Тем ценнее региональные возможности использования для аквакормопроизводства мало востребованной части водных биоресурсов внутренних водоемов для пищевого использования.

Цель данного исследования – рассмотреть состав водных биоресурсов Куйбышевского водохранилища в пределах Республики Татарстан по показателям фактического вылова рыбы рыбодобывающими организациями; оценить возможную долю малоценных и сорных видов рыб для использования в качестве основы рыбной муки для аквакормов.

Материал и методика исследования

В ходе работы был проведен анализ собственных исследований и литературных данных по состоянию ихтиофауны региона. В работе для анализа современного состояния ресурсной части стада рыб использованы данные по вылову рыбы рыбодобывающими организациями, предоставленные Государственным комитетом Республики Татарстан по биологическим ресурсам.

Результаты и их обсуждение. В Республике Татарстан к 2008 г уловы составляли около 2000 т [9], в последние годы они около 3000 т (рис.2).

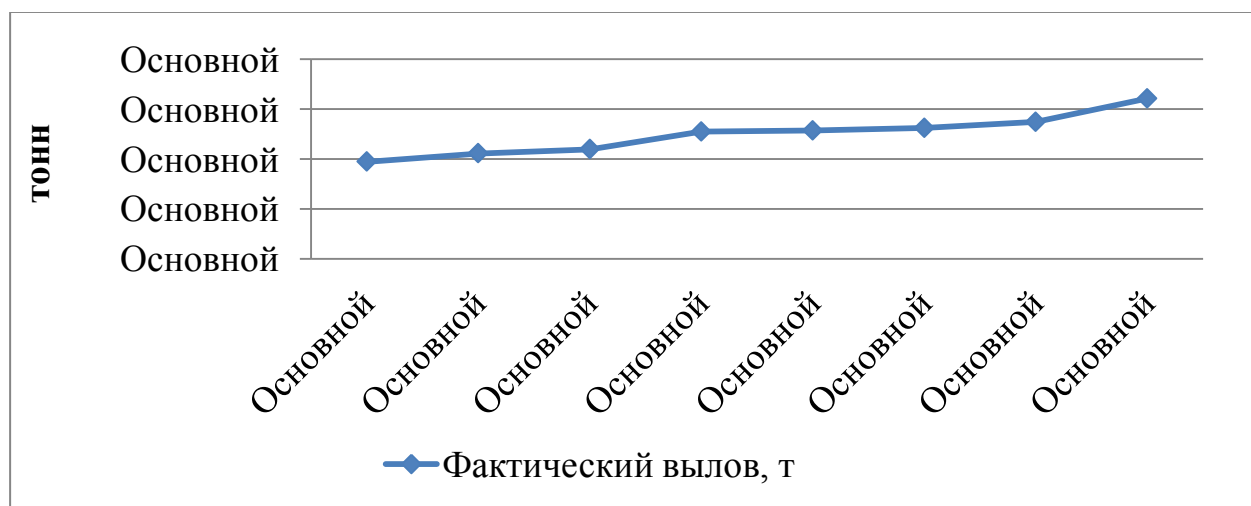


Рисунок 2. Фактические уловы рыбы в Куйбышевском водохранилище в пределах Республики Татарстан

С начала XXI столетия отмечается постепенное увеличение фактического вылова рыбы. Если в начале XXI столетия отмечалась четкая тенденция увеличения совокупной доли малоценных и сорных видов рыб в Куйбышевском водохранилище [9], то в последние годы совокупная доля ценных видов рыб перестала снижаться и даже выросла (табл. 1). Вырос и улов из Куйбышевского водохранилища (в пределах Республики Татарстан): квоты на вылов в 2023 г. составили 1443,06 т на виды рыб, общий допустимый улов которых устанавливается и 1656,33 т на виды рыб, общий допустимый улов которых не устанавливается, что в целом составило 3099,39 т, в 2024 г. соответственно - 1431,778 т, 2474,64 т, в целом - 3906,418 т.

При формировании квот на вылов водных биоресурсов, общий допустимый улов которых не устанавливается, учитываются заявки рыбодобывающих организаций. В связи с этим может быть проведена оценка востребованности разных видов рыб. На рис. 3 представлены данные по превышению квот и по не востребованным остаткам квот в заявках на 2024 г рыбодобывающих организаций в Куйбышевском водохранилище в Республике Татарстан.

Таблица 1 - Соотношение ценных и малоценных видов в составе уловов Куйбышевского водохранилища в Республике Татарстан

Ценные виды	Квоты вылова, %			Малоценные виды	Квоты вылова, %		
	2017	2021	2024		2017	2021	2024
<i>Стерлядь</i>	0,17	-	-	<i>Густера</i>	22,31	21,00	19,72
<i>Сазан</i>	0,84	1,70	1,92	<i>Синец</i>	16,99	14,10	13,24
<i>Сом</i>	0,26	0,31	0,33	<i>Плотва</i>	7,50	7,13	8,89
<i>Судак</i>	6,52	7,80	7,79	<i>Чехонь</i>	3,40	3,10	3,62
<i>Щука</i>	0,56	0,98	0,98	<i>Берш</i>	3,32	3,02	3,23
<i>Налим</i>	0,46	0,42	0,52	<i>Окунь</i>	4,13	4,04	4,87
<i>Лещ</i>	22,85	26,50	25,41	<i>Карась</i>	2,33	2,82	3,54
<i>Толстолобик</i>	0,06	0,05	0,08	<i>Уклейка</i>	5,09	4,21	2,34
				<i>Тюлька</i>	1,54	1,36	1,0
				<i>Жерех</i>	0,73	0,68	0,87
				<i>Язь</i>	0,47	0,45	0,65
				<i>Белоглазка</i>	0,47	0,42	0,36
Всего, %	31,72	37,67	37,03	Всего	68,28	62,23	62,97

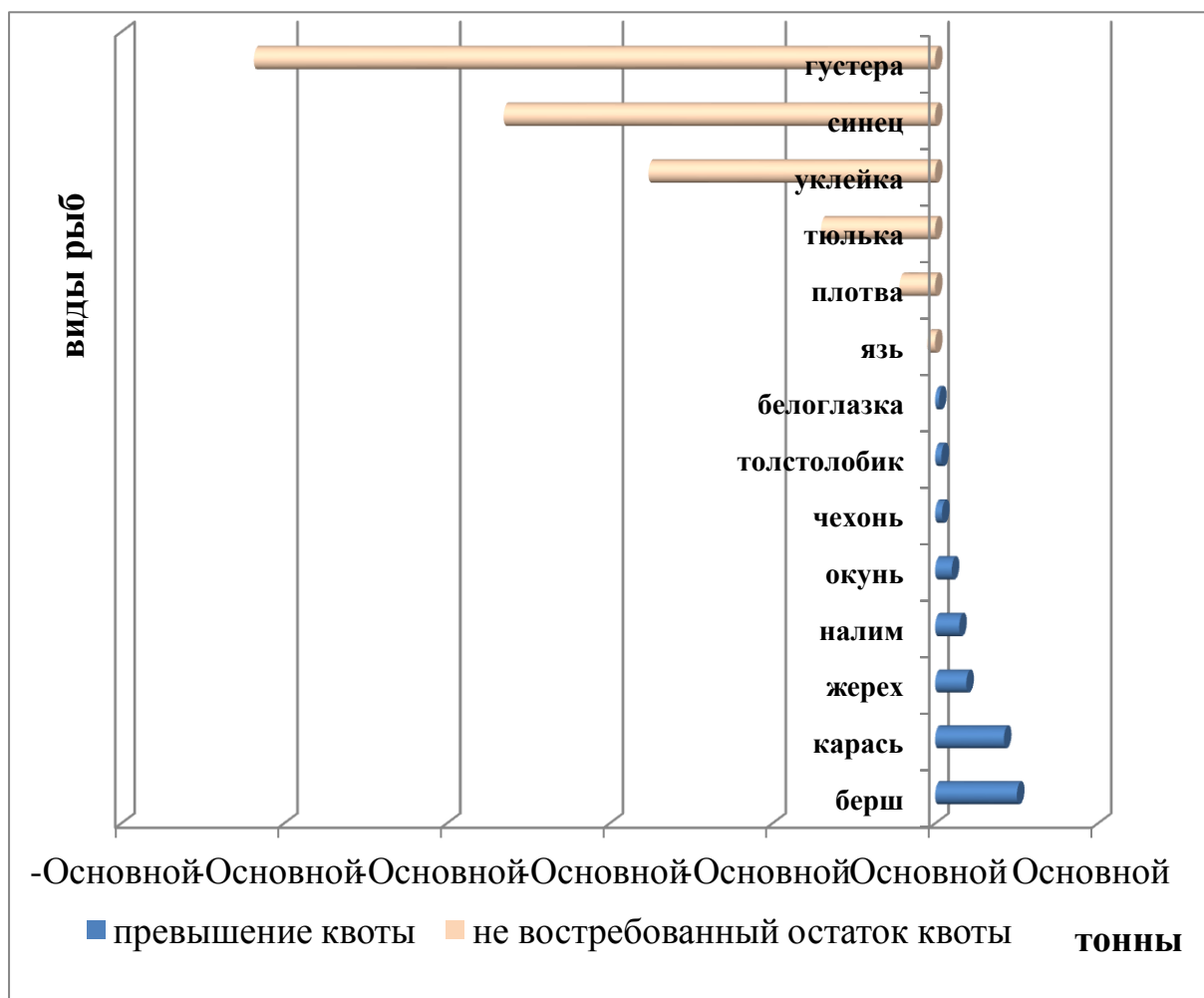


Рисунок 3. Превышение и невостребованные остатки квот на вылов в Куйбышевском водохранилище в пределах Республики Татарстан

Как видно из представленных на рис.3 данных, к мало востребованным видам рыб относятся густера, синец, уклейка, тюлька, плотва и язь. Именно эти виды рыб могли бы стать основой региональной белковой компоненты аквакормов. Однако необходимо отметить, что тюлька всегда относилась к избираемым компонентам в пище судака и берша [10]. Запасы тюльки во всем Куйбышевском водохранилище оценивались в конце XX столетия в 4500 т. Квоты на вылов тюльки и ее фактический вылов в последний период представлены на рис.12. При этом утвержденные квоты добычи тюльки составили в 2020, 2022 году 49,9 тонны, а в 2023 году – 41,9 тонны. Еще менее востребованным объектом водных биоресурсов является уклейка, ежегодный вылов которой может составлять около 100 т. В то же время, она является компонентой пищевой цепи хищников. Как видно из данных рис.4 не в допустимом объеме вылавливаются и такие виды как густера и синец. Их совокупный не вылавливаемый ежегодный объем составляет около 600 т.

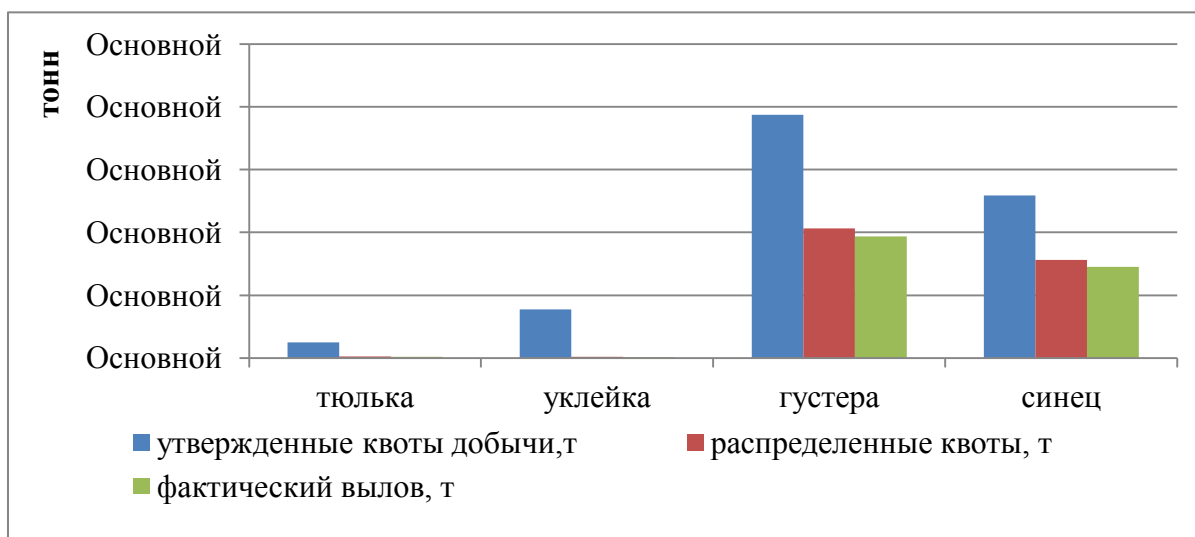


Рисунок 4. Квоты на вылов и фактические уловы мало востребованных рыбодобывающими организациями видов рыб в Куйбышевском водохранилище в пределах Республики Татарстан в 2022 г

Современное развитие общества характеризуется задачами устойчивого развития, обозначенными на период до 2030 года [2]. Одной из важнейших задач является – «Сохранение и рациональное использование океанов, морей и морских ресурсов в интересах устойчивого развития». Эта глобальная цель определяет не только деятельность в области морского рыболовства, но и развитие аквакультуры, как полноценной замены добычи рыбы. Рациональное использование ресурсов внутренних водоемов может способствовать развитию индустриальных методов аквакультуры, которые в наибольшей степени отвечают условию значительного увеличения продуктивности водных экосистем, при этом выращивание рыбы ведется по ресурсосберегающим и экологически чистым технологиям.

Список источников

1. Bartley, D.M., Brugere, C., Soto, D., Gerber, P.&Harvey, B.(eds).2007. Comparative assessment of the environmental costs of aquaculture and other food production sectors: methods for meaningful comparisons. FAO / WFT Expert Workshop. 24-28 April, 2006, Vancouver, Canada. FAO Fisheries Proceedings. -№10. Rome, FAO. -2007.-241 p.
2. ФАО. 2020. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры – 2020. Меры по повышению устойчивости. Рим, ФАО. – 223 с.
3. Калайда, М.Л, Борисова, С.Д., Пиганов, Е.С., Исмагилов, Ф.А., Калайда А.А. Совершенствование биотехнологии выращивания сомов (*SILUROIDEA*) – *Silurus glanis L., Clarias gariepinus, Pangasius sutchi* на водах объектов энергетики / М.Л. Калайда, С.Д. Борисова, Е.С. Пиганов, Ф.А. Исмагилов, А.А. Калайда // Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. 2021. №2(20). - С.39-51.

4. Recommended citation: FAO. 2016. The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all. Rome. 200 p.

5. Калайда, М.Л., Хазипов, Н.Н., Сафиуллин, Р.Р., Калайда, А.А. Актуальные стратегии в развитии аквакультуры в Республике Татарстан / М.Л. Калайда, Н.Н. Хазипов, Р.Р. Сафиуллин, А.А. Калайда // Водные биоресурсы и аквакультура Юга России: материалы Всерос. науч. - практ. конф., приуроченной к 20-летию открытия в Кубанском гос.ун-те направления подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура»/ отв.ред Г.А. Москул. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018.458 с.-с. 442-448.

6. Akhmetova, L. T., Kalayda, M. L., Safiullin, R. R., Sibgatullin, G. G., Khazipov, N.N., Kalayda, A. A., Dementiev, D. S. Innovative products and environmental aspects of modern fodder production for aquaculture objects. International Scientific and Practical Conference: Water Power Energy Forum 2018 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 288 (2019) 012036, doi:10.1088/1755-1315/288/1/012036.

7. Атлас Республики Татарстан. - М.: Производственное картосоставительское объединение «Картография», 2005. -215 с.

8. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. - Методические рекомендации. - МР 2.3.1.2432—08. - Издание официальное Москва, 2009. - 37с.

9. Калайда, М.Л., Шарафутдинов, Р. Г. Особенности изменений водных биоресурсов Куйбышевского водохранилища в современных климатических и гидрологических условиях / М.Л. Калайда, Р.Г. Шарафутдинов // Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ. 2023. Т.25. № 3. С. 150-167. doi: 10.30724/1998-9903-2023-25-3-150-167.

10. Калайда, М.Л. Роль экологических факторов в заболеваемости судака и берша / М.Л. Калайда // Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов. Тезисы докладов Всероссийской научно-практической конференции. -М.-Россельхозакадемия – 2003. - с.49-50.

© Калайда М.Л., Шарафутдинов Р.Г., Удачин С.А., Калайда А.А., 2024

**Влияние на рост и гематологические показатели молоди карпа
ультрадисперсных частиц цинка и фитобиотика**

Юлия Владимировна Килякова
Елена Петровна Мирошникова
Азамат Ерсаинович Аринжанов
Марина Сергеевна Мингазова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Аннотация. В статье представлены результаты биологического действия кормовой фитобиотической добавки «Пробиоцид-Фито» и ультрадисперсных частиц (УДЧ) цинка на рост и морфологические показатели крови молоди карпа. Установлено положительное влияние фитобиотика «Пробиоцид-Фито» и УДЧ Zn на рост и гематологические показатели молоди карпа при включении их в рацион как отдельно, так и совместно. При этом более высокие значения роста, обменных процессов, иммунного статуса были получены при совместном введении в рацион рыб фитобиотика «Пробиоцид-Фито» и УДЧ Zn в дозировках 2 г/кг и 10 мг/кг корма, соответственно.

Ключевые слова: кормовые добавки, фитобиотические препараты, ультрадисперсные частицы, цинк, морфологические показатели крови, карп, кормление.

The effect of ultrafine zinc particles and phytobiotics on the growth and hematological parameters of juvenile carp

Julia' V. Kilyakova
Elena' P. Miroshnikova
Azamat' E. Arinzhanov
Marina' S. Mingazova

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Orenburg State University», Orenburg

Abstract. The article presents the results of the biological effect of the feed phytobiotic additive "Probiocide-Phyto" and ultrafine zinc particles (UDP) on the growth and morphological parameters of the blood of juvenile carp. The positive effect of the phytobiotic "Probiocid-Phyto" and UDP Zn on the growth and hematological parameters of juvenile carp has been established when they are included in the diet both separately and together. At the same time, higher values of growth, metabolic processes, and immune status were obtained when the phytobiotic Probi-

oxide-Phyto and UDP Zn were co-administered to the fish diet in dosages of 2 g/kg and 10 mg/kg of feed, respectively.

Keywords: Feed additives, phytobiotic preparations, ultrafine particles, zinc, morphological parameters of blood, carp, feeding.

Введение. Применение разнообразных добавок при кормлении в рыбоводстве необходимо для предотвращения отрицательного действия некоторых факторов среды, стимуляции роста, улучшения функций иммунной системы [1]. В качестве кормовых добавок в аквакультуре используются пробиотики, пребиотики, а также фитобиотики и ультрадисперсные частицы металлов.

Фитобиотики хорошо зарекомендовали себя как альтернатива антибиотикам. Экстракты растений не вызывают побочного эффекта антибиотиков – не приводят к антибиотикорезистентности, способствуют увеличению продуктивности рыб за счет повышения усвояемости кормов [2].

Уникальные свойства ультрадисперсных материалов заключаются в ингибировании активности ферментов, мобилизации иммунной системы, увеличении стрессоустойчивости организма животных. Благодаря своим размерам они способны проникать в клетки и действовать на клеточном и молекулярном уровне [3].

Материалы и методы исследований. Исследования проведены на базе кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры Оренбургского государственного университета в условиях аквариумного стенда. Методом параналогов было сформировано 4 группы рыб (n=30). Контрольная группа получала основной рацион (ОР), I опытная группа – ОР + фитобиотик «Пробиоцид-Фито» в количестве 2 г/кг корма, II группа – ОР + УДЧ Zn (10 мг/кг корма), III группа – ОР + фитобиотик «Пробиоцид-Фито» (2 г/кг корма) + УДЧ Zn (10 мг/кг корма).

В качестве ОР использован комбикорм КРК-110 производства ОАО «Оренбургский комбикормовый завод» (г. Оренбург). Фитобиотическая кормовая добавка «Пробиоцид-Фито» изготовлена на основе смеси эфирных масел (ООО «БИОТРОФ»). УДЧ Zn диаметром 90 нм, удельная поверхность – 5,34 м²/г (ООО «Передовые порошковые технологии», г. Томск). УДЧ вводили в корм после диспергирования частиц в физиологическом растворе.

Образцы крови отбирали в конце эксперимента в вакуумные пробирки с ЭДТА-К3 по общепринятым методикам из хвостовой вены. Морфологические показатели крови оценивались в ЦКП ФНЦ БСТ РАН по стандартным методикам [4].

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США). Определение достоверности различий определяли по t-критерию Стьюдента. Достоверными считали результаты при P≤0,05.

Результаты исследований и их обсуждение. Включение в рацион фитобиотика «Пробиоцид-Фито» и УДЧ Zn положительно отразилось на интен-

сивности роста рыб. В I и II опытных группах достоверная разница относительно контрольной группы зафиксирована, начиная с 4 недели эксперимента, и составила 11 % ($P \leq 0,05$) и 10,3 % ($P \leq 0,05$), соответственно. В III опытной группе достоверная разница зафиксирована начиная с 3 недели эксперимента – 12 % ($P \leq 0,05$). Повышение интенсивности роста рыб опытных групп отмечено вплоть до конца эксперимента (рисунок 1), при этом наилучший ростостимулирующий эффект наблюдали при совместном включении в рацион фитобиотика «Пробиоцид-Фито» и УДЧ Zn – масса рыб превышала контроль на 18,4 % ($P \leq 0,05$).

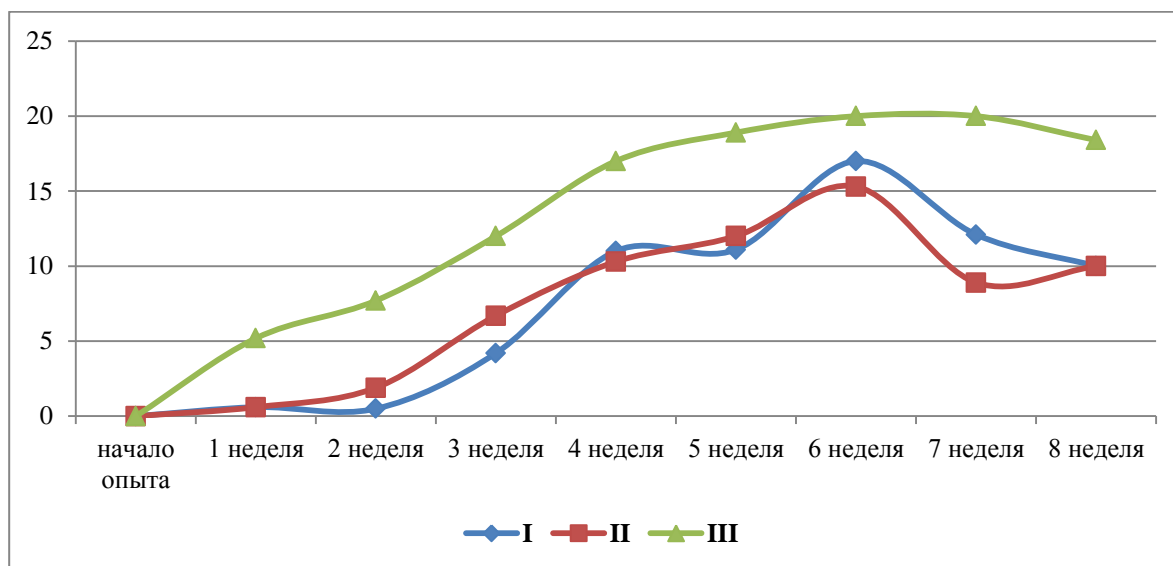


Рисунок 1. Разница живой массы рыб опытных групп по сравнению с контрольной, %

Анализ морфологического состава крови молоди карпа показал, что количество гемоглобина, средний объем эритроцитов, ширина распределения эритроцитов, скорость оседания эритроцитов (СОЭ) во всех опытных группах не имели достоверных различий и были приближены к контрольным значениям (табл. 1).

Таблица 1 - Морфологический состав крови молоди карпа

Показатель	Группа			
	Контроль	I	II	III
Лейкоциты, $10^9/\text{л}$	99±5,5	44,5±5,0***	101,4±7,9	82,8±6,0*
Эритроциты, $10^{12}/\text{л}$	0,51±0,05	0,37±0,07	0,77±0,08*	0,38±0,06
Тромбоциты, $10^9/\text{л}$	32± 4,0	35±4,3	48±5,0**	32±3,8
Гемоглобин, г/л	115±8,0	111±7,7	105 ±6,7	101±5,5
Гематокрит, %	10,5±0,35	10,6±0,9	16,5±1,5**	9,2±0,73
Средний объем эритроцитов, фл	202,8±9,0	221±11,7	215,2±10,9	213,4±11,4
Ширина распределения эритроцитов, %	33,3± 4,0	39,6±4,5	25,4±2,7	28,9±3,5
Лимфоциты, $10^9/\text{л}$	72,3 ± 4,5	73±5,2	98,8±10*	80± 7,5
СОЭ, мм/ч	4	4	3	3

* - $P \leq 0,05$; ** - $P \leq 0,01$; *** - $P \leq 0,001$

Количество лейкоцитов в I и III опытных группах было достоверно ниже контроля на 55,1 % ($P \leq 0,001$) в I группе и на 16,4 % ($P \leq 0,05$) в III группе. Количество эритроцитов во II опытной группе оказалось значительно выше контрольной на 51 % ($P \leq 0,05$).

Во II опытной группе зафиксировано высокое количество тромбоцитов и лимфоцитов, значения были выше контрольных на 50 % ($P \leq 0,01$) и на 36,7 % ($P \leq 0,05$), соответственно. Гематокрит только во II опытной группе оказался выше контроля на 57,1 % ($P \leq 0,01$).

Кровь любого живого организма одной из первых реагирует на все изменения, происходящие с организмом, и является своеобразным маркером состояния организма. Количество лейкоцитов в группах, получавших «Пробиоцид-Фито» и совместно ультрадисперсные частицы цинка и фитобиотик, оказалось ниже контроля, что, скорее всего, связано с лучшей и более быстрой адаптацией организма рыб к условиям содержания и кормления. Повышение количества лимфоцитов и тромбоцитов у карпов опытных групп свидетельствует о высокой степени развития клеточного иммунитета [2].

Содержание гемоглобина во всех группах оказалось выше физиологической нормы для карповых [1]. Высокие концентрации гемоглобина указывают на активные метаболические процессы, усиление дыхания рыбы, активное насыщение клеток тела кислородом.

Гематокрит в группе, получавшей УДЧ цинка, имел максимальные значения и значительно превысил значения этого показателя в контрольной группе, что свидетельствует об активных окислительно-восстановительных процессах в организме [5].

Средний объем эритроцитов и ширина распределения эритроцитов только в первой опытной группе, получавшей фитобиотическую добавку «Пробиоцид-Фито», оказались выше контроля. Скорость оседания эритроцитов во всех опытных группах была в пределах физиологической нормы. Нормальные значения этого показателя доказывают отсутствие воспалительных процессов в организме и свидетельствуют о стабильности белкового состава плазмы крови [6].

Выводы. Результаты наших исследований установили положительное влияние фитобиотика «Пробиоцид-Фито» и УДЧ Zn на рост и гематологические показатели молоди карпа при включении их в рацион как отдельно, так и совместно. При этом более высокие значения роста, обменных процессов, иммунного статуса были получены при совместном введении в рацион рыб фитобиотика «Пробиоцид-Фито» и УДЧ Zn в дозировках 2 г/кг и 10 мг/кг корма, соответственно.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 23-76-10054.

Список источников

1. Ахметова, В.В. Оценка морфологической и биохимической картины крови карповых рыб, выращиваемых в ООО «Рыбхоз» Ульяновского района Ульяновской области / В.В. Ахметова, С.Б. Басина // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. №3 (31). - С. 53-58.
2. Мирошникова, Е.П. Гематологические параметры молоди карпа на фоне введения в рацион экстракта коры дуба (*Quercus cortex*) / Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова, А.Е. Аринжанов, С.В. Пономарев, М.С. Мирошникова // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2019. №4. – С. 124-131. DOI: 10.24143/2073-5529-2019-4-124-131.
3. Аринжанова, М.С. Ультрадисперсные препараты металлов микроэлементов: опыт использования и перспективы применения в аквакультуре (обзор) / М.С. Аринжанова // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105, № 1. - С. 8-30. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-1-8>.
4. Серпунин, Г.Г. Методы гематологических исследований рыб / Г.Г. Серпунин, Л.В. Савина. - Калининград: 2005. - 53 с.
5. Саблин, С.Г. Динамика живой массы и морфологический состав карпа при скармливании препробиотика в прудовом рыбоводстве / С.Г. Саблин, В.Е. Улитко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. - №1(37). – С. 140-144. DOI 10.18286/1816-4501-2017-1-140-144.
6. Ziółkowska, E. Effects of a Trans-Galactooligosaccharide on Biochemical Blood Parameters and Intestine Morphometric Parameters of Common Carp (*Cyprinus carpio* L.) / E. Ziółkowska, J. Bogucka, A. Dankowiakowska, M. Rawski, J. Mazurkiewicz, M. Stanek // *Animals (Basel)*. 2020 Apr 21;10(4):723.

© Килякова Ю.В., Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Мингазова М.С., 2024

Содержание химических элементов в мышечной ткани рыб

Марина Сергеевна Мингазова^{1,2}
Елена Петровна Мирошникова¹
Юлия Владимировна Килякова¹
Азамат Ерсайнович Аринжанов¹

¹Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

²Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, г. Оренбург

Аннотация. В статье представлен материал по влиянию биологически активных веществ – ванилина, ферментных препаратов Амилосубтилин и Глюкаваморин и ультрадисперсных частиц SiO₂ – в рационе карпа на содержание химических элементов в мышечной ткани рыб. Было выявлено, что дополнительное внесение к основному рациону биологически активных веществ приводит к снижению уровня ряда макро- и микроэлементов в мышцах рыб, оказывая положительное действие на повышение активности антиоксидантных ферментов.

Ключевые слова: аквакультура, кормление, карп, микроэлементы

The content of trace elements in the muscle tissue of fish

Marina' S. Mingazova^{1,2}
Elena' P. Miroshnikova¹
Julia' V. Kilyakova¹
Azamat' E. Arinzhanov¹

¹Orenburg State University, Orenburg

²Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg

Abstract. The article presents material on the effect of biologically active substances – vanillin, enzyme preparations Amylosubtilin and Glucavamorin and ultrafine particles SiO₂ in the diet of carp on the content of trace elements in the muscle tissue of fish. It was found that the additional addition of biologically active substances to the basic diet leads to a decrease in the level of a number of macro- and trace elements in the muscles of fish, having a positive effect on increasing the activity of antioxidant enzymes.

Keywords: aquaculture, feeding, carp, trace elements

Введение. Употребление рыбы занимает важную часть рациона человека, так как она является ценным источником необходимых белков, витаминов, минералов, жиров и других питательных веществ, необходимых для здоровья

[5, 6]. Современный опыт использования биологически активных веществ свидетельствует об их положительном влиянии на прирост живой массы рыб и общее физиологическое состояние. Также добавки к основному рациону способны повысить иммунитет рыб и улучшить темпы выращивания гидробионтов в условиях аквакультуры [3, 8]. Исследование элементного состава мышечной ткани позволяет установить действие биологически активных веществ, входящих в рацион рыб, на их организм и оценить воздействие препаратов на условия выращивания и кормления [1, 2, 4].

Цель исследования – изучить действие биологически активных веществ на концентрацию элементов в мышечной ткани карпа.

Материалы и методы исследований. Исследование проведено на базе кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры Оренбургского государственного университета. В качестве объекта исследования были использованы годовики карпа. Группы сформированы методом пар-аналогов ($n = 25$).

Контрольная группа потребляла основной рацион, представленный кормом КРК-110 (ОАО «Оренбургский комбикормовый завод»). Опытным группам в учётный период (56 суток) дополнительно к рациону были включены биологически активные вещества: I опытная – ОР + ванилин (250 мг/кг корма), II опытная – ферментные препараты Амилосубтилин (0,5 г/кг корма) и Глюкаваморин (0,5 г/кг корма), III опытная – ультрадисперсные частицы (УДЧ) SiO_2 (200 мг/кг корма).

Анализ концентрации химических элементов в мышечной ткани карпа был выполнен в лаборатории ООО «Микронутриенты» г. Москва (лицензия № Л041-01137-77/00370156 от 25.04.2013 г.).

Статистический анализ проведен методом вариационной статистики по Стьюденту в программном обеспечении «Excel» («Microsoft», США) и «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США). Статистически значимым считалось значение с $P \leq 0,05$, $P \leq 0,01$ и $P \leq 0,001$.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате использования в рационе карпа биологически активных веществ – ванилина, ферментных препаратов Амилосубтилин и Глюкаваморин, а также УДЧ SiO_2 было установлено, что в мышечной ткани рыб происходило снижение ряда макро- и микроэлементов (рисунок 1).

При дополнительном включении в рацион ванилина в I опытной группе зафиксировали снижение ряда показателей. Так, уровень макроэлементов в I опытной группе был ниже контрольной: калия – на 30,7 % ($P \leq 0,05$) и фосфора – 19,3 % ($P \leq 0,05$).

При оценке концентрации эссенциальных и условно-эссенциальных микроэлементов для I опытной группы было зафиксировано снижение в сравнении с контрольной группой от 25,7 % ($P \leq 0,05$) до 71,7 % ($P \leq 0,001$) среди таких показателей, как кобальт – на 25,7 % ($P \leq 0,05$), литий – на 43,2 % ($P \leq 0,01$), никель – на 35,4 % ($P \leq 0,01$), кремний – на 45,2 % ($P \leq 0,001$), цинк – на 30,8 % ($P \leq 0,01$), хром – на 54,7 % ($P \leq 0,001$) и бор – на 71,7 % ($P \leq 0,001$). При этом уровень марганца был выше контроля на 29,2 % ($P \leq 0,05$).

При использовании ферментных препаратов Амилосубтилин и Глюкаваморин было выявлено, что концентрация элементов в мышцах карпа снижается. Во II опытной группе отмечено снижение уровня кальция на 19,9 % ($P \leq 0,05$) относительно контроля. При анализе микроэлементов установлено снижение уровня таких показателей, как кобальт – на 34,3 % ($P \leq 0,05$), хром – на 45,3 % ($P \leq 0,01$), йод – на 50,5 % ($P \leq 0,01$), литий – на 74,1 % ($P \leq 0,001$), никель – на 47,6 % ($P \leq 0,001$), кремний – на 49,8 % ($P \leq 0,001$), цинк – на 76,7 % ($P \leq 0,001$) и бор – на 31,3 % ($P \leq 0,01$).

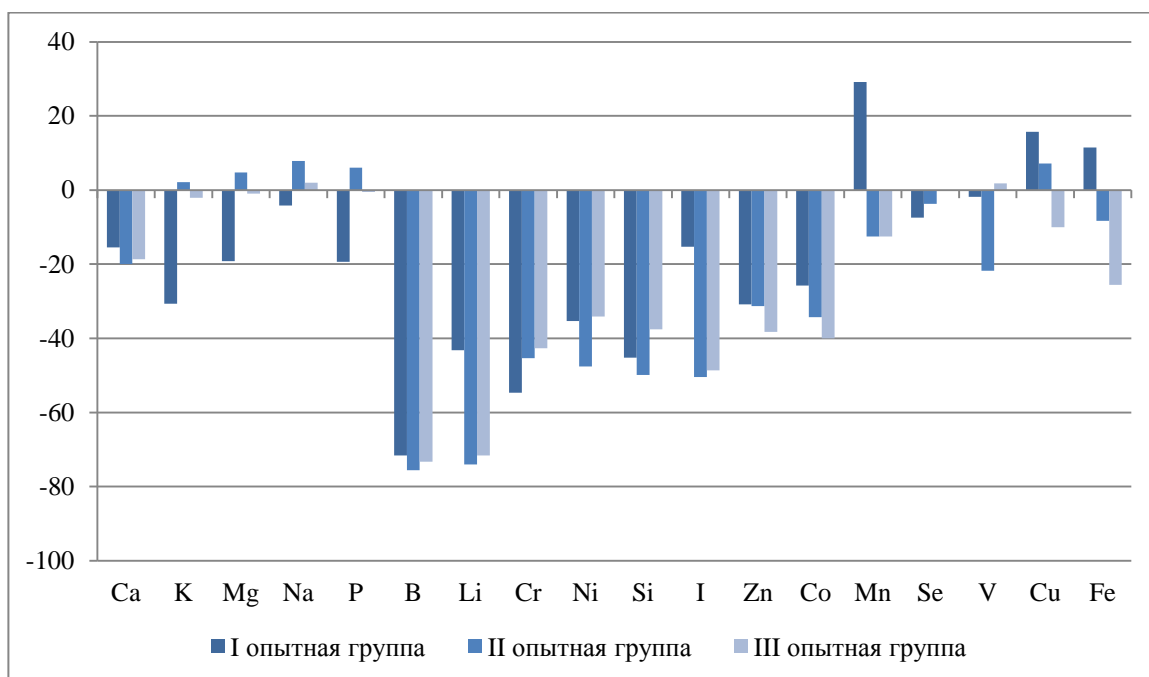


Рисунок 1. Содержание элементов в мышечной ткани карпа опытных групп в сравнении с контрольной, %

При использовании УДЧ SiO_2 зафиксировано, что уровень макроэлементов не имел статистически значимых различий с контрольной группой. При том в III группе снижался уровень следующих микроэлементов: кремния – на 37,5 % ($P \leq 0,01$), кобальта – на 40,0 % ($P \leq 0,05$), железа – на 25,6 % ($P \leq 0,05$), хрома – на 42,7 % ($P \leq 0,01$), лития – на 71,6 % ($P \leq 0,001$), никеля – на 34,1 % ($P \leq 0,01$), цинка – на 73,2 % ($P \leq 0,001$), бора – на 38,3 % ($P \leq 0,01$) и йода – на 48,6 % ($P \leq 0,01$).

В результате эксперимента нами зафиксировано, что ряд макро- и микроэлементов снижался, что может указывать на повышение активности антиоксидантных ферментов при использовании в рационе биологически активных веществ, что согласуется с исследованиями других учёных [7]. При этом уровень ряда жизненно важных элементов (медь, цинк, селен и железо) не имел статистически значимых различий с контролем, за исключением III группы.

Выводы. Таким образом, дополнительное включение в рацион карпа биологически активных веществ привело к общему снижению концентрации макроэлементов, эссенциальных и условно-эссенциальных микроэлементов в мышечной ткани рыб. Было установлено, что ферментные препараты Амилосубтилин и Глюкаваморин и УДЧ SiO_2 показали похожие результаты на со-

держание элементов в мышечной ткани рыб: отмечена общая тенденция к снижению уровня макро- и микроэлементов. В то же время при использовании ванилина установлено снижение макро- и микроэлементов, за исключением марганца.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 23-76-10054.

Список источников

1. Аринжанов, А. Е. Влияние ультрадисперсных частиц сплава Cu-Zn и пробиотического штамма *Vacillus subtilis* на элементный статус стерляди / А. Е. Аринжанов // Животноводство и кормопроизводство. – 2022. – Т. 105. – № 4. – С. 21–34.

2. Зуева, М. С. Влияние пробиотиков на элементный состав мышечной ткани карпа / М. С. Зуева, Е. П. Мирошникова, А. Е. Аринжанов, Ю. В. Килякова // Животноводство и кормопроизводство. – 2023. – Т. 106. – № 2. – С. 8–20.

3. Зуева, М. С. Современный опыт включения биологически активных кормовых добавок в рацион рыб / М. С. Зуева // Животноводство и кормопроизводство. – 2022. – Т. 105. – № 4. – С. 146–164.

4. Мирошникова, Е. П. Оценка элементного статуса карпа, выращиваемого на рационе с включением пробиотических препаратов / Е. П. Мирошникова, А. Е. Аринжанов, Ю. В. Килякова, М. С. Зуева // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2022. – № 1. – С. 83–88.

5. Ikem, A. Dietary exposure assessment of selected trace elements in eleven commercial fish species from the Missouri market / A. Ikem, J. Garth // Heliyon. – 2022. – V. 8 (9). – e10458.

6. Mohammady, E. Y. Nano Iron Versus Bulk Iron Forms as Functional Feed Additives: Growth, Body Indices, Hematological Assay, Plasma Metabolites, Immune, Anti-oxidative Ability, and Intestinal Morphometric Measurements of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* / E. Y. Mohammady [et al.] // Biological Trace Element Research. – 2024. – V. 202 (2). – P. 787–799.

7. Sarkar, M. M. Evaluation of heavy metal contamination in some selected commercial fish feeds used in Bangladesh / M. M. Sarkar [et al.] // Biological Trace Element Research. – 2022. – V. 200. – P. 844–854.

8. Sumana, S. L. Effect of Dietary Selenium on the Growth and Immune Systems of Fish / S. L. Sumana [et al.] // Animals (Basel). – 2023. – V. 13 (18). – P. 2978.

© Мингазова М.С., Мирошникова Е.П., Килякова Ю.В., Аринжанов А.Е., 2024

Эффективность использования кормовой добавки с вермимукой для промышленного рыбоводства

Ирина Васильевна Поддубная
Оксана Николаевна Руднева
Оксана Александровна Гуркина
Евгений Викторович Орленко

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

Аннотация. В последнее время активно проводят исследования по поиску биологически ценных и доступных кормовых добавок для промышленного выращивания гидробионтов. В этом отношении червь «Владимирский старатель» является весьма перспективным источником незаменимых аминокислот, жирных кислот, макро- и микроэлементов, витаминов. В данной работе описан опыт использования кормовой добавки с вермимукой для объектов промышленного рыбоводства. Отражены преимущества данной добавки.

Ключевые слова: компостные черви, вермимука, кормовая добавка, кормовой рацион

Efficiency of using feed additive with vermiflour for industrial fish farming

Irina' V. Poddubnaya,
ksana' N. Rudneva,
Oksana' A. Gurkina,
Evgeniy' V. Orlenko

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. Recently, research has been actively carried out to find biologically valuable and affordable feed additives for the industrial cultivation of aquatic animals. In this regard, the Vladimir Prospector worm is a very promising source of essential amino acids, fatty acids, macro- and microelements, and vitamins. This paper describes the experience of using a feed additive with vermiflour for industrial fish farming facilities. The advantages of this additive are reflected.

Keywords: compost worms, vermicompost, feed additive, feed ration

Введение. В нашей стране при выращивании объектов промышленного рыбоводства главным образом используют зарубежные комбикорма. Однако в современных реалиях их приобретение весьма затруднено, что обусловлено высокой ценой, нарушением логистических связей и санкционным прессингом. Поэтому ведутся активные разработки по развитию отечественной комбикормовой промышленности и поиску доступных кормовых добавок [1].

Для получения белка используют насекомых, водорослей и других беспозвоночных, и червей в качестве корма для гидробионтов [3, 4].

По химическому составу в червях содержится 80 - 87 % воды, в сухом веществе обнаружено 56 - 82 % белка и до 12 % жира, а также макро- и микроэлементы, ферменты, витамины А и В.

Таким образом, питательная и энергетическая ценность компостных червей обусловлена наличием качественных органических компонентов, что позволяет использовать муку из них в качестве высокоценного белка для сельскохозяйственных животных [2].

Цель работы – определить эффективность применения кормовой добавки с вермимукой для гидробионтов.

Материалы и методы. Опыт проводили в научно-исследовательской лаборатории «Прогрессивных биотехнологий» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова». Из биомассы свежих червей была изготовлена мука по авторской технологии.

Белковая добавка из компостного червя была введена в осетровый производственный комбикорм «Оптима» в количестве 5 % и 7 % с заменой тождественного количества рыбной муки на комбикормовом заводе ООО «Прометрика» (индустриальный партнер ФГБОУ ВО Вавиловский университет).

По принципу групп-аналогов сформировали три подопытные группы из 30 гибридных особей сеголетков гибрида русского и сибирского осетра со средней массой около 304 г и разместили их по 10 экземпляров в три аквариума объемом 250 л каждый.

Суточную дачу корма рассчитывали по общепринятой методике, с учетом температуры воды, содержания в воде растворенного кислорода и массы рыбы.

Результаты исследований. Знание и контроль качества биологической полноценности кормов способствует уточнению параметров содержания питательных веществ в кормах разной технологии приготовления, а также выявляет определенные закономерности, позволяющие повышать эффективность их продуктивного использования, на основе правильного балансирования состава.

Компоненты комбикормов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Компоненты комбикормов, %

Компонент корма	комбикорм «Оптима»	1-опытный комбикорм	2-опытный комбикорм
рыбная мука	50,0	45,0	43,0
вермимука	-	5,0	7,0
мясная мука	10,0	10,0	10,0
пшеничная мука	10,0	10,0	10,0
глютен кукурузный	5	5	5
глютен пшеничный	4,0	4,0	4,0
шрот соевый	10,0	10,0	10,0
люпин	10,0	10,0	10,0
премикс	1,0	1,0	1,0

Контрольная группа получала сбалансированный по питательным веществам продукционный комбикорм с размером гранул 4 мм. Первая опытная группа получала корм с добавлением 5 % белковой добавки из компостного червя от количества рыбной муки в комбикорме, вторая, соответственно, 7 %.

Питательность кормов определяется по их химическому составу, количеству переваримых веществ и энергии, используемых организмом рыб. Химический состав комбикормов, скармливаемых подопытным группам представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав образцов кормов для осетров, %

Показатель	комбикорм «Оптима»	1-опытный комбикорм	2-опытный комбикорм
Влага	28,75	30,68	30,64
Сырой протеин	46,00	45,50	44,70
Сырой жир	15,00	15,72	16,96
Сырая клетчатка	1,90	1,90	1,90
Сырая зола	8,00	5,70	5,30
Кальций	-	2,61	2,67
Фосфор	1,00	1,38	1,25
Общая энергия (МДж/кг)	15,21	15,15	15,17
Витамин А (М.Е./кг)	12000	12000	12000
Витамин D ₃ (М.Е./кг)	2100	2100	2100
Витамин Е (мг/кг)	340	340	340
Витамин С (мг/кг)	525	525	525

Согласно данным таблицы 2 отмечено преобладание липидов во 2-м опытном комбикорме с 7 %-м содержанием вермикуки, что на 2,24 % выше по сравнению с контролем.

Аминокислоты занимают ключевое положение в клеточном обмене, поскольку практически все биохимические реакции, катализируемые ферментами, представлены аминокислотными остатками. Аминокислоты важны для углеводного и липидного обменов, для синтеза тканевых белков и многих других соединений, а также в качестве метаболического источника энергии.

Аминокислотный состав кормов представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Аминокислотный состав образцов кормов, г/100 г

Аминокислоты	комбикорм «Оптима»	1-опытный комбикорм	2-опытный комбикорм
Гидроксипролин	0,65	0,65	0,71
Аспарагиновая кислота	2,96	3,42	4,78
Серин	1,45	1,67	2,11
Глутаминовая кислота	4,85	5,59	7,83
Глицин	1,91	2,20	2,74
Гистидин	0,76	0,88	0,99
Аммоний	0,39	0,45	0,64
Треонин	1,17	1,35	1,73
Аргинин	1,64	1,90	2,34

Аланин	1,62	1,86	2,73
Пролин	1,60	1,85	2,37
Цистин	0,07	0,08	0,08
Тирозин	0,98	1,15	1,28
Валин	1,17	1,35	1,86
Метионин	0,44	0,51	0,59
Лизин	1,56	1,80	3,16
Изолейцин	0,90	1,04	1,40
Лейцин	2,29	2,64	3,57
Фенилаланин	1,55	1,79	1,94
Всего	27,31	32,17	42,85

Анализ данных, представленных в таблице, показал, что содержание метионина было наибольшим в комбикорме с 7 % содержанием вермикуки – 0,59 г, что выше на 34,1 %, его значения в образце контрольного корма.

По содержанию треонина преимущество наблюдалось также за образцом 2-опытного корма, что на 47,9 % больше значений контрольной группы. По количеству лизина опытный корм с 7 % содержанием муки из червя в 2 раза превысил контрольный образец. Подобная тенденция наблюдается по всем остальным аминокислотам комбикорма.

Основными показателями, характеризующими рост и развитие рыбы, являются ее масса и промеры, отражающие влияние условий кормления и содержания.

На начало эксперимента средняя масса особей во всех группах была примерно одинаковой и была на уровне 304,0 г (таблица 4). К концу опыта максимальная средняя масса наблюдалась у особей 2-й опытной группы 454,0 г, что на 55 г выше по сравнению со средней массой осетров в контрольной группе.

Таблица 4 – Динамика массы рыбы

Показатель	Группа		
	контроль	1-опытная	2-опытная
Масса всей рыбы на начало опыта, г	3040,0	3040,0	3040,0
Средняя масса 1 особи, г	304,0±1,36	304,0±1,03	304,0±0,63
Масса всей рыбы в середине опыта, г	3350,0	3520,0	3590,0
Средняя масса 1 особи, г	335,0±0,38	352,0±0,42***	359,0±0,44***
Валовый прирост рыбы, г	310,0	480,0	550,0
Прирост 1 особи, г	31,0	48,0	55,0
Масса всей рыбы на конец опыта, г	3990,0	4340,0	4540,0
Средняя масса 1 особи, г	399,0±0,77	434,0±0,31***	454,0±0,27***
Валовый прирост рыбы, г	950,0	1300,0	1500,0
Прирост 1 особи, г	95,0	130,0	150,0

*** $P \geq 0,999$

Экономическая эффективность представляет собой величину, исчисляемую соотношением полученных результатов и затрат на производство продукции.

В конце опыта была рассчитана экономическая эффективность.

Таблица 5 – Экономическая эффективность производства рыбы

Показатель	Группа		
	контрольная	1-опытная	2-опытная
Ихтиомасса в начале опыта, кг	3,04	3,04	3,04
Ихтиомасса в конце опыта, кг	3,99	4,34	4,54
Стоимость 1 кг посадочного материала, руб.	1200,0	1200,0	1200,0
Стоимость всего посадочного материала, руб.	3648,0	3648,0	3648,0
Стоимость скормленных кормов, руб.	636,3	672,7	696,1
Затраты вермимуки, кг	-	0,08	0,12
Стоимость 1 кг вермимуки, руб.	-	102,0	102,0
Прочие затраты, руб.	206,9	217,6	224,7
Себестоимость рыбы, руб.	4491,2	4538,3	4568,8
Себестоимость 1 кг рыбы, руб.	1125,6	1045,7	1006,3
Цена реализации 1 кг осетра, руб.	1300,0	1300,0	1300,0
Выручка от реализации, руб.	5187,0	5642,0	5902,0
Прибыль, руб.	695,8	1103,7	1333,2
Уровень рентабельности, %	15,5	24,3	29,2

В статью себестоимости производства рыбы были включены основные затраты, связанные с ее выращиванием: покупка посадочного материала, корма и прочие. В прочие затраты входит оплата труда, затраты на электричество, воду и др.

Прибыль от реализации всей рыбы во 2-й опытной группе превысила аналогичный показатель в контроле на 637,4 руб.

Наивысший уровень рентабельности отмечается во 2-й опытной группе 29,2 %, что на 13,7 % выше, чем в контрольной группе.

Заключение. Таким образом, использование кормовой добавки с вермимукой предлагаемой в качестве источника питательных веществ с оптимальным соотношением жира и белка, а также высокоценным аминокислотным составом благоприятно действует на рост и развитие осетров, а также способствует увеличению экономической эффективности.

Данные работы интеллектуальная собственность по теме «Разработка нового безинъекционного способа введения лекарственных и гормональных средств для лечения и профилактики болезней рыб на основе использования наногубки как биологически активной субстанции» защищена.

Список источников

1. Мельник, И.А. Вермикультура: производство и использование / И.А. Мельник, М.М. Городний, М.Ф. Повхан, В.С. Гитилис // К.,Укр. ННТЕИ, 1994. – 128 с.
2. Титов, И.Н. Дождевые черви. М.:000 «МФК Точка опоры», 2012. - С. 272.
3. Титов, И.Н., Усоев, В.М. Вермикультура возобновляемый источник сырья для получения животного белка и биологически активных веществ (БАВ). Обзор // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2012, № 2 (8), С. 74-80.
4. Титов, И.Н., Ильин, Е.А. Вермикультура как источник препаратов биологически активных веществ // Гуминовые вещества в биосфере. Тр. II Междун. конф., Москва, 3-6 февраля 2003.М.: Изд-во МГУ, 2004. С. 206-208.

© Поддубная И. В., Руднева О. Н., Гуркина О. А., Орленко Е.В., 2024

Современное состояние и пути усовершенствования комбикормов для ценных видов рыб

Анна Владимировна Резепова

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

Аннотация. В статье представлено современное состояние производства комбикормов для ценных видов рыб и перспективы развития. Отражено текущее положение комбикормового завода «Прометрика» на рынке РФ, представлены планы дальнейшего развития предприятия.

Ключевые слова: аквакультура, рыбоводство, корма, кормление

Current state and ways to improve feed for valuable fish species

Anna' V. Rezepova

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. The article presents the current state of production of compound feed for valuable fish species and development prospects. The current position of the «Prometrika» feed mill on the Russian market is reflected, plans for further development of the enterprise are presented.

Keywords: aquaculture, fish farming, feeds, feeding

Аквакультура – это динамично развивающаяся отрасль сельского хозяйства Российской Федерации. Достаточно долгое время основными объектами товарного выращивания являлись карповые виды. Однако с развитием индустриального рыбоводства наиболее выражена положительная тенденция в изменении видовой структуры за счёт увеличения объёмов производства лососевых видов рыб. Несмотря на изобилие российских водных ресурсов, которые можно использовать в качестве приёмных мощностей для производства товарной рыбы, в настоящее время, в связи с происходящими процессами в экономике и обществе, все больший интерес вызывает развитие аквакультурных проектов на основе установок замкнутого цикла и садкового выращивания рыбы, так называемое индустриальное рыбоводство [1].

Высокий уровень выращивания рыбы в индустриальных условиях достигается за счёт рационального кормления и применения высокоэффективных комбикормов. Качественные и доступные комбикорма – фундамент аквакультуры. Не секрет, что в себестоимости выращиваемой рыбы 70 % – это кормовая составляющая. В настоящее время недостаточное развитие российского

производства высококачественных экструдированных комбикормов для ценных видов рыб является одним из главных сдерживающих факторов для отечественного индустриального рыбоводства. Тем не менее, важно отметить, что в настоящее время на территории Российской Федерации существует порядка 10 крупных заводов, выпускающих экструдированные комбикорма для ценных видов рыб, среди которых ООО «Прометрика» (г. Саратов), Применение современных технологий и оборудования на этом предприятии стало одним из факторов принципиального изменения качества рыбных комбикормов [1, 2, 3].

Благодаря модернизации предприятия, на выходе можно получить комбикорма с заданными качествами и параметрами. Так, использование в составе комбикормов от 19 – 28 ингредиентов дает возможность технологу оптимально сбалансировать рецептуру. Причем такой обширный состав не только удовлетворяет потребности рыбы во всех питательных веществах, но и предоставляет возможность регулировать технологическую цепочку производства. Производятся гранулы с различными физическими свойствами: плавающая, медленно тонущая и тонущая размерами от 1,5 мм до 12 мм, что позволит в полном объеме обеспечить хозяйства кормами на всех этапах выращивания. Так же в данный момент ведутся испытания кормов с фракцией 0,2-0,3; 0,5-0,8; 1-1,5 для личинок рыб.

На предприятии осуществляется тестирование на снижение объёма пыльности гранулы в процессе экструзии, ведь многие жаберные заболевания рыб связаны с пыльностью корма, т.к. мелкие частички корма (пыль) находятся в той же среде, что и рыба, часто в ограниченных (замкнутых) условиях выращивания. Данный показатель зависит от прочности и структуры гранулы, что позволяет избежать обрушения при транспортировке и в процессе хранения.

Также проведены испытания на сохранность корма, увеличение сроков хранения благодаря использованию специальных функциональных добавок, индивидуально разработанных для каждого рецепта корма. В том числе, отработана рецептура высокожирных кормов по стабилизации жира и его удержанию в грануле, что является собственной разработкой функциональных добавок совместно с технологическим процессом.

Предприятие ООО «Прометрика» не стоит на месте и в условиях импортозамещения внедряет новые инновационные подходы в изготовлении кормов для рыб. Так, в состав комбикормов вводятся альтернативные источники белка, исследуются функциональные добавки корма для повышения иммунитета рыб. К примеру, бетаглюкан — это полисахарид природного происхождения, другими словами, сложный углевод, обладающий длинной цепочкой структурного звена глюкозы. Основная его функция — повышение активности клеток иммунитета — макрофагов и лимфоцитов. Его уникальное воздействие позволяет продлить жизнедеятельность иммунных клеток и тем самым укрепить защитные силы организма рыбы.

С использованием натуральных компонентов в корме возможна профилактика и лечение грибковых и паразитарных заболеваний, таких как сапролегниоз и лососевая вошь, увеличение иммунного статуса рыбы за счёт снижения уровня стресса и качества витаминно-минерального профиля кормов. В данном случае, работа с ингредиентами природного происхождения дает возможность работы с предприятиями, производящими продукцию «Органик» и «Халяль». В планах у предприятия - создание целой линейки профилактических и лечебных кормов.

В целом, на сегодняшний день складывается достаточно хорошая ситуация для рынка России в условиях импортозамещения на фоне изменения экономики, так как именно сейчас многие российские производители, в том числе ООО «Прометрика» начали активно развиваться, расширять производство органических рецептур рыбных кормов.

Список источников

1. Волошин Г.А. О некоторых аспектах современного правового регулирования генетически модифицированных организмов в России / Г.А. Волошин, Е.Б. Акимов, Р.В. Артемов, В.В. Гершенская // Труды ВНИРО. - 2022. - Том 190. - С. 163-169.

2. Ласар Тауфик. Российская аквакультура: три проблемы и пути их решения. /Ласар Тауфик // Рыболовство и рыбоводство. – 2019. – № 6. – С. 33-34. /publikatsii/akvakultura/tri_problemy_rossiyskoy_akvakultury_i_puti_ikh_resheniya/

3. Импортозамещение в действии – все силы на развитие аквакультуры в стране: производство отечественных кормов для рыб выросло почти на 40%. // fish.gov.ru/otrasl-v-tsifrakh/2024/01/31/importozameshhenie-v-dejstvii-vse-sily-na-razvitie-akvakultury-v-strane-proizvodstvo-otechestvennyh-kormov-dlya-ryb-vyroslo-pochti-na-40/

© Резепова А.В., 2024

Физиологические особенности метаболизма рыб

Татьяна Викторовна Слащилина

Никита Алексеевич Быстрыков

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I», г. Воронеж

Аннотация. В статье представлен обзорный материал по метаболическим процессам в организме рыб

Ключевые слова: гидробионты, питательные вещества, обменные процессы в организме рыб

Physiological features of fish metabolism

Tatiana Viktorovna Slashchilina

Nikita Alekseevich Bystryukov

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I

Abstract. The article presents an overview of metabolic processes in the body of fish

Keywords: hydrobionts, nutrients, metabolic processes in the body of fish

Между живым организмом и окружающей средой существует постоянная тесная взаимосвязь, проявляющаяся прежде всего в поступлении пищевых веществ в организм в течение всей его жизни. Различают экзогенное питание (питательные вещества поступают извне) и эндогенное (использование резервных веществ организма). Для большинства наземных животных и рыб экзогенное питание является основным, или первичным, именно оно обеспечивает нормальную жизнедеятельность организма и накопление резервных веществ, используемых в случае необходимости как эндогенное питание. У некоторых видов рыб (сазан, сельдь, тихоокеанский лосось, осетровые и т.д.) эндогенное питание становится основным во время длительной зимовки или миграции. [1]

Основными компонентами пищи рыб, как и всех животных, являются белки, жиры и углеводы. Биохимическая функция желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) заключается в преобразовании сложных органических веществ в относительно простые, способные к всасыванию и усвоению. [2] Совокупность процессов механического и химического превращения сложных пищевых веществ в легкодоступные организму принято называть пищеварением. Роль желудочно-кишечного тракта рыб при этом не сводится только к перевариванию и всасыванию питательных веществ, одновременно он принимает уча-

ствие в выделении в полость ЖКТ эндогенных веществ (белков, липидов и т. д.), участвующих в метаболизме. Здесь эти вещества так же, как экзогенные, расщепляются и вновь всасываются. Таким образом, происходит кругооборот между кровью и пищеварительной системой, что важно для поддержания динамического состояния течения химических процессов в организме рыб в период длительного голодания.

Корректирующая деятельность ЖКТ проявляется в осуществлении регуляции приспособительных процессов, направленных на сбалансирование всасываемых в кишечнике смесей питательных веществ необходимыми соединениями, отсутствующими в пище или поступившими в недостаточном количестве.

Экскреторная функция проявляется в выделении с секретами желез (желчь, пищеварительные соки) из крови в полость ЖКТ продуктов обмена или токсических веществ, которые частично или полностью выводятся с фекалиями.

Особую роль в пищеварении играют процессы, обусловленные деятельностью кишечной микрофлоры, так как превращение пищевых веществ происходит не только при участии ферментов собственно организма, но и при участии ферментов, выделяемых микрофлорой.

Вода, минеральные вещества, витамины, гормоны небелковой природы и другие низкомолекулярные соединения поступают в кровь из ЖКТ практически без изменений.

В зависимости от характера питания различают три основные группы рыб: растительноядные (фитофаги), животнойядные (зоофаги), всеядные (зоофитофаги). Рыбоводы выделяют два типа: хищные и мирные.

Химическая структура употребляемой пищи сформировала в процессе эволюции соответствующие ферментативные системы и типы обмена веществ у биологических видов. Рыбы во многом являются типичными позвоночными животными. Вместе с тем водная среда обитания определяет специфику биохимических процессов пищеварения, что, в свою очередь, определяет имеющиеся некоторые отличительные черты обмена веществ. [1]

Жизнедеятельность, обмен веществ рыб неразрывно связаны с водой. Их организм приспособился не только к водной среде, но и к ее физико-химическим характеристикам. Для того чтобы рыбы нормально развивались, их метаболизм должен быть настроен на составляющие среды. Хотя некоторые виды рыб умеют адаптироваться к непривычным для них параметрам воды, это отразится на них в будущем, а различия между соленой и пресной водой столь значительны, что вообще не могут быть преодолены. Эти отличия обусловлены разнообразием поедаемой пищи, переключением с одной пищи на другую, наличием или отсутствием желудка, отсутствием химической и механической обработки пищи в ротовой полости, не всегда благоприятной реакцией среды для действия ферментов в отделах ЖКТ.

Знания пищевых потребностей рыб, процессов пищеварения, характера использования пищи позволят грамотно составлять искусственные кормовые смеси, обнаруживать причинно-следственную связь между кормлением и за-

болеванием организма и тем самым достигать максимально эффективного процесса ассимиляции пищи.

Список источников

1. Иванов, А.А. Физиология рыб: учебное пособие / А. А. Иванов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 288 с.
2. Мармурова, О.М. Экспертиза, идентификация и фальсификация рыбных изделий / О.М. Мармурова, М.А. Мармурова //Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации. Материалы VIII национальной научно-практической конференции с международным участием. Саратов, 2023. С. 131-136.

©Слацилина Т. В., Быстрыков Н. А., 2024

Перспективы использования личинки мухи черной львинки при создании высокоэффективных стартовых кормов для объектов аквакультуры, обладающих иммуностимулирующими свойствами: обзор

**Юлия Михайловна Ширина
Анна Владимировна Конькова
Иван Александрович Богатов
Дина Рубиновна Файзулина**

Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева,
г. Астрахань

Аннотация. В работе рассмотрены перспективы использования муки из личинок мухи черной львинки в составе кормов для объектов аквакультуры. Приведены литературные данные о питательной ценности личинок черной львинки, о механизмах иммуносимулирующего действия ее компонентов.

Ключевые слова: стартовые корма, аквакультура, черная львинка, альтернативные источники белка, иммуностимулирующие свойства

Prospects for the use of the larva of the black lion fly in the creation of highly effective starter feeds for aquaculture facilities with immunostimulating properties: overview

**Yulia M. Shirina
Dina R. Faizylina
Anna V. Konkova
Ivan. A. Bogatov**

Astrakhan State University named after V.N. Tatishchev, Astrakhan

Abstract. The paper considers the prospects of using flour from the larvae of the black lion fly as part of feed for aquaculture facilities. The literature data on the nutritional value of the larvae of the black lion, on the mechanisms of the immunostimulating effect of its components are presented.

Keywords: starter feeds, aquaculture, black lion cub, alternative protein sources, immunostimulating properties

По прогнозам Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединённых Наций (ФАО), к 2030 г. общий объем мирового производства рыбы и рыбопродуктов достигнет 204 млн. тонн (Состояние мирового рыболовства..., 2022). Основная роль отводится сектору аквакультуры, как самому быстрорастущему сектору агропромышленного комплекса России, а предприятия по производству сухих гранулированных кормов в нем являются ключе-

вым звеном. Главная функция комбикормовой промышленности заключается в удовлетворении потребностей объектов товарной аквакультуры, которые должны обеспечить население качественной рыбной продукцией. Развитие и модернизация данного сектора сельского хозяйства является основополагающей задачей и гарантом стабильности общества, несмотря на неблагоприятные геополитические условия, развивающиеся вокруг России (Григорьева, 2015). Предприятия, осуществляющие разведение высокоценных пород рыб, таких как осетровые и лососевые виды, в настоящее время практически на 100 процентов зависят от качества специализированных кормов. Создание индустрии производства рыбных кормов обеспечит кооперацию между сегментами рыболовства и товарной аквакультуры с возможностью выстраивания предприятиями вертикально интегрированных холдингов (Распоряжение Правительства РФ..., 2019).

Кормопроизводство в сфере аквакультуры на основе прорывных инновационных технологий предлагается реализовывать на альтернативных сырьевых источниках и технологиях их производства, соответствующих критериям устойчивого развития (Коноваленко и др., 2020). Текущее состояние и доминирующая технология кормопроизводства для объектов аквакультуры, основанная на принципе использования животного белка (рыбной муки), в настоящее время перестала отвечать долгосрочным целям устойчивого развития мирового сельского хозяйства и серьезно ограничивает развитие товарной аквакультуры (Лагуткина, 2017). Среди наиболее перспективных направлений технологий при производстве кормов для аквакультуры эксперты называют применение альтернативных источников белка, таких как белок насекомых (саранча, черная львинка, комнатная муха и др.) (Артемов и др., 2022).

Проблема стартовых кормов для молоди ценных видов рыб до сих пор остается очень актуальной, ввиду их малой эффективности и высокого отхода молоди в период перехода на экзогенное питание без дополнительного внесения живых кормов. Не все предприятия располагают свободными площадями для культивирования объектов естественной кормовой базы (науплии артемии, дафнии, гаммарусов и т.д.), которые являются основным источником белка в период перехода на активное питание. Одним из альтернативных источников белка в технологии кормов для аквакультуры может стать белок личинок мухи черной львинки (*Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758)), который характеризуется сбалансированным набором аминокислот и практически полностью соответствует аминокислотному составу рыбной муки. Жир львинки содержит большое количество лауриновой кислоты, которая известна своими бактерицидными свойствами, а также монолаурин, повышающий иммунитет и обладающий антибактериальной, антивирусной и противогрибковой активностью. В дополнение к этому львинка содержит антимикробные пептиды (цекропины, сартоксины, стомаксинины и др.), которые вместе с остальными биологически активными компонентами насекомого составляют мощный комплекс, оздоравливающий организм животного и позволяющий значительно снизить затраты на его содержание и выращивание (Шевченко, 2022). По-

нимание механизмов иммуносимулирующего действия компонентов львинки на рыб в раннем онтогенезе и применения полученных данных при создании стартовых кормов является приоритетным направлением агропромышленного комплекса ввиду отсутствия на российском рынке сбалансированных и высокоэффективных стартовых кормов для объектов аквакультуры.

При создании комбикормов для рыб используется преимущественно мука или обезжиренный концентрат из личинок мухи в виде мелкодисперсной высушенной биомассы (Артемов и др., 2023). Согласно многочисленным исследованиям данная мука имеет аминокислотный состав сходный с усредненным аминокислотным составом рыбной муки. Как потенциальный источник белка и эссенциальных аминокислот, липидов, специфических жирных кислот и даже функциональных молекул мука из личинок черной львинки хорошо зарекомендовала себя в качестве альтернативы рыбной муки в продукционных кормах для объектов аквакультуры. Частичная замена рыбной муки мукой из личинок черной львинки была успешно протестирована на различных видах рыб, включая радужную форель (Павлович и др., 2021; Fisher, 2020; Артемов и др., 2023).

Культивирование черной львинки в лабораторных условиях возможно проводить круглогодично, что обуславливает высокий интерес к ее разведению (Ушакова, Некрасов, 2015). Интерес к разведению и использованию черной львинки вызывают и такие факторы как биоконверсия субстрата, на котором обитает личинка, а также качественные и количественные показатели продуктов переработки биомассы насекомых, ее использование в животноводстве, аквакультуре, ветеринарии, фармакологии, косметологии. Личинка черной львинки прежде всего вызывает большой интерес благодаря своей питательности. Биомасса личинки, выращенной на органических отходах, в зависимости от субстрата, имеет в своем составе от 17 до 40% сырого протеина, и 4-42% жира. Кроме этого, личинки содержат ряд полезных органических элементов, таких как сырая клетчатка – около 7,0%; влага – около 7,9%; свободный экстракт азота – около 1,4%; зола – 14,6%; кальций – около 5,0%; фосфор – около 1,5% (Rana et al., 2015; Лихота, 2022). Содержание обменной энергии в рыбной муке составляет 22,3 МДж/кг, в муке из личинок черной львинки – 16,8 МДж/кг (табл. 2). Муку из личинок черной львинки можно использовать в рационах многих промысловых видов рыб, включая форель и осетровые (Лиман и др., 2021).

Кроме того, в качестве добавки в комбикорма для аквакультуры можно использовать липидный концентрат из насекомых. Уникальный состав делает его хорошей альтернативой используемым жировым добавкам, таким как рыбий жир и растительные масла. В составе жирных кислот личинок мухи черная львинка преобладают насыщенные: лауриновая – 47,06 %, пальмитиновая – 15,17, миристиновая – 10,48, стеариновая – 3,47 %. Доля ненасыщенных кислоты не превышает 12,0 %. Высокое содержание в жире личинок жирных кислот средней цепи (C8-C12) обеспечивает поступление легко усваиваемого источника энергии, что особенно важно для молоди рыб, подверженной воз-

действию внешнего стресса, а также для холодноводных рыб (Лиман и др., 2021).

Таким образом, использование муки из личинок мухи черной львинки в составе кормов для объектов аквакультуры вполне возможно и целесообразно. Использование этого белка в рыбных кормах позволит получать высококачественные комбикорма, включая стартовые, необходимые для нормального роста и развития гидробионтов.

Статья подготовлена при финансовой поддержке Астраханского государственного университета им. В.Н. Татищева за счет средств Конкурса «Молодежь в науке» ФГБОУ ВО «АГУ им. В.Н. Татищева» в рамках реализации Программы развития университета на 2021-2030 гг. (Приоритет - 2030).

Список источников

1. Артемов, Р.В. Альтернативные источники протеина в комбикормах для объектов аквакультуры / Р.В. Артемов, В.В. Гершунская, М.В. Арнаутов, Т.Н. Усков, И.А. Кырова // Материалы конференции: Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации. - Петропавловск-Камчатский, 2022. – С. 18-22.

2. Артемов, Р.В. Белковый концентрат черной львинки в стартовых комбикормах для форели / Р.В. Артемов, М.В. Арнаутов, В.В. Гершунская, Ю.А. Новоселова. Комбикорма. № 9. 2023. – С. 44-46

3. Григорьева, И.В. Влияние антироссийских санкций на импортозамещение в комбикормовой промышленности / И.В. Григорьева // Проблемы экономики и менеджмента. № 12 (52). 2015. – С. 43-45.

4. Коноваленко, Л.Ю. Технологии производства кормов для аквакультуры: аналит. Обзор / Л.Ю. Коноваленко, Н.П. Мишуров, С.В. Пономарев, Ю.В. Федоровых. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 80 с.

5. Лагуткина, Л.Ю. Перспективное развитие мирового производства кормов для аквакультуры: альтернативные источники сырья. Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. 2017. № 1. – С. 67-78.

6. Лиман, С.А. Перспективность использования личинок черной львинки *Hermetia illucens* в кормах для объектов индустриальной аквакультуры / С.А. Лиман, Т.М. Давыденко, В.Ю. Лебедев, Н.А. Ушакова. Зоотехния и ветеринария. Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 8. – С. 35-39.

7. Лихота, В.Ю. Перспективы выращивания и использования черной львинки (*Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758)) в аквакультуре / В.Ю. Лихота // Научный потенциал молодежи – будущему Беларуси: материалы XVI международной молодежной научно-практической конференции, Пинск, 15 апреля 2022 г. : в 2-х ч. / Министерство образования Республики Беларусь [и др.]; редкол.: В.И. Дунай [и др.]. – Пинск: ПолесГУ, 2022. – Ч. 2. – С. 49-50.

8. Павлович, Г. Актуальность производства белка из биомассы личинок для товарной аквакультуры / Г. Павлович, В. Лебедев, И. Кузьмин // Комбикорма. — 2021. — № 5. — С. 12–14.

9. Распоряжение Правительства РФ от 26 ноября 2019 г. № 2798-р. <http://static.government.ru/media/files/hgCKyG0XzZeAiRsLTtMgVIJh5vQLsMpg.pdf>. Дата обращения 10.01.2023 г.

10. Ушакова, Н.А., Некрасов, Р.В. Перспективы использования насекомых в кормлении сельскохозяйственных животных / Н.А. Ушакова, Р.В. Некрасов // Биотехнология: состояние и перспективы развития: Материалы VIII Московского международного конгресса / ЗАО «Экспо-биохим-технологии», РХТУ им. Д.И. Менделеева. Москва, 17–20 марта 2015 г. М., 2015. С. 147–149.

11. ФАО. 2022. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры – 2022 На пути к "голубой" трансформации. Рим, ФАО. <https://doi.org/10.4060/cc0463ru>. [fao.org/3/cc0463ru/cc0463ru.pdf](https://www.fao.org/3/cc0463ru/cc0463ru.pdf). Дата обращения 10.01.2023 г.

12. Шевченко, Н.И. Перспективы использования личинок чёрной львинкой (*Hermetia illucens*) в качестве белка в рационах сельскохозяйственных животных / Н.И. Шевченко, Ю.А. Гусева, Ю.С. Длусская // Инновационная траектория развития современной науки: сборник статей Международной научно-практической конференции. Петрозаводск, 2022. – С. 192-201.

13. Black soldier fly larvae meal as a protein source in low fish meal diets for Atlantic salmon (*Salmo salar*) / H.J. Fisher [et al.] // Aquaculture. - 2020. - Vol. 521. - DOI: 10.1016/j.aquaculture.2020.734978.

14. Rana, K.M.S., Salam, M.A., Hashem, S., Islam, M.A. Development of Black soldier fly larvae production technique as an alternate fish feed // International Journal of Research in Fisheries and Aquaculture. 2015. Vol. 5(1). P. 41-47.

© Ширина Ю.М., Конькова А.В., Богатов И.А., Файзулина Д.Р., 2024

Ихтиопатология

Научная статья

УДК [576.89:595.122.1:639.215.2]:556.55(470.56)

Лигулёз леща Черновского водохранилища Оренбургской области

Юлия Владимировна Килякова

Елена Петровна Мирошникова

Азамат Ерсайнович Аринжанов

Марина Сергеевна Мингазова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Аннотация. В статье рассматривается проблема распространения гельминтозной болезни – лигулеза – в водоемах Оренбургской области. Паразитируя в брюшной полости рыб, гельминт сдавливает внутренние органы и нарушает их функции, снижая тем самым качество рыбной продукции. Всего методом частичного паразитологического вскрытия по методике В.А. Догеля, исследовано 360 штук леща разного возраста в Черновском водохранилище Оренбургской области. Экстенсивность инвазии была достаточно высокой в течение всего периода исследования, заметно возрастала в июле-августе, в осенние месяцы несколько снижалась. Интенсивность инвазии имела максимальные значения в августе-сентябре. Заражению были подвержены рыбы в возрасте двух лет и старше. Наибольшие показатели экстенсивности инвазии зафиксированы у леща двух-трех лет (более 60 % всех зараженных особей), у старших возрастных групп наблюдалось заметное снижение этого показателя. Максимальных размеров (24,7 см (2,8-95)) плецеркоиды *Ligula intestinalis* достигали к четвертому-пятому году жизни рыбы, т.е. через два-три года после заражения. Черновское водохранилище Оренбургской области – природный очаг лигулеза.

Ключевые слова: лещ, гельминтозы, лигулез, зараженность, инвазированная рыба.

Ligulosis of bream in the Chernovsky reservoir, Orenburg region

Julia' V. Kilyakova

Elena' P. Miroshnikova

Azamat' E. Arinzhanov

Marina' S. Mingazova

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Orenburg State University», Orenburg

Abstract. The article discusses the problem of the spread of helminthic disease - ligulosis - in water bodies of the Orenburg region. By parasitizing the abdominal cavity of fish, the helminth compresses internal organs and disrupts their functions, thereby reducing the quality of fish products. In total, by partial parasitological dissection according to the method of V.A. Dogel, 360 pieces of bream of different ages were studied in the Chernovsky reservoir of the Orenburg region. The extent of invasion was quite high throughout the entire study period, increased noticeably in July-August, and decreased slightly in the autumn months. The intensity of invasion had its maximum values in August-September. Fish aged two years and older were susceptible to infection. The highest indicators of the extent of invasion were recorded in bream two to three years old (more than 60% of all infected individuals); in older age groups, a noticeable decrease in this indicator was observed. The plerocercoids *Ligula intestinalis* reached their maximum size (24.7 cm (2.8-95)) by the fourth or fifth year of the fish's life, i.e. two to three years after infection. The Chernovskoye reservoir in the Orenburg region is a natural center of ligulosis.

Keywords: bream, helminthiases, ligulosis, infestation, invasive fish.

Введение. Лигулез – распространенная гельминтозная болезнь многих видов пресноводных рыб, особенно часто регистрируется среди карповых. Заболевание у рыб вызывают плероцеркоиды ремнецов из рода *Ligula* (семейство *Ligulidae*). Паразитируя в брюшной полости, гельминт сдавливает внутренние органы, нарушает их функции, что может приводить к атрофии и бесплодию [3].

К естественным причинам распространения лигулеза относятся рыбацкие птицы – окончательные хозяева ремнецов *Ligula*. В кишечнике птиц гельминты становятся половозрелыми и живут всего несколько суток, выделяясь с пометом и не причиняя особого вреда. Контролировать численность рыбацких птиц на водоемах достаточно сложно и не всегда возможно [2].

В последние годы в Оренбургской области уделяется большое внимание вопросам увеличения рыбных запасов естественных и искусственных водоемов. Ежегодно проводится зарыбление реки Урал, водохранилищ области карповыми, осетровыми видами рыб, а также мелиоративные мероприятия. Для разведения и выращивания рыб в Оренбуржье используются многочисленные естественные и искусственные водоемы, в которых создаются благоприятные условия для распространения инвазионных болезней. Одна из причин, ухудшающих качество рыбной продукции из водоемов области, - гельминтозы. Они снижают упитанность и жирность, портят товарный вид выловленных рыб, тем самым причиняя значительный экономический ущерб [5].

Целью наших исследований явилось изучение степени зараженности леща плероцеркоидами рода *Ligula* Черновского водохранилища Оренбургской области.

Материалы и методы исследований. Материалом для настоящей работы послужили паразитологические исследования леща, проведенные нами в мае-

октябре 2021 и 2022 годов в Черновском водохранилище Оренбургской области.

Всего методом частичного паразитологического вскрытия по методике В.А. Догеля, исследовано 360 штук леща разного возраста. Сбор, фиксация материала проводилась по общепринятым методикам [1]. Для вскрытия использовалась живая рыба. Перед паразитологическими исследованиями у каждой особи отбирали чешую для определения возраста. Затем вскрывали полость тела и выбирали ремнецов.

При определении видовой принадлежности пользовались «Определителем паразитов пресноводных рыб» [4]. Для количественной оценки зараженности рыб использовали показатели: экстенсивность инвазии (ЭИ, %) и интенсивность инвазии (ИИ, экз.) [2].

Результаты исследований и их обсуждение. Черновское водохранилище создано на реке Черная – левобережном притоке реки Урал – с целью орошения сельскохозяйственных угодий, а также регулирования стока и увеличение водности реки. Площадь водохранилища 1285 га. Продолжительность периода со среднесуточными температурами выше 15°C, колеблется в пределах 106–120 дней. Кислородный режим Черновского водохранилища благоприятный для гидробионтов во все сезоны года.

Температурный режим поверхностных вод характеризуется хорошим прогревом в летнее время до +26°C и низкими температурами +1,8°C зимой. Ледостав проходит в середине ноября. Дно водохранилища представлено илисто–песчаными грунтами с преобладанием илистых отложений. На мелководной части затонов среднего течения водохранилища и в верховье встречаются заросли макрофитов: камыша, тростника и рогоза. В прибрежной части заливов левобережья растет осока. Макрофиты занимают до 12% от общей площади водоема [7].

Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Зараженность леща Черновского водохранилища плероцеркоидами лигулы (*Ligula intestinalis*)

Месяцы	ЭИ, %	ИИ, экз.
Май	47	2-3
Июнь	64	3-5
Июль	83	4-7
Август	85	5-8
Сентябрь	72	6-7
Октябрь	69	4-5

Небольшие глубины Черновского водохранилища (преобладающие глубины в приплотинном участке 8–10 м), хорошая прогреваемость поверхностных вод способствуют активному развитию зоопланктона – представителей родов *Cyclops*, *Eudiaptomus* – промежуточных хозяев ремнецов *Ligula intestinalis*.

Кроме того, водохранилище – излюбленное место гнездования чаек и других видов рыбоядных птиц, которые являются окончательными хозяевами данного паразита. В кишечнике птиц лигулы в течение нескольких часов становятся половозрелыми, продуцируют яйца и погибают через несколько дней. Птицам гельминты не причиняют в итоге особого вреда [2, 6]. Наиболее длительный период ремнецы находятся в организме рыбы, оказывая на него наиболее пагубное воздействие. Лещ в Черновском водохранилище оказался очень восприимчив к заражению плероцеркоидами *Ligula intestinalis*.

Согласно нашим исследованиям экстенсивность инвазии была достаточно высокой в течение всего периода, заметно возрастала в июле-августе, в осенние месяцы несколько снижалась. Интенсивность инвазии имела максимальные значения в августе-сентябре. Это объясняется массовым гнездованием рыбоядных птиц во второй половине лета на побережье водохранилища. Весной степень заражения заметно ниже, так как инвазированные лизулами рыбы погибают за зимний период.

Заражению были подвержены рыбы в возрасте двух лет и старше. Наибольшие показатели экстенсивности инвазии зафиксированы у леща двух-трех лет (более 60 % всех зараженных особей), у старших возрастных групп наблюдалось заметное снижение этого показателя. Связано это, скорее всего, с особенностями питания в разном возрасте. Младшие возрастные группы леща потребляют ветвистоусых и веслоногих ракообразных, у старших в рационе преобладают бентосные организмы.

Максимальных размеров (24,7 см (2,8-95) средняя длина (max-min)) плероцеркоиды *Ligula intestinalis* достигали к четвертому-пятому году жизни рыбы, т.е. через два-три года после заражения. Большая часть рыб при интенсивности инвазии более 4-5 экземпляров погибает в этом же возрасте.

При осмотре инвазированной рыбы отмечались все признаки лигулеза. Брюшко в передней части было вздутое, плотное на ощупь. Сдавленные внутренние органы имели признаки атрофии. Печень у некоторых особей мраморной окраски, дряблой консистенции. Стенки кишечника истонченные, кишечник переплетен паразитами. Гонады недоразвиты. Зараженные рыбы были истощены, заметно отставали в росте. Скапливаясь на мелководье, их легко можно было выловить.

Выводы. Таким образом, Черновское водохранилище Оренбургской области – природный очаг лигулеза. Для снижения степени зараженности леща можно рекомендовать следующие мероприятия.

- проведение профилактического массового вылова леща;
- по согласованию с Министерством природных ресурсов, экологии и имущественных отношений Оренбургской области осуществлять отстрел чаек в прибрежной зоне Черновского водохранилища, что может повлиять на изменение мест гнездования;
- выкос прибрежной высшей водной растительности;
- вылов и уничтожение больной, снулой рыбы;
- регулярный мониторинг степени зараженности леща лигулезом.

Список источников

1. Быховская-Павловская, И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению / И.Е. Быховская-Павловская. – Л.: Наука, 1985. – 121 с.
2. Звигинцев, С.Е. Лигулидозы рыб в водоемах историко-природного парка «Истоки Исети» / С.Е. Звигинцев, В.И. Петренко // Аграрный вестник Урала. 2011. №5 (84). – С. 33-34.
3. Ихтиопатология / Н.А. Головина, Ю.А. Стрелков, В.Н. Воронин, П.П. Головин, Е.Б. Евдокимова, Л.Н. Юхименко. Под ред. Н.А. Головиной, О.Н. Бауера. — М.: Колос, 2010. — 512 с.
4. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР / под ред. О.Н. Бауера. - Л.: Наука, 1985. Т. 2 «Паразитические многоклеточные». Ч. 1. – 425 с.
5. Петрова, О.Г. Эпизоотологический мониторинг инфекционных и инвазионных болезней рыб, социально-экономическое значение разработки / О.Г. Петрова, О.В. Бадова, Д.Н. Речкалов // Аграрный вестник Урала. 2018. №9 (176). – С. 5.
6. Федоров, Н.М. Пути снижения лигулезной инвазии карповых в аквакультуре / Н.М. Федоров, А.И. Пегина, С.В. Гурова // Известия Дагестанского ГАУ. 2019. №4(4). – С. 133-136.
7. Чибилев, А.А. Природа Оренбургской области. (Часть I. Физико–географический и историко–географический очерк) / А.А. Чибилев. - Оренбургский филиал Русского географического общества. – Оренбург, 1995. – 79 с.

© Килякова Ю.В., Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Мингазова М.С., 2024

Научная статья
УДК: 619:614.31:594.1

Манипуляции, проводимые при ветеринарно-санитарной экспертизе двустворчатых моллюсков

Оксана Михайловна Мармурова

Роман Александрович Пожидаев

Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I,
г. Воронеж

Аннотация. В статье дана характеристика важности ветеринарно-санитарной экспертизы, рассмотрен процесс её проведения. Дана характеристика качественных двустворчатых моллюсков, включая внешний вид и другие критерии. Рассмотрены процедуры обработки и требования к их состоянию перед реализацией.

Ключевые слова: двустворчатые моллюски, ветеринарно-санитарная экспертиза, процедуры обработки, критерии безопасности.

Manipulations carried out during veterinary and sanitary examination of bivalve mollusks

Oksana' M. Marmurova

Roman' A. Pozhidaev

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, Voronezh

Abstract. The article characterizes the importance of veterinary and sanitary examination and discusses the process of its implementation. Characteristics of high-quality bivalve mollusks are given, including appearance and other criteria. Processing procedures and requirements for their condition before implementation are considered.

Keywords: bivalves, veterinary and sanitary examination, processing procedures, safety criteria. Морепродукты, включая моллюсков, пользуются широкой популярностью в пищевой промышленности, однако важно учитывать возможность загрязнения возбудителями различных инфекционных заболеваний. Для предотвращения заражения подобными вредными микроорганизмам необходимо проводить ветеринарно-санитарную экспертизу.

В современных условиях особое внимание уделяют качеству и безопасности моллюсков на рынке, так как они могут быть источником инфекций и заболеваний для людей. Ветеринарно-санитарная экспертиза играет важную роль в обеспечении безопасности таких продуктов питания, поэтому необходимо уделять ей должное внимание.

Также важно помнить о необходимости соблюдения правил хранения, перевозки и приготовления моллюсков, чтобы минимизировать риск заражения возбудителями инвазионных болезней. При проведении ветеринарно-санитарной экспертизы двустворчатых моллюсков осуществляется тщательный внешний осмотр раковины и внутренних органов.

Для открытия раковины используют скальпель, который мягко вводят между створками и разрезают мускул-замыкатель. После этого, открыв раковину, надрезают мантию в передней ее части и сливают мантийную жидкость. С помощью плоской ручки скальпеля проводят отделение края мантии от створки, затем отделяют передний и задний мускулы-замыкатели (аддукторы). Далее отделяют мантию и аддукторы от другой створки, после чего раковина становится легко удаляемой. У гребешков и устриц аддуктор находится в середине тела, ближе к заднему краю.

После того как из раковины полностью удалена жидкость, извлекается мясо моллюска.

Качественные двустворчатые моллюски имеют ровную и плотную поверхность раковины, а внутренняя поверхность не имеет бугристых отложений. Внутренние органы также должны быть без изменений.

Живые двустворчатые моллюски должны иметь плотно закрытые или приоткрытые створки, которые закрываются при постукивании. Также не допускается продажа моллюсков, которые являются малоактивными, травмированными, загрязненными или неполными.

Перед реализацией живые двустворчатые моллюски проходят специальную передержку в распределительно-очистительном центре, где их сохраняют в свежем состоянии, промывают, очищают, сортируют и упаковывают для дальнейшей реализации в пищу.

Кроме того, живые двустворчатые моллюски не должны подвергаться повторному погружению в воду или обрызгиванию водой после упаковывания для реализации.

Морские ежи, ракообразные, брюхоногие и двустворчатые моллюски должны быть отправлены на реализацию и переработку исключительно в живом состоянии.

Живые трепанги следует немедленно разделать сразу после вылова.

Устрицы выставляются на прилавок исключительно со створками, уложенными вогнутой частью вниз. Створки должны быть плотно закрыты. Уснувшие экземпляры можно определить по открытым створкам. При этом они должны иметь чистую поверхность, допускается наличие известкового налета и обрастания на поверхности створок.

Мясо устриц должно иметь бледно-зеленоватый оттенок, а также легкий запах свежего огурца.

Живые морские гребешки следует укладывать на прилавок с выпуклой стороной раковины вниз. Свежее мясо гребешка может иметь оттенок от нежно-кремового до красноватого, при этом его вкус при варке будет нежным, немного сладковатым, насыщенным и с морским ароматом.

Мороженые гребешки могут иметь оттенок от белого до оранжевого, а после разморозки и варки их консистенция будет эластичной или плотной. У гребешка должен быть собственный свежий вкус и аромат, без посторонних запахов и привкусов. После размораживания возможна небольшая деформация отдельных частей филе гребешка.

Живые ракообразные, иглокожие и моллюски должны реагировать на механическое воздействие.

Полученные выводы указывают на то, что на предприятиях и в практиках аквакультуры предпринимаются все необходимые меры для прерывания жизненного цикла паразитов, проводится тщательная предпродажная обработка беспозвоночных и ветеринарно-санитарная экспертиза на этапе производства, что существенно снижает вероятность появления на рыночных точках опасных товаров.

Список источников

1. Мишанин, Ю.Ф. Ихтиопатология и ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы: учебное пособие / Ю.Ф. Мишанин. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 560 с. — Лань: электронно-библиотечная система [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211031>. — Режим доступа: для авториз. пользователей. — Текст: электронный.

2. Рязанова, О.А. Экспертиза рыбы, рыбопродуктов и нерыбных объектов водного промысла. Качество и безопасность: учебник / О.А. Рязанова, В. М. Дацун, В. М. Позняковский. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 572 с. — Лань: электронно-библиотечная система [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212474>. — Режим доступа: для авториз. пользователей. — Текст: электронный.

3. Цибулевский, А. Ю. Биология. В 2 т. Том 1. В 2 ч. Часть 1: учебник и практикум для вузов / А. Ю. Цибулевский, С. Г. Мамонтов. — Москва: Юрайт, 2021. — 297 с. // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/471747>. — Режим доступа: для авториз. пользователей. — Текст: электронный.

4. Цибулевский, А. Ю. Биология. В 2 т. Том 1. В 2 ч. Часть 2: учебник и практикум для вузов / А. Ю. Цибулевский, С. Г. Мамонтов. — Москва: Юрайт, 2021. — 277 с. // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/471748>. — Режим доступа: для авториз. пользователей. — Текст: электронный.

© Мармурова О.М., Пожидаев Р.А., 2024

Научная статья
УДК 639.3.05

Безинъекционный способ введения лекарственных средств для лечения и профилактики заболеваний гидробионтов на основе «наногубки»

Ирина Васильевна Поддубная

Оксана Николаевна Руднева

Оксана Александровна Гуркина

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

Аннотация. В процессе работы проводились экспериментальные исследования по определению эффективности использования «наногубки» для профилактических и лечебных целей, ее влияния на рост, развитие, выживаемость осетровых рыб.

Для проведения исследований были подобраны «наногубки» с плотной структурой, включённые в поры силикагеля или высокомолекулярных хитозанов, которые перспективны для использования при выращивании рыбы в индустриальных условиях.

Ключевые слова: аквакультура, гидробионты, нанотехнологии, циклодекстрины.

Non-injection method of administering drugs for the treatment and prevention of diseases of aquatic organisms based on a “nanosponge”

Irina' V. Poddubnaya

Oksana' N. Rudneva

Oksana' A. Gurkina

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. In the course of the work, experimental studies were conducted to determine the effectiveness of the use of "nanohub" for preventive and therapeutic purposes, its effect on the breeding, development, and survival of sturgeon fish. For the research, "nanocubes" with a dense structure were selected, embedded in the pores of silica gel or high-molecular chitosans, which are promising for use in fish farming in industrial conditions.

Keywords: Key words: aquaculture, hydrobionts, nanotechnology, cyclodextrins

Введение. Рыбное хозяйство отрасль, обеспечивающая производство продуктов питания, отличающихся высокими биологическими и вкусовыми свойствами и являющихся существенным источником белка. В настоящее время имеется острая необходимость использования всех резервов роста рентабель-

ности и развития аквакультуры, важнейшим из которых является здоровье рыб [3].

Поддержание здоровья гидробионтов предполагает их содержание в таких оптимальных условиях, которые минимизируют сложности, связанные с возникновением инфекционных, инвазионных, незаразных и других заболеваний.

Кроме того, перед наукой ставятся задачи по разработке и внедрению в производство эффективных и доступных отечественных препаратов для профилактики и лечения заболеваний рыб [3].

С учетом мировых тенденций экологизации производства сельскохозяйственной продукции осуществляется непрерывная работа по поиску и созданию биологических препаратов (пробиотики, фитопрепараты и др.).

В связи с этим использование наногубки в виде субстрата для лекарственных и профилактических средств является актуальным направлением исследований. Наногубки являются важными инструментами при доставке лекарств, вследствие крошечного размера и пористой природы они могут связывать малорастворимые препараты в пределах их матрицы и улучшать их биодоступность. Они могут быть использованы для доставки препаратов различной природы на определенные участки, что помогает предотвратить их деградацию и может продлить выведение действующих веществ контролируемым образом. Циклодекстрины, будучи «хозяином» могут вмещать в свою полость молекулы других веществ, называемых «гостями» [2]. В данной работе наногубки применяли для доставки в организм рыб антибиотика левофлоксацина [4].

Среди разводимых видов рыб наиболее ценными являются осетровые, которые отличаются вкусным мясом и деликатесной икрой.

На сегодняшний день, когда выращиванием осетровых занимается все большее количество хозяйств в разных регионах и странах, основным фактором поддержания здоровья гидробионтов является контроль над перевозкой рыбопосадочного материала, половых продуктов и рыб. Поскольку легче предупредить проникновение инвазий и инфекций с ввозимыми рыбами, чем вести борьбу с уже начавшейся эпизоотией.

Цель работы – изучить возможность применения комплексов на основе «наногубки» для лечения и профилактики заболеваний гидробионтов.

Материалы и методы. Опыт проводили в научно-исследовательской лаборатории «Прогрессивных биотехнологий» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова».

Первый этап опыта включал использование комплекса хитозан- β -циклодекстрин в качестве наногубки.

По принципу групп-аналогов сформировали четыре подопытные группы из 40 гибридных особей сеголетков русского и сибирского осетра со средней массой 110,0 г и разместили их по 10 экземпляров в четыре аквариума объемом 250 л каждый по схеме, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Схема опыта комплекса хитозан-β-циклодекстрин

Группа	Состояние рыбы	Тип кормления
контрольная	не повреждена	Основной рацион (ОР)
1-опытная	повреждена и получает лечение	ОР + комплекс хитозан-β-циклодекстрин с 23 % левофлоксацина
2-опытная	не повреждена, профилактика	ОР + комплекс хитозан-β-циклодекстрин - эвгенол с 15 % левофлоксацина
3-опытная	повреждена, лечение не получает	ОР

У сформированных опытных групп было проведено мечение путем подрезания плавников.

Рыбе первой и третьей опытных групп для определения эффективности лечения были нанесены механические повреждения, т.е. порезы мышечной ткани глубиной – 0,5 см и длиной – 2,0 см в районе спинного плавника без повреждения нервных окончаний.

После формирования подопытных групп в течение 3 недель длился уравнительный период опыта, во время которого рыба привыкала к новым условиям содержания и кормления, изучали ее поведение и поедаемость кормов.

Контрольная группа здоровых особей, изучаемый комплекс не получала, а также третья опытная группа поврежденной рыбы. Две опытные группы получали корм с комплексом хитозан-β-циклодекстрин в различной дозировке левофлоксацина. Дозы ввода действующего вещества были следующими: первая опытная группа поврежденных особей получала левофлоксацин в количестве 4,1 мг на 1 кг массы рыбы для лечения в течение 5 дней; вторая опытная группа здоровой рыбы – 0,96 мг на 1 кг массы рыбы для профилактических целей в течение 10 дней.

Во время опыта рыбу кормили трижды в день: в 9:00 ч., 12:00 ч. и в 15:00 ч. Кормление рыбы осуществляли вручную, разовую порцию корма подбирали из расчета ее полной поедаемости рыбой. Контрольная группа получала корм для осетров марки «Оптима» с размером гранул 4 мм следующего состава: рыбная мука, крилевая мука, мука животного происхождения, пшеничная мука, мука зародыша пшеницы, глютен кукурузный, глютен пшеничный, рыбий жир, а также минералы, витамины и аминокислоты.

Суточную дачу корма рассчитывали по общепринятой методике, с учетом температуры воды, содержания в воде растворенного кислорода и массы рыбы. Температуру воды, рН, содержание растворенного кислорода определяли ежедневно в 12:00 ч. Гидрохимический режим был одинаков во всех группах.

На шестой и одиннадцатый день эксперимента проводили контрольные взвешивания рыбы для определения динамики роста.

На втором этапе исследований использовали комплекс силикагель-хитозан β-циклодекстрин.

По принципу групп-аналогов сформировали четыре подопытные группы из 40 гибридных особей русского и сибирского осетра со средней массой 405,0 г

и разместили их по 10 экземпляров в четыре аквариума объемом 250 л каждый. Схема опыта была аналогичной предыдущему этапу, представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Схема опыта применения комплекса силикагель-β-циклодекстрин

Группа	Состояние рыбы	Тип кормления
контрольная	не повреждена	Основной рацион (ОР)
1-опытная	повреждена и получает лечение	ОР + комплекс силикагель-хитозан β-циклодекстрин с 16 % левофлоксацина
2-опытная	не повреждена, профилактика	ОР + комплекс силикагель-β-циклодекстрин с 5 % левофлоксацина
3-опытная	повреждена, лечение не получает	ОР

Контрольная группа здоровых особей, изучаемое вещество не получала, а также третья опытная группа поврежденной рыбы. Две опытные группы получали корм с комплексами β-циклодекстринов и различной дозировкой левофлоксацина. Дозы ввода действующего вещества были следующими: первая опытная группа поврежденных особей получала левофлоксацин в количестве 0,99 мг на 1 кг массы рыбы для лечения в течение 5 дней подряд; вторая опытная группа здоровой рыбы – 0,35 мг на 1 кг массы рыбы для профилактических целей в течение 10 дней.

Результаты исследований и их обсуждение.

Основными показателями, характеризующими рост и развитие рыбы, являются ее масса и затраты кормов на единицу прироста. Они отражают влияние тех условий кормления и содержания рыбы, в которых она выращивается.

Из таблицы 3 видно, что на начало эксперимента ихтиомасса рыб во всех группах была одинаковой и составляла 1100,0 г. К концу опыта максимальная ихтиомасса оказалась у особей из 2-й опытной группы – 1380,0 г, что оказалось на 20,0 г выше, чем в контрольной группе.

Таблица 3 – Динамика массы рыбы при использовании комплекса хитозан-β-циклодекстрин в качестве наногубки

Показатель	Группа			
	контроль	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Масса всей рыбы на начало опыта, г	1100,0	1100,0	1100,0	1100,0
Средняя масса 1 особи, г	110,0±0,50	110,0±0,38	110,0±0,70	110,0±0,54
Масса всей рыбы в середине опыта, г	1120,0	1220,0	1260,0	1200,0
Средняя масса 1 особи, г	112,0±1,95	122,0±1,40***	126,0±1,67***	120,0±1,12**
Валовый прирост рыбы, г	20,0	120,0	160,0	100,0
Прирост 1 особи, г	2,0	12,0	16,0	10,0
Масса всей рыбы на конец опыта, г	1360,0	1233,0	1380,0	1220,0

Средняя масса 1 особи, г	136,0±1,69	123,3±1,95***	138,0±2,20	122,0±1,94***
Валовый прирост рыбы, г	260,0	133,0	280,0	120,0
Прирост 1 особи, г	26,0	13,3	28,0	12,0

P≥0,99, *P≥0,999

Показатели прироста и выживаемости молоди осетра представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели прироста и выживаемости молоди осетра при использовании комплекса хитозан-β-циклодекстрин в качестве наногубки

Показатель	Группа			
	контроль	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Абсолютный прирост, г	260,0	133,0	280,0	120,0
Относительный прирост, %	23,2	12,0	24,1	10,8
Среднесуточный прирост, г	2,6	1,3	2,8	1,2
Выживаемость, %	100,0	100,0	100,0	100,0

Согласно данным таблицы 4 преимущество по абсолютному, относительному и среднесуточному приросту наблюдается также у рыб из 2-опытной группы, несколько уступают им осетры из контрольной группы, соответственно на 20,0 г, на 0,9 % и 0,2 г, при 100 % выживаемости осетров во всех группах.

Динамика массы рыбы отражена в таблице 5.

Таблица 5 – Динамика массы рыбы при использовании комплекса силикагель-β-циклодекстрин

Показатель	Группа			
	контроль	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Масса всей рыбы на начало опыта, г	4040,0	4040,0	4040,0	4040,0
Средняя масса 1 особи, г	404,0±0,63	404,0±0,67	404,0±0,67	404,0±0,50
Масса всей рыбы в середине опыта, г	4420,0	4500,0	4480,0	4180,0
Средняя масса 1 особи, г	442,0±2,90	450,0±2,89	448,0±2,82	418,0±2,75***
Валовый прирост рыбы, г	380,0	460,0	440,0	140,0
Прирост 1 особи, г	38,0	46,0	44,0	14,0
Масса всей рыбы в конце опыта, г	5571,4	5428,6	5585,0	4185,7
Средняя масса 1 особи, г	557,1±3,03	542,9±3,30**	558,5±2,75	418,6±3,30***
Валовый прирост рыбы, г	1531,4	1388,6	1545,0	145,7
Прирост 1 особи, г	153,1	138,9	154,5	4,6

*P≥0,95, **P≥0,99, ***P≥0,999

В середине опыта при первоначально одинаковой массе лидировали особи из 1-й опытной группы, у которых масса составила – 450,0 г, превосходя на 8,0 г осетров контрольной группы, на 2,0 г - 2-й опытной группы и на 32,0 г - 3-й опытной группы. К концу опыта масса всей рыбы 2-й опытной группы превысила данный показатель по контрольной группе на 13,6 г.

Выживаемость осетров во всех группах была 100 % (таблица 6).

Таблица 6 – Показатели прироста и выживаемости молоди осетра при использовании комплекса силикагель-β-циклодекстрин

Показатель	Группа			
	контроль	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Абсолютный прирост, г	1531,4	1388,6	1545,0	145,7
Относительный прирост, %	35,5	32,0	35,6	3,6
Среднесуточный прирост, г	15,3	13,9	15,5	0,46
Выживаемость, %	100,0	100,0	100,0	100,0

Максимальный абсолютный прирост на конец опыта отмечен во 2-й опытной группе, превысившей контроль на 13,6 г, минимальный – в 3-й опытной, отстающей от контрольной группы на 1385,7 г, аналогичная тенденция прослеживается по относительному и среднесуточному приросту.

Заключение. Таким образом, использование «наногубки» для доставки лекарственных препаратов в организм гидробионтов является весьма перспективным.

Данные работы интеллектуальная собственность по теме «Разработка нового безинъекционного способа введения лекарственных и гормональных средств для лечения и профилактики болезней рыб на основе использования наногубки как биологически активной субстанции» защищена.

Список источников

1. Дейген, И.М., Егоров, А.М., Кудряшова, Е.В. Структура и стабильность комплексов фторхинолонов с гидроксипропил-β-циклодекстрином для создания новых лекарственных форм противотуберкулезных препаратов / И.М. Дейген, А.М. Егоров, Е.В. Кудряшова // Вестник Московского университета. – Серия 2. Химия. – 2015. – Т.56, №6. – С. 387-392.
2. Лучиц, Т.В. Циклодекстрины как контейнеры для направленной доставки лекарственных средств / Т.В. Лучиц // Вестник Гродненского государственного университета имени Янки Купалы. – 2017. – №1. – С. 147-157.
3. Микулич, Е.Л. Ихтиопатология. Лечебные и профилактические препараты, применяемые в рыбоводстве Республики Беларусь: учебно- методическое пособие / Е. Л. Микулич. – Горки: БГСХА, 2020 – 124 с.
4. Скуредина, А.А. Физико-химические свойства комплексов включения «гость-хозяин» ципрофлоксацина с производными β – циклодекстрина / А.А. Скуредина, Т.Ю. Копнова, И.М. Ле-Дейген, Е.В. Кудряшова– 2020. – Vol. 61, № 4. – Р. 16–24.
5. Судакова, Н.В. Технологии и нормативы по товарному осетроводству в VI рыболовной зоне / Н.В. Судакова. – М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – 100 с.

© Поддубная И. В., Руднева О. Н., Гуркина О. А., 2024

Научная статья
УДК 639.3.09

Особенности паразитофауны рыб в Мечетском водохранилище

Татьяна Михайловна Прохорова

Алена Викторовна Кривова

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, Саратов

Аннотация. Изучена паразитофауна рыб Мечетского водохранилища Энгельсского района. Паразитологическому исследованию подвергались рыбы 228 особей, относящихся к семействам карповые, окуневые и щуковые.

Ключевые слова: паразитофауна, мониторинг, эпизоотия, паразитофауна водохранилища.

Features of the fish parasitofauna in the Mosque reservoir

Tatyana' M. Prokhorova

Iyona' V. Krivova

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. The fish parasitofauna of the Mechet reservoir of the Engels district has been studied. 228 fish belonging to the cyprinid, perch and pike families were subjected to parasitological examination.

Keywords: parasitofauna, monitoring, epizootics, reservoir parasitofauna.

В последние годы сильно возросло влияние на водоёмы хозяйственной деятельности человека [4].

При неблагоприятном изменении гидрохимического и газового режимов водоемов под влиянием деятельности человека, а также вследствие повышения численности популяций промежуточных хозяев-гельминтов, зараженность рыбы паразитами увеличивается. Снижению резистентности популяций рыб способствует недостаточность или неблагоприятный качественный состав кормовой базы. Следствием многофакторного воздействия, включая влияние гельминтов, паразитических простейших и ракообразных, является гибель рыбы [3, 5, 7].

Целью данной работы стало определение видового состава паразитов карповых, щуковых и окуневых рыб в Мечетском водохранилище.

Материалы и методы

В летний и осенний сезоны 2023 г. проведен сбор паразитологического материала на Мечетском водохранилище, которое образованно, путем запруды реки Мечетка.



Рисунок 1 - Мечетское водохранилище

Паразитологический анализ проведен у окуневых (окуня), карповых (леща, сазана, карпа, плотвы, красноперки, белого толстолобика) и щуковых рыб в возрасте от двухлеток (1+) до семилеток (6+) по общепринятым в ихтиопаразитологии методам [1, 4, 10, 15, 16]. Было, изучено 228 экземпляров рыб.

Для количественной оценки зараженности рыб использовали следующие показатели: встречаемость или экстенсивность инвазии (ЭИ, %), интенсивность инвазии (ИИ, экз./рыбу).

Рыбу для исследования отлавливали с помощью рыболовных сетей. Для анализа брали живых или свежих особей, менее поврежденных рыболовными орудиями.

В ходе исследований методом полного паразитологического вскрытия в весенний период с Мечетского водохранилища было исследовано 114 экземпляров рыбы: карп, карась, красноперка, лещ, окунь, плотва, белый толстолобик, сазан, стерлядь и щука (табл. 1).

Таблица 1 - Результаты исследований в весенний период

Вид рыбы	Количество рыбы, экз.		Название паразита	Локализация	Степень зараженности	
	исследовано	заражено			ИИ, экз.	ЭИ%
Карп	15	3	<i>Khawia sinensis</i>	Кишечник	2,33±0,27	20
Карп	15	2	<i>Dactylogirus alatus</i>	Жаберные лепестки	1,22±0,06	13
Карась	14	5	<i>Argulus foliaceus</i>	Кожа, жабры	1,80±0,04	36
Красноперка	15	3	<i>Ergasilus seiboldi</i>	Жабры	1,67±0,14	20
Лещ	12	5	<i>Piscicola fadejewi</i>	Жабры	1,75±0,22	42
Лещ	12	2	<i>Gyrodactylus</i>	Кожный покров	1,00±0,00	17
Лещ	12	1	<i>Dactylogirus alatus</i>	Поверхность тела	0,50±0,25	8

Плотва	15	3	<i>Piscicola geometra</i>	Жабры	1,00±0,22	20
Белый тол-столобик	9	2	<i>Caryophyllaeus fimbri-ceps</i>	Кишечник	3,50±0,35	22
Сазан	10	1	<i>Dactylogirus alatus</i>	Поверхность тела	1,00±0,00	10
Сазан	10	2	<i>Piscicola geometra</i>	Кожа, жабры	1,33±0,14	20
Щука	11	2	<i>Ergasilus briani</i>	Жабры	1,00±0,00	18
Щука	11	1	<i>Lemaea esocina</i>	Поверхность тела	1,00±0,00	9
Окунь	13	5	<i>Piscicola geometra</i>	Жабры	3,00±0,00	31

Всего обнаружено восемь видов заболеваний: кавиоз, кариофиллез, аргулез, эргазилез, гиродактилез, дактилогироз, писциколез и лернеоз.

Результаты, полученные в наших исследованиях, показали, что заражение большинством видов было низким. За исключением заболевания аргулез (*argulus foliaceus*) (рисунок 2) обнаруженного у карася. Экстенсивность инвазий в весенний период у него составила 36 %. Заболевание писциколез, было вызвано двумя видами паразитов *piscicola geometra* (рисунок 3) и *piscicola fadejewi* (рисунок 4), так у леща экстенсивность инвазий составила 42 %, а у окуня экстенсивность инвазий была равна 31 %.

Паразиты *Argulus foliaceus* или карпоеды поражают преимущественно тело карповых рыб. Внешне рачки-паразиты напоминают серо-зеленую широкую точку с прожилками красных точек, длиной 4-12 мм. Обладают широким телом широкое, овальной формы, сплющенное, серовато-зеленого цвета. Голова сливается с I грудным сегментом, а V и VI сегменты сливаются с брюшком, образуя так называемый хвостовой плавник, в конце которого в вырезке расположена пара редуцированных хвостовых ветвей. Головогрудь покрыта широким выпуклым щитом, задний край которого сердцевидно вырезан. Антенны I превращены в прикрепительные органы, заканчивающиеся изогнутыми крючками. Имеется сосущий хоботок, в полости которого помещаются мандибулы. Максиллы превращены в присосковидные органы. Имеется 4 пары плавательных ножек и 2 фасеточных глаза [8].

Попав на рыбу, вызывают воспалительный процесс в ранке, который характерен обильным слизиотделением на теле, покраснением и отеком. Рыба качается, трется о подводные предметы. Рачки сосут кровь, выделяя ядовитый секрет. Нарушая целостность покрова рыбы, карпоед открывает ворота инфекции для различных возбудителей грибковых, бактериальных и вирусных болезней рыб, что делает его особенно опасным.



Рисунок 2 - Рыбья вошь (*Argulus foliaceus*)

У пресноводных рыб нередко наблюдается заболевание, вызываемое кольчатými червями — писциколез. Его возбудители — рыбы пиявки — относятся к семейству Piscicolidae

Обычная рыбья пиявка (*Piscicola geometra*), или писцикола имеет цилиндрическое тело длиной до пяти сантиметров, а шириной — 2,5 мм, очень изменчивую, чаще всего серовато-зеленую или желтоватую окраску. Посередине спины проходит узкая светлая полоса с ответвляющимися поперечными полосками. Писцикола сосет кровь самых разных костистых рыб. Живет только в водах, достаточно насыщенных кислородом.

Пиявки семейства Piscicolidae, присасываются к коже, жабрам, локализируются вокруг глаз, в ротовой полости рыб [2].

В местах прикрепления их образуются красноватые пятна, небольшие кровоточащие язвочки, которые подвергаются некротическому распаду. Пораженные рыбы истощены, беспокоятся, трутся о различные предметы, плохо растут, иногда погибают. Болезнь характеризуется воспалением пораженных участков кожи, развитием общей анемии вследствие потери крови рыбами. Содержание гемоглобина снижается с 50 до 21%, уменьшается количество эритроцитов (с 15 млн. до 300 тыс.). Понижается свертываемость крови, повышается СОЭ, кровь разжижается, и содержание в ней белка падает с 5 до 3,5%. Трупы истощены, скопление выпота в полости тела, атрофия печени, почек, увеличение селезенки [6]. Пиявки опасны для рыбы и как переносчики возбудителей трипаносомоза, трипаноплазмоза, и бактериальных инфекций.



Рисунок 3 – Рыбья пиявка (*Piscicola geometra*)

Длина тела 5–8 мм, толщина 1–2 мм. Паразит-эврифаг, отмечен на многих видах рыб, но чаще всего на леще, обитает в реках, водохранилищах и озерах с проточной водой. Чувствителен к загрязнению вод и другим неблагоприятным антропогенным и природным факторам. Большую часть жизни пиявки проводят в пассивном состоянии, поджидая или переваривая пищу, и часто скапливаются в большом количестве у дна, особенно под камнями.

Кроме обычной рыбьей пиявки, на пресноводных рыбах находят писциколу Фадеева (*Piscicola fadejewi*) — паразита различных костистых рыб, особенно леща. *S. fadejewi* локализуется в ротовой полости хозяина [7].

У рыбьих пиявок передняя присоска резко отграничена от остальной части тела и часто имеет форму диска, чашечки и т. д. Сильное развитие передней присоски объясняется необходимостью крепко держаться на таких быстро плавающих животных, как рыбы. На передней присоске у большинства видов имеются две пары глаз, а на задней присоске часто расположены глазоподобные точки [8].



Рисунок 4 - *Piscicola fadejewi*

Осенью было поймано и исследовано 114 экземпляров рыб: карп, карась, красноперка, лещ, окунь, плотва, белый толстолобик, сазан и щука (таблица 2).

Таблица 2 - Результаты исследований в осенний период

Вид рыбы	Количество рыбы, экз.		Название паразита	Локализация	Степень зараженности	
	исследовано	заражено			ИИ, экз.	ЭИ%
Карп	15	2	<i>Khawia sinensis</i>	Кишечник	3,50±0,35	13
Карп	15	3	<i>Argulus foliaceus</i>	Жабры	3,00±0,41	20
Карась	11	2	<i>Argulus foliaceus</i>	Кожа, жабры	1,50±0,35	18
Красноперка	9	-	-	-	-	-

Лещ	15	3	Gyrodactylus	Кожный покров	1,75±0,22	20
Окунь	12	4	Piscicola geometra	Жабры	2,00±0,00	33
Плотва	15	3	Piscicola geometra	Жабры	1,50±0,43	20
Белый толстолобик	12	3	Ergasilus seiboldi	Жабры	1,00±0,00	25
Сазан	12	2	Caryophyllaeus fimbriiceps	Кишечник	1,00±0,71	17
Щука	13	3	Ergasilus briani	Жабры	2,00±0,41	21

В ходе проведенных исследований было обнаружено семь видов заболеваний: кавиоз, кариофиллез, аргулез, эргазилез, гиродактилез и писциколез. Наибольшее заражение было отмечено у окуня паразитом *piscicola geometra*, так экстенсивность инвазий составила 33 %, а интенсивность инвазий была равна 2,00±0,00 экземпляра.

Заключение

В Мечетском водохранилище у рыб, которые были выловлены и исследованы в весенний период, обнаружено 8 видов паразитов, заражение большинством видов было низким, за исключением: *argulus foliaceus*, *piscicola geometra* и *piscicola fadejewi*. В осенний период обнаружено 7 видов паразитов, наибольшее заражение отмечено у паразита *piscicola geometra*.

Список источников

1. Балашова, А.В., Гуркина, О.А., Руднева, О.Н. Особенности обнаружения *Posthodiplostomum cuticola* у рыб в реке Волга Саратовской области // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации: материалы VIII национальной научно-практической конференции с международным участием, Керчь, 4-6 октября 2023 г. / под ред. И.В. Поддубной; Вавиловский университет. – Саратов, 2023. – 259 с.
2. Быховская-Павловская, И. Е. Паразиты рыб: руководство по изучению. / И. Е. Быховская-Павловская Л.: Наука, 1985. 123 с.
3. Новак, А.И. Паразитоценозы водных экосистем Волжского бассейна: монография / А.И. Новак, М.Д. Новак. - Рязань: Изд-во РГАТУ, 2011. - 241 с.
4. Особенности паразитофауны карповых и окуневых рыб в водохранилищах канала им. Москвы / Н.Н. Романова, Н. А. Головина, А.А. Вишторская, П.П. Головин // Российский паразитологический журнал. 2021. Т. 15. № 3. С. 32-47.
5. Платонов, Т.А., Кузьмина, Н.В. Паразитарные заболевания рыб реки Лены и их рыбохозяйственное значение / Т. А. Платонов, Н. В. Кузьмина // Достижение науки и техники АПК. – 2011. – №05. – С. 68-69.

6. Практикум по ихтиопатологии: учебное пособие / Н. А. Головина, Е. В. Авдеева, Е. Б. Евдокимова, О. В. Казимирченко, М. Ю. Котлярчук. М.: МОРКНИГА, 2016. 417 с.

7. Рыжников, А.И. Лигулез пестрого толстолобика в прудах юга Украины /А.И. Рыжников, В.Л. Дмитриев, В.И. Саркисян //Проблемы ихтиопатологии: Материалы ГВсеукраин. конф. - Киев, 2001. - С. 98-100.

8. Симакова, А.В., Бабкина, И.Б., Бочарова, Т.А. Паразитологическое исследование рыб: учебно-методическое пособие. – Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2018. – 60 с.

© Прохорова Т. М., Кривова А. В., 2024

Научная статья
УДК 619:616.36:636.8

К вопросу диагностики и профилактики описторхоза

**Иван Дмитриевич Шелякин,
Юлия Владимировна Шапошникова,
Ольга Александровна Сапожкова**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. В статье представлены сведения о стационарных природных очагах описторхоза на территории Воронежской области, основных источниках распространения описторхозной инвазии среди животных и источниках инвазии, которыми являются многие виды карповых рыб.

Ключевые слова: описторхоз, рыба, инвазия.

On the issue of diagnosis and prevention of opisthorchiasis

**Ivan' D. Shelyakin,
Yulia' V. Shaposhnikova
Olga' A. Sapozhkova**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, Voronezh

Abstract. The article presents information about stationary natural foci of opisthorchiasis in the Voronezh region, the main sources of the spread of opisthorchiasis invasion among animals and the sources of invasion, which are many species of carp fish.

Keywords: opisthorchiasis, fish, invasion.

Описторхоз – природно-очаговое гельминтозное заболевание ряда млекопитающих, преимущественно плотоядных животных, а также человека, вызываемое трематодой *Opisthorchis felinus* (Heterophyata, Opisthorchidae, Trematoda, Plathelminthes), паразитирующей в печеночных ходах, желчном пузыре и панкреатических протоках. Гельминтозооноз в отдельных зонах Российской Федерации протекает в форме энзоотий с большим процентом отхода заболевших животных [1,2,3,4]. Этот гельминт распространен по бассейнам Волги, Оби, Иртыша, Камы, Днепра, Южного Буга, Северного Донца, Немана и др. В 1957 г. эта инвазия была обнаружена В.А. Ромашовым в системе бассейна Дона.

Результаты наших исследований показали, что Бобровский район Воронежской области является стационарно неблагополучным по описторхозу. Ежегодно регистрируется около 10 случаев заболевания людей описторхозом. Источником инвазии является рыба, обитающая в левом притоке Дона – реке

Битюг. Максимальная экстенсивность инвазии наблюдается у красноперки – 55,5%, плотвы – 36,3% и у других карповых видов рыб – 42,1%. Основным источником распространения инвазии – рыбаодные млекопитающие (выдра, норка, лисица и др.), а также домашние кошки, собаки и пушные звери, в том числе речной бобр.

Дефинитивные хозяева заражаются при поедании сырой, малосоленой и недостаточно термически обработанной рыбы, инвазированной метацеркариями описторхисов. Часто приводит к заболеванию описторхозом употребление в пищу рыбы в виде строганины (замороженная и мелко нарезанная сырая рыба). В очагах описторхоза отмечена высокая зараженность этой инвазией людей (до 86%).

Нами проведено морфологическое изучение печени кошек у трех здоровых и шести клинически больных. Наряду с изучением патологических изменений в железистой паренхиме печени, мы обратили внимание на морфофункциональное состояние гепатоцитов. Нами проведены кариометрические исследования, для чего измеряли диаметр ста ядер клеток печени у трех клинически здоровых кошек и у шести кошек, больных описторхозом. Результаты измерений подвергались статистической обработке по общепринятой методике.

При гистологическом изучении печени кошек, больных описторхозом, обнаруживались изменения паренхимы печени и желчных протоков. В желчных протоках наблюдались деструктивные изменения эпителия и десквамация эпителиальных клеток. Особенно тяжелые изменения в желчных протоках наблюдались в местах локализации паразитов. Вокруг желчных протоков выявлялись скопления лимфоидных клеток. Обращали на себя внимание выраженные застойные явления в кровеносных сосудах. В печеночных дольках, вблизи желчных протоков, выявлялись очаги дистрофических изменений гепатоцитов. В отдельных участках наблюдалась жировая дистрофия, характеризующаяся чрезмерным накоплением липидов, пикнозом ядер и сильно выраженной вакуолизацией цитоплазмы клеток.

Кариометрические исследования показали, что в железистой паренхиме вблизи желчных протоков имеет место достоверное уменьшение диаметра ядер до $6,01 \pm 0,081$ мкм против $6,69 \pm 0,046$ мкм у здоровых животных. Площадь ядер также существенно уменьшается в этих участках до $28,3$ мкм². В участках паренхимы, располагающейся вокруг центральных вен печеночных долек, отмечается достоверное увеличение диаметра ядер до $7,09 \pm 0,039$ мкм и площади ядер до $39,3$ мкм².

Таким образом, на основании кариометрических исследований можно заключить, что в печени кошек, больных описторхозом, в местах деструкции наблюдается резкое понижение функциональной активности клеток, тогда как в других участках паренхимы печени наблюдается функциональное возбуждение гепатоцитов.

Большое количество разнообразных видов дефинитивных хозяев, значительная плотность популяции моллюсков в поймах рек и обилие разнообраз-

ных видов пресноводных рыб служат причиной поддержания природных и природно-синантропных очагов описторхоза.

С целью обнаружения яиц в экскрементах животных применяют метод последовательных смывов и флотации. Эффективен также метод Щербовича с применением технического насыщенного раствора гипосульфита натрия (1750 г на 1 л кипящей воды). Яйца описторхисов желто-коричневого цвета, овальной формы, на одном полюсе крышечка, на противоположном - небольшой штифттик с мирацидием внутри. Размеры яиц – 0,011 – 0,019 x 0,023 – 0,034 мм.

При постановке диагноза можно использовать иммунобиологические реакции. Готовят стерильный аллерген (экстракт из взрослых описторхисов в 0,5% карболизированном физиологическом растворе). Полученный аллерген вводят внутрикожно собакам и кошкам в разведении 1 : 4 в дозе 0,1 мм в наружную поверхность ушной раковины. Через 10 – 20 мин у зараженных животных на месте введения аллергена образуется хорошо видимая и легко прощупываемая папула 1,5 – 2 см в диаметре.

Диагностическое значение имеет исследование компрессорным методом поверхностных слоев боковых, спинных и хвостовых мышц под лупой или микроскопом при увеличении в 10 – 20 – 50 раз. Метацеркарии трематоды с темно-окрашенным экскреторным пузырем, покрыты двухслойной оболочкой. Размеры – 0,23 – 0,37 x 0,18 – 0,28 мм (Н.С. Беспалова, И.Д. Шелякин, В.А. Степанов, 2016).

Обязательным условием является проведение ветеринарно-санитарной экспертизы всей вылавливаемой рыбы в природных и природно-синантропных очагах описторхоза с целью недопущения заражения людей и домашних животных описторхозом. Рыбу с множественными метацеркариями описторхиса направляют в утилизацию или уничтожают. Рыб, пораженных единичными метацеркариями, рекомендуют обезвреживать 20%-ным раствором соли в течение 8 – 10 дней.

Список источников

1. Беспалова, Н.С., Шелякин, И.Д., Степанов, В.А. Трематоды и трематодозы домашних животных: учебное пособие. -Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2016.- 184 с.

2. Шапошникова, Ю.В., Шелякин, И.Д., Сапожкова, О.А., Файзов, М.У. Патоморфологические изменения печени у кошек при описторхозе // Актуальные вопросы ветеринарной медицины и технологии животноводства / Материалы научной и учебно-методической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов ФВМ и ТЖ. - Выпуск 8. - Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019.- С. 263 – 265.

3. Шелякин, И.Д., Степанов, В.А., Кустов, М.А. Паразиты рыб в пресноводных водоемах Центрального Черноземья России // Актуальные вопросы технологии животноводства, товароведения и ветеринарной медицины / Материалы научно-практической конференции профессорско-

преподавательского и аспирантского состава факультета технологии животноводства и товароведения и факультета ветеринарной медицины.- Выпуск 7.- Воронеж: Истоки, 2009.- С. 66 – 69.

4. Шелякин, И.Д., Степанов, В.А., Байлова, Н.В. Паразитарные болезни плотоядных животных: учебное пособие. - 2-е изд., переработанное и дополненное. - Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ, 2015.- 218 с.

© Шелякин И.Д., Шапошникова Ю.В., Сапожкова О.А., 2024

Морфометрические показатели осетровых различных генотипических групп в индустриальных условиях выращивания

Орест Антипович Басонов

Анастасия Вячеславовна Судакова

Нижегородский государственный агротехнологический университет,
г. Нижний Новгород

Аннотация. В статье приведено сравнение осетровых четырех генотипов в разных возрастах по селекционным важным признакам и определена корреляционная зависимость между ними. Цель исследования - изучить морфометрические, популяционно-генетические показатели осетровых видов рыб различных генотипов в индустриальных условиях выращивания. Работа проводилась на базе ООО «Мулинское рыбноводное хозяйство» Нижегородской области. Для определения морфометрических показателей использовали метод измерений различных структур тела рыб. При проведении биологического анализа измеряли общую и промысловую длину рыбы, наибольший обхват и наибольшую высоту тела, определяли её массу, учитывали количество. Пластические признаки анализировали в системе индексов. Приведённые в статье данные позволяют подтвердить корреляционную зависимость между длиной и массой рыб разных генотипов. В результате определено, что по значениям пластических признаков гибриды самок русского осетра × самцами сибирского осетра превосходят все исследуемые группы.

Ключевые слова: осетровые, гибриды, пластические признаки, индустриальные условия

Morphometric indicators of sturgeon of various genotypic groups in industrial growing conditions

Orest A. Basonov

Anastasia V. Sudakova

Nizhny Novgorod State Agrotechnological University, Nizhny Novgorod

Abstract. The article provides a comparison of four sturgeon genotypes at different ages according to important selection traits and determines the correlation between them. The purpose of the study is to study the morphometric, population-genetic indicators of sturgeon fish species of various genotypes under industrial growing conditions. The work was carried out on the basis of Mulinskoye Fish Hatchery LLC, Nizhny Novgorod Region. To determine morphometric parameters, we used a method of measuring various fish body structures. When conducting a biological analysis, the total and commercial length of the fish, the greatest girth and

the greatest height of the body were measured, its mass was determined, and its quantity was taken into account. Plastic characteristics were analyzed using an index system. The data presented in the article allows us to confirm the correlation between the length and weight of fish of different genotypes. As a result, it was determined that in terms of the values of plastic characteristics, hybrids of female Russian sturgeon × male Siberian sturgeon are superior to all studied groups.

Keywords: sturgeon, hybrids, plastic features, industrial conditions

Введение. В условиях, когда осетровые находятся в положение исчезающих видов рыб, обязательно требуется принятие радикальных методов для поддержания численности и возобновления популяций этих уникальных гидробионтов. В таких условиях заводское воспроизводство и коммерческое выращивание осетровых становится важным для поддержания их численности и биоразнообразия [4, 6].

В работах Басонова О.А., отмечается, что в коммерческой аквакультуре используются как чистые виды, так и гибридные формы осетровых, используемые с целью повышения выхода мясной продукции и продуктов питания [1-3]. Наиболее перспективными объектами коммерческого разведения в рыбохозяйственных комплексах России по мнению Басонова О.А. и соавторов являются русский и сибирский осетр, гибридные формы русского осетра с сибирским видом и сибирского с русским видом, белуга и стерлядь. Основой для использования гибридов в промышленном рыбководстве является эффект гетерозиса, а также отличные гастрономические качества и высокая скорость роста [5, 7]. Существуют различные способы анализа данных для гибридных форм. Можно сравнить полученные гибриды по различным показателям и сделать вывод о том, какой гибрид дает наилучший практический результат, какой из них более предпочтителен для выращивания на данном предприятии в существующих условиях. Мы можем проанализировать, как различные свойства существующих гибридов соотносятся друг с другом, т. е. выявить и описать характер зависимости биологических параметров интересующих нас гибридных особей от других характеристик однотипных видов [8]. Изменчивость внешнего строения рыб изучается давно и многими исследователями, но обобщающих работ, посвященных выявлению общих тенденций изменчивости мало.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследования проведены в ООО «Мулинское рыбководное хозяйство» Нижегородской области Российской Федерации. Объектом исследований являлись осетровые виды рыб и их гибриды - в возрасте 18 и 24 месяцев, выращиваемых в промышленных условиях. С целью оценки морфометрических различий групп от скрещиваний в работе проанализированы более 200 экземпляров рыб [3].

В описанных опытах изучался комплекс промеров тела и его частей. Промеры проводили на свежей рыбе мерной лентой с точностью до 1 мм. В работе были использованы 6 пластических признаков: общая длина, промысловая длина, длина головы, обхват тела, наибольшая высота тела и масса. Морфо-

метрически сопоставлены: 4 группы осетровых различных генотипов (русский осетр, сибирский осетр, гибриды русского с сибирским видом и сибирского с русским) выращенных раздельно в бассейнах в условиях УЗВ, в разных возрастах (18 и 24 месяца). У исследуемых рыб на электронных весах определяли общую массу тела, измерения проводили с точностью до грамма.

Результаты исследования. В таблице 1 представлены результаты морфометрических измерений осетровых разных групп (общая длина, промысловая длина, масса, высота тела, длина головы, обхват тела).

Таблица 1 - Морфометрический анализ гибридов осетровых, сибирского осетра и русского осетра 18 месяцев (n= 180)

№п/п	Показатель	Групп			
		РО	СО	РО×СО	СО×РО
1	Общая длина, см	58,90±0,50**	61,45±0,90**	62,60±0,80	58,40±0,75
2	Промысловая длина, см	52,17±0,82	49,00±0,50	52,00±0,70	48,10±0,62
3	Масса, г	1116,00±137,60	942,33±36,50	1289,00±16,60	1107,60±15,16
4	Наибольшая высота тела, см	6,94±0,15	7,60±0,10	7,80±0,10	7,84±0,10
5	Длина головы, см	8,73±0,13	9,80±0,20	8,70±0,10	8,90±0,13
6	Обхват тела, см	22,37±0,37	20,00±0,30	22,70±0,30	23,39±0,30

Примечание: здесь и далее

* $P \geq 0,95$, ** $P \geq 0,99$, *** $P \geq 0,999$

РО - русский осетр (1 группа), СО- сибирский осетр (2 группа), РО×СО – гибриды русского осетра с сибирским видом (3 группа), СО×РО – гибриды сибирского осетра с русским видом (4 группа).

Анализ данных таблицы 1 показывает, что общая и промысловая длина тела у осетровых 2 группы составляет 61,45 см и 52,0 см соответственно, а у русского на 2,55 см или 4,3 % и на 3,0 см или 6,1 % меньше при достоверной разнице $P \geq 0,99$. 3 группа превосходит остальные группы по величинам общей длины на 4,2 см или 7,1 % при высоко достоверной разнице $P \geq 0,999$ 4 группу, которая в свою очередь уступают 2 группе 0,5 см или 0,8% при статистически незначимых различиях. При сравнении 1 и 3 групп доминирует группа РО, которая больше СО×РО на 3,0 см или 5,2% при статистически незначимых различиях и РО уступает РО×СО на 3,7 см или 6,2 % при высоко достоверной разнице $P \geq 0,999$. РО×СО в свою очередь опережают СО по параметрам общей и промысловой длины на 3,7 см или 6,2 % и на 3,9 см или 8,1 % при $P \geq 0,999$. Группа РО превышает по показателям промысловой длины всех остальных групп, преобладая над гибридами РО×СО и СО×РО на 0,17 см или 0,3% при статистически незначимых различиях и на 3 см или 6,1 % при $P \geq 0,999$. СО×РО уступает 1 и 2 группе 0,9 см или 1,8% при статистически незначимых различиях и 4,0 см или 8,4 % при $P \geq 0,99$. По показателям массы тела лидирующее место занял РО×СО, опережая своих сверстников на 173 г или 15,5 % при статистически незначимых различиях групп РО, превосходящих СО и СО×РО на

174 г или 18,4 % при статистически незначимых различиях и на 346,6 г или 36,7% при $P \geq 0,999$. СО превосходят СО×РО на 8,4 см или 0,7 % при статистически незначимых различиях. РО×СО опережают по массе СО на 347 г или 36,83% при $P \geq 0,999$. РО×СО преобладают над СО×РО на 181,4 г или 16,3 % при $P \geq 0,999$. По показателям высоты тела лидирует группа СО×РО, превосходящая группу РО×СО на 0,4 см или 0,5 % при статистически незначимых различиях, группу РО на 0,9 см или 12, 9% при $P \geq 0,999$ и группу СО на 0,24 см или 3,1 % при статистически незначимых различиях, которая уступает РО×СО 0,2 см или 2,6 % при $P \geq 0,999$ и превосходит РО на 0,66см или 9,5 % при статистически незначимых различиях. Группа РО× СО преобладает над РО на 0,86 см или 12,3% при $P \geq 0,999$. При анализе величин длины головы разных генотипических групп доминирует группа СО над РО на 1,0 см или 12,2% при $P \geq 0,999$, над РО× СО на 1,1 см при $P \geq 0,999$ и СО× РО на 0,9 см или 10,1 % при $P \geq 0,999$. Группа РО преобладает над РО×СО на 0,03 см или 0,3 % различия статистически не значимы и уступает СО × РО 0,17 см или 1,9% различия статистически не значимы, которая преобладает над РО×СО на 0,2 см или 2,2 % при статистически незначимых различиях. По обхвату тела лидирует СО × РО, на 0,02 см или 0,08% превосходя группу РО при статистически незначимых различиях, группу СО на 3,39 см или 16,9 % при $P \geq 0,999$ и группу РО × СО на 0,6 см или 3 % при статистически незначимых различиях. Группа РО × СО лидирует над СО на 2,7 см или 13,5 % при $P \geq 0,999$ и над РО на 0,3 см или 1,45 % при статистически незначимых различиях. Группа РО преобладает над СО на 2,2 см или 11,2 % при $P \geq 0,999$. Параметры соотношений русского осетра показывают линейную зависимость между массой и длиной головы (0,16). Индекс корреляции 2 группы показывает структурную общность между промысловой и общей длиной (0,65). В таблице 2 рассмотрены результаты морфометрического анализа осетровых рыб разных генотипов в возрасте 24 месяцев.

Таблица 2 - Морфометрический анализ осетровых разных генотипов в 24 месяца (n =120)

№ п/п	Показатель	Группа			
		РО	СО	РО×СО	СО×РО
1	Общая длина, см	74,00±0,9 ***	66,70±0,96	76,20±0,60*	71,40±0,80
2	Промысловая длина, см	58,20±0,70	53,40±0,7	61,10±0,70**	58,10±0,80
3	Масса, г	1736,70±68,20	1443,3±69,20	2173,00±47,70	1841,60±75,70
4	Наибольшая высота тела, см	10,20±0,10	10,20±0,20	11,70±0,18	11,90±0,20
5	Длина головы, см	16,30±0,20	10,40±0,20	14,10±0,20	13,20±0,20
6	Обхват тела, см	26,90±0,30	25,13±0,30	28,00±0,50	27,00±0,50

Анализ данных таблицы 2 показывает, что по общей длине тела 1 группа преобладает над 2 группой на 7,3 см или 10,9 % ($P \geq 0,999$) и над 4 группой на 4,8 см или 6,7 % ($P \geq 0,95$), 3 группа превосходит 1 и 2 на 2,2см или 2,9 % при

уровне значимости $P \geq 0,95$ и 9,5 см или 14,2% при статистической значимости $P \geq 0,999$. 4 группа превышает значения 2 группы на 4,7 см или 7,0 % ($P \geq 0,999$), но уступает 3 группе 4,8 см или 6,72 % ($P \geq 0,999$). Самые высокие значения промысловой длины наблюдались у 2 группы, которые опережали своих сверстников 3 группы на 3 см или 5,16 % ($P \geq 0,99$), представителей 1 группы на 2,9 см или 4,9 % ($P \geq 0,99$) и 2 группы на 7,7 см или 14,4 % ($P \geq 0,999$). В свою очередь 1 группа больше по параметрам промысловой длины чем 2 группа на 4,8 см или 8,98 % ($P \geq 0,999$). 4 группа по сравнению с 2 группой имеет большую промысловую длину на 4,7 см 8,8 % ($P \geq 0,999$), но отмечается снижение показателей общей длины в сравнении с 1 группой на 0,1 см или 0,1 % при статистически незначимых различиях. Наиболее высокие значения по показателям массы среди всех исследуемых групп наблюдается у 3 группы, которые превосходят 4 группу на 331,4 г или 17,9 % ($P \geq 0,999$), 1 группу на 436,3 г или 25,1 % ($P \geq 0,999$) и 2 группу на 730 г 50,5 % ($P \geq 0,999$). Чистые виды русского осетра больше по массе сибирского осетра на 293,4 г или 20,3 % ($P \geq 0,99$), но меньше, чем 4 группа на 104,9 г или 6,0 %, которые также превосходят 2 группу на 398,3 г или 27,5 % ($P \geq 0,999$). Сравнивая группы рыб по величинам высоты тела, можно сделать вывод, что 4 группа гибридов сибирского осетра с русским видом доминирует над всеми остальными группами сверстников, опережая гибриды русского осетра с сибирским видом на 0,2 см 1,7 % ($P \geq 0,999$), чистых сибирских осетров и русских на 1,7 см или 16,6 % ($P \geq 0,999$). Исследуемые экземпляры гибридов русского и сибирского осетра превышают по высоте тела чистые виды русского осетра на 1,5 см или 17% ($P \geq 0,999$) и сибирского осетра на 1,5 см или 14,7% ($P \geq 0,999$). Различия статистически не значимы при сравнении групп русского и сибирского осетра. По числовым значениям длины головы лидирует 1 группа, которая превосходит остальные группы на 5,9 см 56,7 % ($P \geq 0,999$) 2 группу, на 2,2 см или 15,6% ($P \geq 0,999$) 3 группу, и на 3,1 см или 23,4 % ($P \geq 0,999$) 4 группу. 3 группа имеет большую длину головы, чем 2 группа на 3,7 см или 35,5 % ($P \geq 0,999$) и на 0,9 см или 6,8 % ($P \geq 0,99$), чем 4 группа, которая преобладает над 2 группой на 2,8 см или 26,9 % ($P \geq 0,999$). По морфометрической характеристике обхвату тела наибольшую величину имеет 3 группа превосходя 4 группу на 1,0 см или 3,7 %, 2 группу на 2,87 см или 11,4 % ($P \geq 0,999$) и на 1,1 см или 4,0 % 1 группу при статистически незначимых различиях, которые в свою очередь преобладают над 2 группой на 1,7 см или 7,0% ($P \geq 0,999$). 4 группа имеет больший обхват тела, чем 1 группа на 0,1 см или 0,3 % при незначительном статистическом различии и чем 2 группа на 1,8 см или 7,4 % ($P \geq 0,99$). По данным таблицы 2, видно, что у 2 группы по корреляционным показателям имеется зависимость между общей длиной и промысловой (0,49); промысловой длиной и массой (0,73); длиной головы и промысловой длиной (0,32); обхватом тела и общей длиной (0,60); массы от обхвата тела (0,57). Индекс корреляции 1 группы показывает структурную общность между промысловой и общей длиной (0,65).

Таким образом, проведенные исследования показали, что по не которым показателям (общая длина, промысловая длина, масса и обхват тела) 3 группа

заняла доминирующее положение, очевидно на это повлиял гетерозис. А по параметрам наибольшей высоты тела лидировала группа 4 группа, 1 группа заняла первое место по показателям длины головы. Значения корреляции гибридов русского осетра с сибирским видом показывают зависимость между общей длиной и обхватом тела (0,49), между общей длиной и длиной головы (0,4); массой и обхватом тела (0,4). Невысокие показатели коэффициента корреляции могут свидетельствовать о прямой зависимости этих признаков от факторов среды. Поэтому они в наибольшей степени могут быть пригодны в качестве маркерных признаков для мониторинговой оценки ее состояния. В ранее опубликованных нами статьях гипотеза зависимости общей длины от других морфометрических характеристик также подтверждается, где коэффициент корреляции общей длины тела молоди и их промысловой длины составил $r = 1,0$, а между общей длиной и длиной головы — 0,8, что означает положительную и тесную связь между показателями [1-4]. Сравнение гибридов сибирского осетра с русским видом показывают соотношения между общей длиной и промысловой длиной (0,48); массой и высотой тела (0,47); массой и обхватом тела (0,58). Таким образом, средние размеры особей в выборках определенно влияют на среднюю величину изменчивости морфометрических признаков. При этом уменьшение изменчивости признаков с увеличением размеров рыб связано не только с тем, что субъективные ошибки в промерах и просчетах на мелких особях более вероятны.

При оценке в сравнении осетровых разных групп по массе в наших исследованиях наблюдается, то, что гибриды сибирского осетра с русским превосходят гибриды русского с сибирским на 331,4 г или 18 %. Гибриды сибирского осетра с русским преобладают по массе над чистыми формами сибирского осетра на 436,3 г или 25,12 %. Тогда как в других исследованиях, двухлетки сибирских осетров имеют массу 550 г и при анализе экстерьерных показателей именно эта группа заняла доминирующую позицию, что также подтверждают проведенные нами ранее исследования для более младших возрастных групп, где при сравнении чистых групп, сибирский осетр превосходит русского по общей и промысловой длине, по длине головы и высоте тела [6]. Анализируя группы осетровых разных генотипов по морфометрическим параметрам в 24 месяца, можно указывать на то, что гибриды русского осетра с сибирским преобладают над гибридами сибирского осетра с русским. В свою очередь гибриды русского осетра с сибирским отличаются от чистых форм русского осетра. Гибриды сибирского осетра с русским доминируют над чистыми формами сибирского осетра. Таким образом можно сделать вывод, что генетический вклад от родительских форм по длине дают гибридам лучшие количественные показатели.

Выводы. В результате исследований, достигнута цель в изучении и в сравнении морфометрических признаков, а также проведен корреляционный анализ. Практическая значимость работы заключается в том, что на основании выполненных исследований получен комплекс данных, отражающий особенности экстерьера по средствам морфометрических показателей осетровых раз-

личных генотипов, проведены анализ и сравнительная оценка рыб разных групп. Наиболее перспективными для товарного выращивания являются гибриды самок русского осетра с самцами сибирского при показателях живой массы 2173 г. Выявлена значимая корреляция между промысловой длиной и массой тела ($r=0,73$). Доказано, что селекционные важные признаки, как длина и масса в значительной степени детерминированы генетическими вкладами родителей. Большинство пластических признаков не имеют тесной корреляции с длиной тела и головы ($r=0,29$).

Установлено, что накопление массы тела у видов в чистоте происходит быстрее чем у гибридов и рассчитана высокая корреляционная зависимость между длиной тела и наибольшим обхватом тела при одинаковом приросте (0.60 и 0.49), а по промысловой длине гибриды самок русского \times самцами сибирского осетра превосходят все исследуемые группы рыбы. Данное исследование можно рассматривать, как фундамент для составления более полного представления об морфометрических различиях осетровых разных генотипов в возрасте 18 и 24 месяцев и корреляции пластических признаков. В дальнейших исследованиях можно было бы продолжить изучение этих показателей в сравнении с представителями более старших возрастов.

Список источников

1. Басонов, О. А. Особенности роста и развития осетровых и их гибридных форм в индустриальных условиях / О. А. Басонов, А. В. Судакова // Аграрный научный журнал. – 2023. – № 5. – С. 62-66. – DOI 10.28983/asj.y2023i5pp62-66. – EDN UUWINM.
2. Басонов, О. А. Экстерьерные особенности осетровых в условиях УЗВ / О. А. Басонов, А. В. Судакова // Молодежный агрофорум - 2021: Материалы Международной научно-практической интернет-конференции молодых ученых, Нижний Новгород, 11–12 февраля 2021 года / под общ.ред. Н. Ю. Бармина. – Нижний Новгород: ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА, 2021. – С. 264-266. – EDN ARAMXJ.
3. Морев, С.А., Судакова, А.В. Выращивание осетровых в индустриальных условиях Нижегородской области / С.А. Морев, А.В. Судакова // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. 2022 №4 (36). С.85-87.
4. Руднев, М. Ю., Васильев, А. А., Руднева О. Н., Гуркина О. А. Перспективы выращивания осетра в установке малой мощности с применением технологии аквапоники / М.Ю. Руднев, А.А. Васильев, О.Н. Руднева, О.А. Гуркина // Аграрный научный журнал. 2022. № 9. С. 72–75.
5. Мельченков, Е.А, Воробьев, А. П., Арчибасов, А. А. Сравнительная оценка продукционного потенциала двухлетков межродовых гибридных форм сибирского и русского осетров (сибирский осетр \times белуга, русский осетр \times калуга, русский осетр \times белуга) в условиях УЗВ / Е. А. Мельченков, А. П. Воробьев, А. А. Арчибасов [и др.] // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации: Материалы VIII национальной научно-

практической конференции с международным участием, Керчь, 04–06 октября 2023 года. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, 2023. – С. 137-143. – EDN DCARGA.

6. Судакова, Н. В., Микодина, Е. В., Васильева, Л. М. Смена парадигмы искусственного воспроизводства осетровых рыб (Acipenseridae) в Волжско-Каспийском бассейне в условиях дефицита производителей естественных генераций // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53. № 4. С. 698–711.

© Басонов О.А., Судакова А.В., 2024

Сравнение морфометрических показателей окской стерляди, выращенной в УЗВ с особями из природной популяции

Анна Руслановна Федотова

Эдуард Владимирович Бубунец,

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва

Аннотация: Развитие аквакультуры в течение последних десятилетий, межвидовое и межпородное скрещивание актуализирует морфологические исследования рыб, весь онтогенез которых протекает в условиях рыбоводных предприятий. Цель работы - изучить возможные отличия меристических и пластических признаков у стерляди окской популяции, выращенной в УЗВ при оптимальных гидрохимических показателях и нормированном кормлении, сравнить полученные нами данные с результатами Быкова А.Д. в отношении дикой стерляди. Морфологическое изучение производителей в возрасте от 4 до 8 лет проведено осенью 2021 г. Для выявления отличий проведены сравнительные исследования 20 признаков (5 меристических и 15 пластических) у 18 экземпляров. Выращивание производителей стерляди в УЗВ по существующей технологии оказало выравнивающее влияние на изменчивость изученных признаков.

Различия выявлены по показателям длины тела, наименьшей высоты, вентроанального расстояния, высоты спинного и длины анального плавника, количества спинных и боковых жучек, а также ширины рыла у хрящевого свода рта и длины рыла от конца до линии, проходящей через основание средней пары усиков с уровнем достоверности 99,7%; по показателю длины рыла, с уровнем достоверности 99,5%. У заводских особей в процессе длительного разведения в условиях УЗВ увеличились относительные значения по показателям h , lA , VA , r , SR_r , A . В то же время, по отношению к особям из природной популяции, у них произошло снижение значений по показателям l_1 , hD , r_c , Sd , Sl .

Разнообразие исследованных нами признаков у изучаемых особей варьировало от слабого до среднего. Из 23 изученных меристических и пластических признаков, вариабельность у 7 (l_1 , C , H , R , D , Sl , Sv) укладывается в диапазон слабого уровня, у 12 (h , PV , VA , Sd , A , lD , hD , lA , hA , r_c , SR_r , So) в диапазон среднего и только у pl_1 в диапазон сильного уровня. В целом признаки распределились по следующим категориям: в диапазоне от 8,60 до 26,05 по относительным пластическим признакам тела, в диапазоне от 9,73 до 14,01 по относительным пластическим признакам головы и в диапазоне от 5,36 до 18,32 по абсолютным меристическим признакам.

Ключевые слова: стерлядь, морфометрия, морфологические признаки, пластические меристические признаки, осетровые, установка замкнутого водообеспечения, изменчивость, маточное стадо, экстерьер

Comparison of morphometric parameters of the Oka sterlet grown in the RAS with individuals from the natural population

Anna R. Fedotova

Eduard V. Bubunets

FSUE VO "RGAU-MSHA named after K.A. Timiryazev", Moscow

Abstract. The development of aquaculture over the past decades, interspecific and interbreeding, actualizes morphological studies of fish, the entire ontogenesis of which takes place in fish farming enterprises. The aim of the work is to study the level of variability of meristic and plastic signs in the sterlet of the Oka River population grown in the RAS with optimal hydrochemical parameters and normalized feeding and to compare our acquired data with measurements of Bykov's A.D. wild sterlet. Work on this topic is relevant in view of the type of activity of the enterprise, since for commercial sturgeon breeding and reproduction of natural stocks of the Oka sterlet, breeding work must be carried out according to certain indicators and their values that are most beneficial for these purposes. A morphological study of spawners aged 4 to 8 years was conducted in the autumn of 2021. To identify the variability, comparative studies of 20 features (5 meristic and 15 plastic) were carried out in 18 specimens. The cultivation of sterlet spawners in the recirculating system using the existing technology had a leveling effect on the variability of the studied characteristics.

Differences were revealed in terms of body length, lowest height, ventroanal distance, dorsal height and anal fin length, number of dorsal and lateral scutes, as well as snout width at the cartilaginous arch of the mouth and snout length from the end to the line passing through the base of the middle pair of antennae with a confidence level of 99.7%; in terms of snout length, with the confidence level is 99.5%. The relative values of h , lA , VA , r , SRr , A increased in factory specimens during long-term breeding under RAS conditions. At the same time, in relation to individuals from the natural population, they had a decrease in values of $l1$, hD , rc , Sd , Sl .

The diversity of the studied traits in our individuals varied from weak to medium. Of the 23 studied meristic and plastic features, variability in 9 ($l1$, C , H , R , D , Sl , Sv) falls within the range of a weak level, in 7 (h , PV , VA , Sd , A , ID , hD , lA , hA , rc , SRr , So) in the range of the average and only 1 (pl_1) in the range of the strong level. In general, the prizes were distributed into the following categories: in the range from 8.60 to 26.05 for relative plastic characteristics of the fish body, in the range from 9.73 to 14.01 for relative plastic characteristics of the head and in the range from 5.36 to 18.32 for absolute meristic features.

Keywords: morphometric features, morphological parameters, sterlet, sturgeon, RAS, variability, breeding stock, exterior

Актуальность проблемы

Осетровые рыбы, обитающие в естественной среде, достаточно медленно растут и поздно созревают. Стерлядь является наиболее распространённым и технологически освоенным видом в осетроводстве. Её ремонтно-маточные стада сформированы на предприятиях различных форм собственности и условий содержания [1-3; 8; 16; и др.].

Изучение морфологии осетровых рыб привлекало ранее и привлекает сейчас внимание многих специалистов. Разработанная на основе предшествующих исследований И.Ф. Правдиным научно обоснованная система измерений и учёта пластических и меристических признаков представителей сем. *Acipenseridae* впоследствии была усовершенствована В.Д. Крыловой и Л.И. Соколовым. Не вызывает сомнения актуальность проведения подобных работ при идентификации осетровых рыб и их гибридов, как в естественной среде, так и выращенных в аквакультуре [7, 10; 12]

Интенсификация условий культивирования: сортировка, регуляция температурного режима, возможность оптимизации гидрохимических показателей, а именно поддержание необходимого количества растворённого кислорода, стабилизация показателя рН, присутствие механической и биологической очистки воды, нормированное кормление - способствует более равномерному линейному и весовому росту выращиваемых рыб, а также позволяет максимально сохранить полученное потомство. Наиболее стабильные режимы как водной среды, так и кормления поддерживаются в установках замкнутого водообеспечения (УЗВ). Однако отличающиеся от природных условия выращивания могут влиять на внешние признаки, характеризующие вид в целом [4]. Температурный фактор среды обитания оказывает влияние на развитие таких признаков, как число лучей в спинном (D) и анальном (A) плавниках [14]. По систематическим измерениям ряда морфометрических признаков можно отследить характер изменений фенотипа и его отдельных признаков у заводских особей, а также произвести оценку изменчивости признаков у рыб заводского происхождения и сравнить полученные данные с природными популяциями. Работы по данной тематике являются актуальными в виду рода деятельности предприятия, так как для товарного осетроводства и воспроизводства естественных запасов окской стерляди селекционные работы необходимо проводить по определённым, наиболее значимым для этих целей показателям и их значениям. В связи с этим целью работы стало изучение меристических и пластических признаков у производителей стерляди окской популяции, выращенной в УЗВ и сравнение полученных данных с дикими особями.

Материалы и методы

Морфометрические показатели у искусственно выращенной стерляди снимались в сентябре 2021 года на базе Можайского Производственно-экспериментального рыбоводного завода (МПЭРЗ) ФГБУ «Главрыбвод». Случайным образом было отобрано 18 производителей в возрасте от 4 до 8 лет. Их линейно-весовые характеристики находились в диапазоне массы от

680 г до 2260 г (средней массой 1601,7 г) и длинны от 59 см до 76 см (в среднем 68,9). В соответствии с методикой проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность [9], для изучения нами были отобраны признаки, по которым в дальнейшем проводилось сравнение с особями дикой популяции. Система измерений, учёт пластических и меристических признаков, а также их обозначение проводилось по методике морфологических исследований осетровых В.Д. Крыловой и Л.И. Соколова [7].

Значения пластических признаков тела (l_1 - длина тела до конца средних лучей; C - длина головы; H - наибольшая высота тела; h - наименьшая высота тела; pl_1 - длина хвостового стебля от вертикали основания заднего луча анального плавника до основания средних лучей хвостового плавника; ID - длина основания спинного плавника; hD - высота спинного плавника; IA - длина основания анального плавника; hA - высота анального плавника; PV - пектоцентрально-анальное расстояние; VA - вентроанальное расстояние; CC - наибольший обхват тела) приведены в процентном отношении к абсолютной длине тела (L).

Значения пластических признаков головы (SR_r - ширина рыла у хрящевого свода рта; SO - ширина рта; r_c - расстояние от конца рыла до линии, проходящей через середину основания средней пары усиков; R - длина рыла) представлены в процентном отношении к длине головы (C).

Меристические признаки (Sd - число спинных жучек; Sl - число боковых жучек; SV - число брюшных жучек; D и A - число лучей в спинном и анальном плавниках соответственно) даны в абсолютных значениях [11].

Сравнительным материалом для наших данных послужили материалы диссертации Быкова А.Д [5]. Изученные этим автором особи были массой от 350 г до 2150 г (в среднем 1210 г), длиной от 46 см до 74 см (в среднем 60,96 см).

При работе в условиях УЗВ сбор морфометрических данных производился одним оператором в помещении заводского цеха с помощью мерной ленты и нониусного штангенциркуля. Взвешивание особей проводилось на весах M-ER 326AFU-3.01 Post II LCD. Данные заносились в рабочие ведомости и переносились в электронный формат вручную. Статистическая обработка материалов выполнена в программе Microsoft Excel. В качестве статистических показателей были рассчитаны следующие: среднее арифметическое (M), стандартная ошибка среднего арифметического (m), пределы признака (min , max), коэффициент вариабельности (Cv), достоверность разности (P).

Приравняв понятия изменчивость и вариабельность [19], Е.С. Слуцкий валидировал в качестве оценочного показателя изменчивости Cv . Уровень изменчивости этого показателя оценивали по дробной шкале Е.С. Слуцкого, разработанной специально для ихтиологических исследований. В соответствии с этой шкалой уровни изменчивости распределяются следующим образом: слабый (5-10%), средний (10-20%), сильный (20% и более).

Перед проведением измерений производителей выдерживали 1,5-2 минуты в растворе гвоздичного масла (производитель ООО «Рино Био», Россия), в соответствии с руководством по применению анестетика [17].

Результаты исследования

Для выявления различий между заводскими производителями и особями природной популяции было проведено сравнение относительных показателей пластических признаков головы и тела и меристических признаков тела (таблица №1), а также сравнение абсолютных показателей S_d , S_l , S_v , D и A (таблица №2). Различия выявлены по показателям l_1 , h , hD , lA , VA , SR_r , r_c , S_d , S_l , A с уровнем достоверности 99,7%, по показателям R , с уровнем достоверности 99,5%. У заводских особей в процессе длительного разведения в условиях УЗВ увеличились относительные значения по показателям h , lA , VA , r , SR_r , A . В то же время у них произошло снижение значений по показателям l_1 , hD , r_c , S_d , S_l .

Снижение по значению показателя r_c подтверждается исследованием В.Ю. Марти и Чугуновых [11, 22], которые выяснили, что в условиях хорошей кормности формируются тупорылые формы. В то же время увеличение относительных показателей промеров головы R (9,73), SR_r (13,71) свидетельствует о том, что голова может увеличиваться относительно длины тела. В перспективе увеличение данных показателей может негативно повлиять на товарную ценность рыбы при отсутствии ведения селекции. Увеличение же относительных показателей h и VA , а также lA и абсолютного A свидетельствует об увеличении значений линейных показателей тела, что в товарном осетроводстве имеет положительное значение.

В отношении меристических признаков было проведено много работ, которые говорят о том, что несмотря на крайнюю важность для систематизации и классификации [16,18], по мнению Карпевича А.Ф. [8]. они подвергаются меньшей изменчивости при адаптации к новым условиям среды, чем пластические признаки. Уменьшение значений по показателям боковых и брюшных жучек отмечал в своих работах Бубунец Э.В [1]. 2016, что, вероятно, связано с различными условиями среды.

Таблица 1 - Сводные данные по пластическим признакам заводской и дикой стерляди окской популяции

Показатели	Быков А.Д		Наши данные		Р (1 к 3)
	2003		2021		
	М	$\pm m$	М	$\pm m$	
L	35,26	1,22	68,85	1,30	-***
В % от длины тела (L)					
l_1	87,07	1,22	82,49	1,67	**
C	19,38	0,12	19,45	0,42	
H	12,13	0,10	11,99	0,27	
h	3,33	0,02	5,00	0,18	-***
pl_1	11,57	0,04	11,22	0,69	
PV	32,28	0,17	31,86	1,09	

VA	13,93	0,10	17,50	0,82	***
ID	11,40	0,06	11,38	0,27	
hD	6,55	0,05	5,86	0,20	***
lA	5,63	0,03	6,62	0,17	***
hA	7,00	0,05	6,84	0,18	
В % от длины головы (С)					
R	41,61	0,36	43,41	0,84	***
r _c	32,54	0,35	26,99	0,72	***
SR _r	25,24	0,20	33,87	1,09	***
So	23,21	0,18	23,67	0,78	

Достоверность при *** - 99,7%; ** - 99,5%, * - 95,0%

Таблица 2 - Сводные данные по меристическим показателям заводской и дикой стерляди окской популяции

Показатели	Быков А.Д		Наши данные		P
	2003		2021		
	M	± m	M	± m	
D	44,73	0,23	43,72	0,96	
A	25,73	0,15	30,33	0,87	***
Sd	13,79	0,11	11,78	0,51	***
Sl	63,42	0,25	58,39	0,74	***
Sv	14,49	0,12	15,00	0,27	

Достоверность при *** - 99,7%; ** - 99,5%

На Можайском заводе уровень изменчивости находится в диапазоне от 8,60 до 26,05 (в среднем 13:63) по относительным пластическим признакам тела, в диапазоне от 9,73 до 14,01 (в среднем 12,19) по относительным пластическим признакам головы и в диапазоне от 5,36 до 18,32 (в среднем 10,51) по абсолютным меристическим признакам.

Пластические признаки тела в большинстве своём находятся в диапазоне среднего уровня изменчивости: h – 15,21; ID – 10,19; hD – 14,7; lA – 10,93; hA – 10,94; PV – 14,55; VA – 19,91 (граница с сильным уровнем). На слабом уровне изменчивости расположились признаки I₁, C, H, значения которых 8,60, 9,06, 9,70 соответственно. Наибольшую вариабельность показал признак р₁, значение Sv которого составило 26,05. Цефалометрические показатели, измеренные нами, находятся в среднем диапазоне изменчивости: r_c – 11,31; SR_r – 13,71; So – 14,01; на верхней границе низкого уровня: R – 9,73. Меристические признаки имеют следующий уровень изменчивости: средний уровень (Sd – 18,32, A – 12,04), слабый (Sl – 5,36, Sv – 7,58, D – 9,28).

Выводы

По результатам нашей работы можно сделать следующие выводы: нами были получены достоверные отличия от особей из выборки природной популяции более чем по половине изученных нами признаков. Наиболее характерными являются отличия по уменьшению количества спинных и боковых жучек, а также увеличение лучей в анальном плавнике, длины его основания и наименьшей высоты тела, что в своих работах отмечал и Е.Н. Суворов [20], связывая это с температурным фактором. По-видимому, многолетняя практика инкубации при более высоких температурах, чем в природной среде, а также тепловодное содержание в целом приводят к снижению показателей количества жучек в дорсальном и латеральном положении.

Большинство пластических признаков находится в диапазоне медиального уровня изменчивости, исключения составляют лишь признак VA, Sd, на которые нужно обратить внимание, так как они занимают положение верхней границы среднего уровня. На границе слабого уровня изменчивости находятся признаки R и D, однако на них стоит обратить внимание, так как их изменения могут быть связаны с другими морфологическими характеристиками, по которым мы наблюдали достоверные отличия (r_c и VA соответственно). Однако для более точных результатов нам требуется расширить исследуемую выборку. Таким образом, стоит отметить, что на данном предприятии необходимо проводить направленную селекционную работу для формирования маточного стада и получения от него потомства с признаками, наиболее удовлетворяющими целям и задачам работы завода

Список источников

1. Бубунец, Э. В. Воспроизводство и выращивание анадромных осетровых рыб Понто-Каспийского бассейна в условиях тепловодных хозяйств: специальность 06.04.01 "Рыбное хозяйство и аквакультура": автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Бубунец Эдуард Владимирович. – Москва, 2016. – 22 с.
2. Бубунец, Э.В. Практическая работа с производителями осетровых в осетровом хозяйстве Caviar world (республика Корея) / Э.В. Бубунец, А.Г. Новосадов, С.Х. Хан // Рациональное использование пресноводных экосистем - перспективное направление реализации национального проекта «Развитие АПК»: материалы междунар. науч-практ. конф. - М.: Россельхозакадем., 2007. - С. 235-241.
3. Бубунец, Э.В. Осетровые в Московской области: ретроспектива, потенциал искусственного воспроизводства и возможности восстановления исторических ареалов некоторых нативных видов на территории региона / Бубунец Э.В., Лабенец А.В., Романов А.Г. // Бюл. МОИП. Отдел биол. Том 114, выпуск 3. 2009. Приложение 1 Часть 1 Экология. Природные ресурсы. Рациональное природопользование. Охрана окружающей среды. М., ОАО «Ордена Октябрьской Революции, Ордена Трудового Красного Знамени «Первая Образцовая типография», 2009. - С. 89-98.

4. Бубунец, Э.В. Ремонтно-маточные стада сибирского осетра и стерляди некоторых тепловодных хозяйств Российской Федерации / Э.В. Бубунец, А.В. Лабенец // Создание и эксплуатация ремонтно-маточных стад осетровых рыб с использованием теплых вод различного происхождения: Тез. докл. науч.-практ. конф. - СПб.: ИП Комплекс, 2003. - С. 64-66.
5. Бубунец, Э.В., Хозяйственно-ценные качества стерляди (*Acipenser ruthenus* L.) и перспективы вида в современном рыбоводстве / Э.В. Бубунец, А.В. Лабенец // Современное состояние водных биоресурсов: матер. VI междунар. конфер. - Новосибирск: НГАУ, 2021. - С. 40-43.
6. Быков, А.Д. Биология и искусственное воспроизводство стерляди Верхней Оки: 03.00.10 Ихтиология: автореф. дис. ... канд. биол. наук// А.Д. Быков; Всерос. науч.-исслед. ин-т пресновод. рыб. хоз-ва. - Москва, 2003. - 20 с.
7. Данилова, Е.А. Сравнительная характеристика производителей стерляди из природной популяции и выращенных в условиях УЗВ / Е.А. Данилова, Э.В. Бубунец // 150-лет Севастопольской биологической станции - Института биологии южных морей имени А.О. Ковалевского и 45-летию НИС «Профессор Водяницкий»: материалы междунар. науч. конфер. Севастополь: ФИЦ Ин-БИОМ, 2021. - С. 583-585.
8. Карпевич, А.Ф. Избранные труды: в 2-х томах. Акклиматизация гидробионтов и научные основы аквакультуры/А.Ф. Карпевич. - М., 1998б. - Т 2. 870с.
9. Крылова, В.Д. Морфологические исследования осетровых рыб и их гибридов. Методические рекомендации / В.Д. Крылова, Л.И. Соколов. - М.: ВНИРО, 1981. - 49 с.
10. Маммаев, М.А. Выращивание посадочного материала стерляди в установке с замкнутым циклом водоснабжения при различных технологических факторах: 06.04.01 Рыбное хозяйство и аквакультура: автореф. дис. ... канд. сельскохозяйств. наук// М.А. Маммаев; Дагестан. гос. ун-т. - Махачкала 2021. - 22с.
11. Марти, В.Ю. Систематика и биология русского осетра кавказского побережья Чёрного моря / В.Ю. Марти // Зоологический журнал. - 1940. - Т. 19. №6. - С. 865-872.
12. Методики проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Рыбы: инструктивно-методическое издание / А.К. Богерук, В.М. Тюриков. - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. - 160 с.
13. Николюкин, Н.И. Отдалённая гибридизация осетровых и костистых рыб. Теория и практика / Н.И. Николюкин. - М.: Пищевая промышленность, 1972. - 335 с.
14. Новосадов, А.Г. Морфометрические особенности гибрида *Acipenser baerii* × *Huso huso* на фоне исходных (родительских) видов / А.Г. Новосадов, А.В. Новосадова, Э.В. Бубунец, Е.И. Шишанова // Рыбоводство и рыбное хозяйство № 8 2022, С. 531-542
15. Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб / И.Ф. Правдин. - М.: Пищевая промышленность, 1966. - 376 с.

16. Подушка, С.Б. О систематическом положении азовского осетра / С.Б. Подушка // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. – 2003. – СПб., Вып. 7, - С. 19-44.

17. Руководство по применению анестетика «Гвоздичное масло» в аквакультуре. Выпуск 6. /Е.В. Микодина, М.А. Седова, С.В. Пьянова, Я. Коуржил, Й. Гамачкова. - М.: ВНИРО, 2011. - 64 с.

18. Сафаралиев, И.А. Изменчивость ряда морфометрических признаков у разноразмерного русского осетра *Acipenser gueldenstaedtii* Каспийского моря / И.А. Сафаралиев // Современное состояние и пути совершенствования научных исследований в Каспийском бассейне. Матер. Междунар. Конфер. - 2006. – Астрахань. - С. 222-224.

19. Слуцкий, Е.С. Фенотипическая изменчивость рыб (Селекционный аспект) / Е.С. Слуцкий // Сборник науч. трудов ГосНИОРХ. - 1978. - Т.134. - С. 3132.

20. Суворов, Е.К. Основы ихтиологии / Е.К. Суворов. – Л., 1948. – 580 с.

21. Хрисанфов, В.Е. Сравнение линейного и весового роста окской стерляди, выросшей в природном ареале и индустриальных условиях Можайского производственно-экспериментального рыбоводного завода (МПЭРЗ) и УЗВ ООО «КМП Аква» / В.Е. Хрисанфов, Э.В. Бубунец, В.И. Лапченко, А.Д. Быков, Е.И. Хрусталева // Тр. ФГОУ ВПО КГТУ. Инновации в науке и образовании Междунар. науч. конф. - Калининград, 2008. - С. 112-116.

22. Чугунов, Н.Л. Сравнительная промыслово-биологическая характеристика осетровых Азовского моря / Н.Л. Чугунов, Н.И. Чугунова // Труды ВНИРО. - 1964. - Т. 52. - С.87-182.

© Федотова А.Р., Бубунец Э.В., 2024

Научная статья
УДК: 542.553.2-115

Актуальные генетические методы исследования в аквакультуре РФ

Татьяна Олеговна Фетисова

Юлия Николаевна Зименс

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

Аннотация. В статье представлен материал некоторых методов генетических исследований, которые наиболее востребованы в аквакультуре РФ. Проведен информационный анализ генетических приемов в секторе рыбоводства, рассматриваемых в качестве эффективных методов повышения селекционно-племенной работы.

Ключевые слова: аквакультура, рыбоводство, молекулярно-генетические методы, геном, *RFLP*, *AFLP*, *ISSR*, *RAPD*, *STR*, *SNP*, *MAS*, *DNA barcodin*, *NGS*

Current selection and genetic techniques for increasing the efficiency of fish farming in Russian aquaculture

Tatyana Olegovna Fetisova,

Yulia Nikolaevna Zimens

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. The article presents material on some current genetic research techniques that are most in demand in modern aquaculture in the Russian Federation. An information analysis of genetic techniques in the fish farming sector, considered as effective methods for increasing selection and breeding work, was carried out.

Keywords: aquaculture, fish farming, molecular genetic methods, genome, *RFLP*, *AFLP*, *ISSR*, *RAPD*, *STR*, *SNP*, *MAS*, *DNA barcodin*, *NGS*

Введение. Аквакультура является одной из ключевых отраслей сельского хозяйства, обеспечивающей продовольственную и экономическую стабильность во многих странах. По мере увеличения глобального спроса на рыбу и другие водные ресурсы, стало ясно, что традиционные методы ведения рыбоводства и промысла недостаточны для обеспечения устойчивого развития этой отрасли. Развитие аквакультуры требует новых и прорывных технологий. Однако существует большой разрыв между наличием новейших технологий и их реальным применением в индустрии рыбоводства. Интеграция технологий в системы рыбоводства — это, безусловно, сложный процесс. Для него требуется сочетание различных типов оборудования, включая технологии биоинженерии. Одним из эффективных методов, способствующих решению множе-

ства проблем, связанных с эффективностью производства, здоровьем рыб и устойчивостью окружающей среды на текущий момент – молекулярно-генетический. Данные исследования в аквакультуре являются важной составляющей ее развития и совершенствования, позволяют более эффективно управлять популяциями рыб и гидробионтов, обеспечивая наиболее высокий уровень производства и сохранения генетического разнообразия.

Применение молекулярно-генетических методов исследований позволяет решить ряд задач в аквакультуре, таких как: определить генотип водных организмов, идентифицировать конкретный вид рыбы, выявлять индивидуальные особенности каждой особи, внедрить изменения в геном рыб для улучшения их характеристик (качество мяса, рост, устойчивость к болезням) и др.. Это позволяет создавать более продуктивные и устойчивые культуры рыб.

Другим важным аспектом применения молекулярно-генетических исследований является сохранение генетического разнообразия популяций, что является приоритетной задачей для аквакультуры, так как оно обеспечивает устойчивость и адаптивность в случае изменения условий среды или появления новых патогенов.

Кроме того, при помощи исследования ДНК рыб можно установить происхождение добычи, что позволит контролировать и предотвращать незаконные действия в рыбном промысле, способствовать борьбе с браконьерством и незаконным выловом рыбы, с несанкционированными разведениями и, в целом, сохранять целостность и качество продукции.

Последние десятилетия наиболее часто в исследованиях использовались:

- *анализ полиморфизма длин рестрикционных фрагментов (restriction fragment length polymorphism, RFLP)* - один из первых методов профилирования ДНК, основанный на исследовании участков, полученных с помощью рестрикционных ферментов (эндо-нуклеаз рестрикции). На ранних этапах исследований полиморфизма ДНК ПДРФ-анализ был широко распространен, сочетал блот-гибридизацию по Саузерну (саузерн-блоттинг) с электрофоретическим разделением продуктов гибридизации фрагментов ДНК с помощью меченых (флуоресцентно / радиоактивно) зондов;

- *анализ полиморфизма длин амплифицированных фрагментов (amplified fragment length polymorphism, AFLP)* — это метод, который комбинирует RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) и PCR (полимеразную цепную реакцию) для анализа генетических различий между особями. Путем измерения длины усиленных фрагментов можно определить генетические различия между особями. AFLP-анализ используется для изучения ядерного генома, что при классическом рестрикционном анализе напрямую выполнить невозможно из-за гетерозиготности генома и большой длины нуклеотидной последовательности, относительно митохондриальной ДНК;

- *анализ межмикросателлитных последовательностей (inter simple sequence repeats, ISSR)* – основан на исследовании участков ядерной ДНК, которые находятся между микросателлитными последовательностями. Подобно методу AFLP, при помощи ISSR происходит селективная амплификация, позволяющая провести анализ генома по исследуемым участкам;

- анализ случайно амплифицируемой полиморфной ДНК (*random amplified polymorphic DNA, RAPD*) - анализ коротких рассеянных последовательностей (SINE), кинетика реассоциации однонитевых молекул ДНК. Однако они не нашли широкого применения в силу явных ограничивающих факторов и критики [3].

В настоящее время интенсивное развитие молекулярно-генетических исследований способствует развитию других методов генетики, которые наделены наибольшим потенциалом:

- *short tandem repeat (STR)* - анализ основан на исследовании участков ядерной ДНК, состоящих из повторяющихся фрагментов с одинаковой последовательностью нуклеотидов. Данные регионы ДНК, не подвергающиеся давлению отбора, эволюционируют с высокой скоростью, постепенно накапливая наследуемые в потомстве дифференциальные признаки. Микросателлитные локусы распределены по консервативным, мало изменяющимся регионам ДНК геномов и при этом демонстрируют высокие уровни внутривидового аллельного полиморфизма, определяющие индивидуальность каждой особи, что важно для подбора пар производителей при скрещивании для получения эффекта гетерозиса, повышения выживаемости личинок и мальков рыб и, соответственно, повышения качества товарного выращивания. Локус-специфичный анализ микросателлитных локусов или тандемных повторов позволяет проводить межвидовую, внутривидовую (популяционную) и индивидуальную идентификацию особей [4].

- *single nucleotide polymorphism (SNP)* - *однонуклеотидный полиморфизм* основан на исследовании однонуклеотидных замен (SNP) в определенных участках ДНК. Существует несколько методик анализа однонуклеотидного полиморфизма: аллель-специфическая ПЦР; ПЦР в реальном времени (автоматизированная); ДНК-гибридизация; секвенирование (выявление множества SNP в геноме и определение их локализации в хромосоме). SNP-анализ применяется для исследования внутривидового генетического разнообразия, оценки межпопуляционного полиморфизма, изучения адаптивной изменчивости, идентификации [5].

- *маркерная селекция (MAS – marker-assisted selection)* - является объединением генетических маркеров, связанных с локусом количественных признаков (*quantitative trait locus (QTL)*), в программах генетического улучшения и потенциально может улучшить селекцию, в частности, в отношении признаков, которые могут иметь низкую наследуемость или которые не могут быть непосредственно измерены у разводимых особей. Существует несколько аспектов, влияющих на точность картирования QTL, таких как уровень репликации фенотипической информации, размеры и типы популяций, ошибки генотипирования и воздействие окружающей среды. Гены или QTL могут быть обнаружены относительно карты связей с помощью статистических методов, таких как одномаркерный анализ или интервальное картирование, для выявления ассоциаций между ДНК-маркерами и фенотипическими данными. Несмотря на то, что проводятся исследования по разработке и оценке QTL, в отношении промышленных стад MAS не применяется. Преимущества генетиче-

ских маркеров представляют реальный потенциал включения маркерной селекции в разведение и получения в результате производственной и экономической выгоды.

- *ДНК-штрихкодирование (DNA barcoding)* - метод идентификации видов, использующий короткий участок ДНК из определенного гена или генов. В качестве одного из стандартных маркеров используется последовательность нуклеотидов гена COI митохондриальной ДНК, кодирующего субъединицу I цитохромоксидазного комплекса (комплекс IV), участие в видообразовании которого доказано. В данный комплекс входят белки, кодируемые ядерными и митохондриальными генами. Участок ДНК с достаточной вариабельностью для различения соседствующих видов консервативными последовательностями фланкируется для обеспечения возможности его выделения при помощи ПЦР. Затем продукт ПЦР секвенируется по Сэнгеру. После сравнения этот участок ДНК с библиотекой референсных последовательностей, можно идентифицировать организм до уровня вида. Данный метод является наиболее распространенным, и на данный момент, например, позволяет определить происхождение икры осетровых от ранее генотипированных производителей, реконструировать события возникновения новых таксонов в эволюции и изучать внутривидовое разнообразие [2, 6, 7, 8, 9].

- *next generation sequencing (NGS)* – метод основанный на массовом параллельном секвенировании однокитевых библиотек фрагментированной ДНК, позволяющий значительно ускорить и усовершенствовать процесс получения молекулярно-генетических данных. Принципиальное отличие технологии NGS от других методов молекулярно-генетической диагностики - возможность «прочтения» одновременно сразу нескольких участков генома. В зависимости от используемой аппаратной платформы длина определяемых фрагментов колеблется от 200 до 600 п.н., а число анализируемых одновременно последовательностей от 10 млн до миллиардов. С помощью NGS можно быстро и доступно получить информацию о геноме и транскриптоме рыб, что в свою очередь помогает понять молекулярные механизмы, связанные с инфекциями, миграцией, половым развитием и реакцией на токсины. Также данный метод позволяет изучать симбиотические отношения между рыбами и их микробиомом, выявлять гены и однонуклеотидные полиморфизмы (SNP) [1].

Заключение

Генетические исследования в аквакультуре играют важную роль в развитии отрасли. Такие исследования перспективны и имеют доказанную эффективность, помогая повысить эффективность производства, устойчивость рыбы к заболеваниям, увеличить количество и качество производимой продукции, контролировать незаконный улов и сохранить генетическое разнообразие. Применение новых методов и технологий в области генетических исследований позволяют аквакультуре стать более устойчивой и конкурентоспособной на рынке.

Использование селекции с применением молекулярно-генетических исследований позволит производителям с меньшим ущербом для окружающей

среды быстро и эффективно получить желаемые результаты, сократив при этом затраты и время на разведение промышленных стад рыб.

Список источников

1. Артамонова, В. С., Махров, А. А. Генетические методы в лососеводстве и форелеводстве: от традиционной селекции до нанобиотехнологий. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2015. 128 с.
2. Артамонова, В.С., Колмакова, О.В., Кириллова, Е.А. Филогения лососевидных рыб (salmonoidei) о данным анализа митохондриального гена COI (баркодинг) / В.С. Артамонова, О.В. Колмакова, Е.А. Кириллова, А.А. Махров // Сибирский экологический журнал. 2018. Т. 25. № 3. С. 293-310.
3. Борисовская, А.А., Митютько, В.И. Анализ изменчивости митохондриального генома как инструмент исследования генетического разнообразия в аквакультуре на примере палии (*salvelinus alpinus*) / А.А. Борисовская, В.И. Митютько / В сборнике: Роль молодых ученых в решении актуальных задач АПК. Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и обучающихся, посвящается 115-летию Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2019. С. 70-72.
4. Волкова, В.В., Харзинова, В.Р., Шишанов, Г.А. Исследование информативности STR-маркеров при создании тест-системы для рутинного тестирования стерляди / В.В. Волкова, В.Р. Харзинова, Г.А. Шишанов, Е.И. Шишанова, Н.А. Зиновьева // В сборнике: Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса. Сборник трудов IX Научно-практической конференции молодых учёных с международным участием, посвященная 140-летию ВНИРО. Москва, 2021. С. 34-39.
5. Лемеш, В., Богданова, М., Носова, А. ДНК-маркеры для идентификации рыбы и морепродуктов / В. Лемеш, М. Богданова, А. Носова // Наука и инновации. 2020. № 10 (212). С. 36-39.
6. Офицеров, М.В., Пронина, Г.И., Петрушин, А.Б. Исследование нуклеотидной последовательности митохондриального гена субъединицы I цитохромоксидазы для оценки доместикации сома обыкновенного / М.В. Офицеров, Г.И. Пронина, А.Б. Петрушин // В сборнике: Инновационные решения для повышения эффективности аквакультуры. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 262-269.
7. Hebert, P. D.H. Cywinska, A., Ball, S. L., deWaard, J.R. Biological identification through DNA barcodes // Proc. R. Soc. Lond. B. 2003. Vol. 270. P.313-321.
8. Bybee, S.M., Bracken-Grissom, H., Haynes, B.D., Hermansen R.A., Byers R.L., Clement M.J. et al. Targeted amplicon sequencing (TAS): A scalable next-gen approach to multilocus, multitaxa phylogenetics. *Genome Biology and Evolution*, 3(1), 1312–1323. <https://doi.org/10.1093/gbe/evr106>.
9. Ward, R.D., T.S. Zemlak, B.H. Innes, P.R. Last, P.D.N. Hebert, 2008 DNA barcoding discriminates echinoderm species // *Mol. Ecol. Resour.* 8: 1202-1211.

Технологии воспроизводства, выращивания и переработки водных биоресурсов

Научная статья
УДК 639.3.03

Расчет объемов рыбопосадочного материала для воспроизводства и выращивания объектов аквакультуры в русловом водоподъемном водохранилище 1-порядка в Пензенской области

Алик Юсупович Асанов

Приволжский научный центр аквакультуры и водных биоресурсов, ФГБОУ ВО Пензенский Государственный аграрный университет, г. Пенза,

Аннотация. В естественных водоемах и водотоках Сурского края тотально доминирует мелкий частик. Учитывая запросы населения и наличие свободной кормовой базы перспективно проведение «облагораживания» ихтиофауны за счет зарыбления ценных крупных видов рыб. Зарыбление целесообразно начинать с общественных водоемов комплексного назначения и русловых водоподъемных водохранилищ.

Ключевые слова: воспроизводство, зарыбление, аквакультура, водоподъемные водохранилища, рыбопродукция.

Calculation of the volume of fish planting material for reproduction and cultivation of aquaculture facilities in the Ruslov water-lifting reservoir of the 1st order in the Penza region

Alik Yu. Asanov

Volga Scientific Center for Aquaculture and Aquatic Bioresources; FSBEI HE Penza State Agrarian University, Penza.

Abstract. In the natural reservoirs and watercourses of the Sursky Region, a small particle totally dominates. Taking into account the demands of the population and the availability of a free forage base, it is promising to "refine" the ichthyofauna by stocking valuable large fish species. It is advisable to start stocking with public reservoirs of complex purpose and channel water-lifting reservoirs.

Keywords: reproduction, stocking, aquaculture, channel water-lifting reservoirs, fish productivity of reservoirs

Ихтиофауна естественных водных объектов Сурского края – Пензенской области и Республики Мордовия, за исключением Сурского (Пензенского) водохранилища, в массе представлена мелким частиком с преобладанием плот-

вы *Rutilus rutilus* (L., 1758), окуня *Perca fluviatilis* (L., 1758), уклейки *Alburnus alburnus* (L., 1758) [1, 4, 10]. Хотя морфометрия, гидрология водных объектов, наличие свободной кормовой базы позволяют здесь культивировать как аборигенные ценные крупные виды рыб – сазана *Cyprinus carpio* (L., 1758), судака *Sander lucioperca* (L., 1758), щуку *Esox Lucius* (L., 1758), жереха *Aspius aspius* (L., 1758), язя *Leuciscus idus* (L., 1758), голавля *Leuciscus cephalus* (L., 1758). Так и вселенцев растительной донной фауны – белого толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844), пестрого толстолобика *Hypophthalmichthys nobilis* (Richardson, 1845), белого амура *Stenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844). Развитие и расширение деятельности предприятий по производству рыбопосадочного материала и его использования для зарыбления естественных водных объектов позволит «облагородить» их ихтиофауну, повысить рыбопродуктивность, переориентировать часть «армии» рыбаков-любителей от выезда на лов на Среднюю и Нижнюю Волгу на собственные регионы. «Облагораживание» ихтиофауны целесообразно начинать с общественных водоемов комплексного назначения, русловых водоподъемных водохранилищ, отличающихся наличием плотин и высокой рыбопродуктивностью. Наиболее крупным русловым водоподъемным водохранилищем 1-порядка в Сурском крае является зарегулированный участок р. Суры в г. Пензе – Городское водохранилище [2, 4, 9].

Протяженность зарегулированного участка р. Сура от плотины Сурского гидроузла до плотины ТЭЦ-1 составляет 20 км. Однако подпор воды от плотины ТЭЦ-1 по основному руслу распространяется вверх на 13 км [8]. Очевидно, именно этот участок нужно считать водохранилищем с отличными от естественного русла гидрологическими, морфометрическими и рыбохозяйственными характеристиками и является непосредственно Городским водохранилищем. Площадь РВВ Городское с затоном Терновский и устьевым участком Старой Суры до плотины РВВ Маяк составляет около 335 га. С участком русла Суры до ГТС Сурского водохранилища – 393 га. Учитывая миграцию рыб на течение, но невозможность ее преодоления Сурского гидроузла именно последний показатель стоит учитывать как общую площадь водохранилища Городское. Его ширина – 100-240 м, глубины – 1,5-8,0 м, скорость течения – 0,01-0,02 м/с. Городское водохранилище является судоходным для пассажирских прогулочных судов.

Городское водохранилище расположено в центре г. Пензы и его заболоченный вид в начале века вызывал негативное отношение жителей и гостей города. По нашим рекомендациям и разработанному рыбоводно-биологическому обоснованию с целью оздоровления водоема в 2011-2015 г. проводилось зарыбление водоема растительной донной фауны – толстолобиками и белым амурами. В результате, наблюдалось очищение водной глади, а растительная донная фауна отлавливалась рыбаками-любителями размерами 7-14 кг. В последние годы зарастание водоема вновь усилилось, а местное население стало жаловаться на плохой клев. В тоже время нами, начиная с 2010 г. проводился постоянный мониторинг кормовой базы и ихтиофауны, с

2017 г. в рамках полномочий Пензенского аграрного университета. Исследования проводились по методикам используемых нами при мониторинговых исследованиях водоемах Сурского края [1, 7].

По результатам гидробиологических исследований произведена оценка продукционных возможностей водохранилища Городское по кормовой базе [3, 5, 6, 11]. Полученные величины свободной рыбопродукции приведены на рисунке. Величины рыбопродукции по кормовой базе составили: базовая рыбопродукция (зоопланктон и зообентос) – 62,5 т или 159,1 кг/га; потенциальная рыбопродукция (фитопланктон и макрофиты) – 38,3 т или 97,5 кг/га; общая рыбопродукция – 100,8 т или 256,5 кг/га.

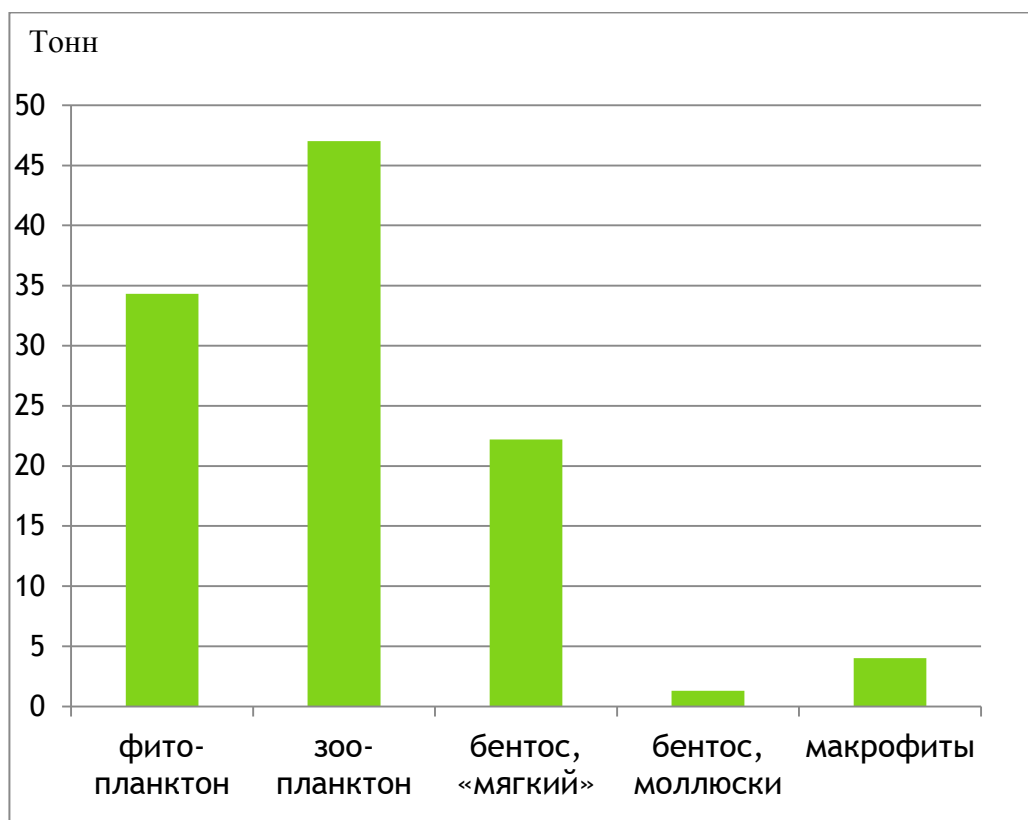


Рисунок 1. Величина рыбопродукции по компонентам кормовой базы

С учетом требований жителей г. Пензы в Городском водохранилище должна быть прозрачная вода, минимум зарастаемости высшей водной растительностью и наличие промысловых видов рыб [12]. Поэтому общее количество зарыбляемых рыб рассчитано на 100% использования свободного фитопланктона и макрофитов, 50 % использования зоопланктона и зообентоса с учетом предосторожного подхода и сохранения численности аборигенных видов рыб.

В качестве экологического оздоровления водоема планируется зарыбление рыбами-мелиораторами и ценными объектами спортивно-любительского рыболовства – белым и пестрым толстолобиком, белым амуром и сазаном. Одновременно общее количество зарыбляемой молоди по видам рыб производится либо сеголетками и годовиками, либо двухлетками. Расчёт необходимого объёма рыбопосадочного материала для зарыбления приведен в табл. 1.

Таблица 1 – Расчёт необходимого объёма посадочного материала для зарыбления Городского водохранилища

Кормовые ресурсы	Виды рыб	Рыбопродукция, тонн / кг/га	Промысловая масса, кг	Промвозврат, %	Масса 1 экз. зарыбляемой молоди, г	Кол-во зарыбляемой молоди		Масса зарыбляемой молоди, тонн
						тыс. экз.	экз./га	
Фитопланктон	Белый и гибридный толстолобик	34,3 / 87,5	2,0	20,5 / 90,0	25-50 / 200-400	83,7 / 19,1	213 / 49	3,1 / 5,7
Макрофиты	Белый амур	4,0 / 10,2	2,5	20,5	25-50	7,8	20	0,3
Зообентос	Сазан (дикая форма)	12,0 / 30,6	2,0	3,4 / 13,6	11-20 / 21-30	176,4 / 44,1	473 / 112	2,6 / 1,1
Зоопланктон	Пестрый и гибридный толстолобик	24 / 61,1	2,0	20,5 / 90,0	25-50 / 200-400	46,8 / 13,3	119 / 34	1,7 / 4,0

При зарыблении обеими возрастными группами корректируется их численность. Одновременно, в один сезон в водохранилище можно зарыбить 6,2 – 12,6 тонны молоди разных возрастов, или 215 – 825 экз./га, что через 4–5 лет позволит получить 74 тонн рыбной продукции, или 188 кг/га. С аборигенными видами рыб – соответственно 97,6 тонн или 248,7 кг/га. Зарыбление подобным количеством рыбопосадочного материала производится один раз в пять лет, либо общее количество рыбы по частям можно зарыблять ежегодно.

Большой проблемой естественных водоемов является браконьерство, однако в данном случае, благодаря работе рыбоохраны и постоянному нахождению местных жителей на водохранилище, возможность использования незаконных способов лова сведено к минимуму.

Учитывая нахождение Пензенской области на вершине Волжско-Донского водораздела, т.е. долгосрочную перспективу обеспечения бесплатной чистой водой водных объектов региона, зарыбление естественных водных объектов, ценными видами рыб, включая крупные аборигенные виды – «облагораживание» ихтиофауны является перспективным направлением аквакультуры ближайшего будущего.

Список источников

1. Асанов, А. Ю. Водные биологические ресурсы Пензенской области. Река Сура / А. Ю. Асанов // Вестник Астраханского Государственного Технического Университета. Сер. Рыбное хозяйство. 2016. №1. С. 7-14.

2. Асанов, А. Ю. Рыбохозяйственное значение водохранилищ, образованных русловыми водоподъемными сооружениями / А. Ю. Асанов // Сурский вестник. 2019. №3(7). С. 22-28.

3. Асанов, А. Ю. Биомасса зоопланктона Городского водохранилища на реке Сура в городе Пенза / А. Ю. Асанов // Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы. Перспективы. Сборник статей XIV междунар. научной конф. Пенза. 2019. С. 149–154.

4. Asanov, A. Y. Biological resources of water bodies in the Volga region, formed by water retaining structures as exemplified by the Gorodskoye water reservoir in Penza region / A.Y. Asanov, A.A. Galiullin, E.A. Kalinichev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, volume 953: Volga Region Farmland 2021 (VRF 2021), Penza, 16th-18th November 2021. – Penza: IOP Publishing Ltd, 2022. – P. 012028. – DOI 10.1088/1755- 1315/953/1/012028.

5. Асанов, А. Ю. Фитопланктон водохранилища Городское на реке Сура в городе Пензе / А. Ю. Асанов // Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы: сборник статей XVIII Международной научно-практической конференции. Пенза: Пензен. гос. аграр. ун-т, 2023. С. 950-954.

6. Асанов, А. Ю. Видовой состав и рыбопродукция зообентоса водохранилища Городское на реке Сура в городе Пензе / А. Ю. Асанов // Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы: сборник статей XVIII Международной научно-практической конференции. Пенза: Пензен. гос. аграр. ун-т, 2023. С. 945-950.

7. Бурдова, В. А. Структура зоопланктона водотоков в лесостепи Среднего Поволжья в осенний период / В. А. Бурдова, Т. Г. Стойко, А. Ю. Асанов // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2014. Т. 23, № 2. С. 33-39.

8. Иванов, А. И. Природные условия Пензенской области. Современное состояние. Том 1. Геологическая среда, рельеф, климат, поверхностные воды, почвы, растительный покров. Монография. / А. И. Иванов, Н. В. Чернышев, Е. Н. Кузин. Пенза: РИО ПГАУ, 2017. 236 с.

9. Ивушкин, А. С. Водорегулирующие сооружения / А. С. Ивушкин, И. М. Крышов, К. К. Кантеев. Пенза: «Пензенская Правда», 1993. 270 с.

10. Ильин, В. Ю. Русловые переливные плотины верхнего течения реки Суры и их влияние на размещение ихтиофауны / В. Ю. Ильин, А. В. Янкин // Пробл. охраны и экол. мониторинга природ. ландшафтов и биоразнообразия. Сборник статей Всеросс. науч.-практич. конференц. Пенза: РИО ПГСХА, 2006. С. 42-45.

11. Козлов, В. И. Эколого-рыбохозяйственная оценка озера Сенеж / В. И. Козлов, Ю. С. Иванова // Рыбное хозяйство. 2013. № 1. С. 18-25.

12. Мингазова, Н. М. Разработка основных проектов благоустройства и экореабилитации городских водоемов / Н.М. Мингазова, М.А. Кошман, З.Г. Тукманова, Э.Г. Набеева. – Казань: Издательство Казанского университета, 2020. – 44 с.

© Асанов А.Ю., 2024

О состоянии и перспективах развития рыбохозяйственного комплекса Саратовской области

Анатолий Николаевич Богачёв

Саратовский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Саратов

Аннотация. На территории Саратовской области располагаются Саратовское и Волгоградское водохранилища, имеющие огромное рыбохозяйственное значение. Одним из путей увеличения рыбопродуктивности водохранилищ является выпуск молоди рыб, полученной в искусственных условиях. Так же рассмотрены некоторые аспекты развития рыбохозяйственного комплекса региона и значение результатов научных манипуляционных исследований.

Ключевые слова: Саратовская область, водохранилища, рыбопродуктивность, объёмы выпуска, водные биоресурсы

On the state and prospects for the development of the fishery complex of the Saratov region

Bogachev A.N.

Saratov Branch of the “Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography”

Abstract. On the territory of the Saratov region are located Saratov and Volgograd reservoirs, which are of great fishery importance. One way to increase the fish production of reservoirs is to release juvenile fish obtained under artificial conditions. Also considered are some aspects of the development of the fishery complex of the region and the importance of the results of scientific research.

Keywords: Saratov region, reservoirs, fish production, output volumes, aquatic biological resources

Создание значительного фонда водохранилищ поставило перед рыбохозяйственной наукой ряд сложных задач по изучению, освоению и превращению вновь созданных водоемов в мощный источник рыбной продукции. Как правило, вновь созданные водохранилища на крупных реках имеют многоцелевое назначение и рыбное хозяйство в них поставлено в сложные рамки межведомственного водопользования [4].

В преддверии создания водохранилищ на Нижней Волге (Волгоградского и Саратовского) большое внимание уделялось разработке биологических обоснований их рыбохозяйственного использования, прогнозированию рыбопродуктивности и общих тенденций изменений экосистем искусственных водоемов [5].

К концу 1970-х годов на основании результатов научных исследований Саратовского филиала ФГБНУ «ВНИРО», полученных на первых этапах существования водохранилищ, была создана Опытно-производственная программа рыбохозяйственной эксплуатации Волгоградского водохранилища, выполнение которой на протяжении 1980-х годов позволило более чем в 2 раза увеличить вылов рыбы без ущерба запасам. Кроме того, опыт выполнения программы послужил основой для создания новых правил рыболовства и введения на практике нового режима промысла на ряде водохранилищ Волжского каскада.

В перспективе необходимо продолжить инвентаризацию и паспортизацию водных объектов региона, с целью сохранения и оптимизации использования малых озер, рек и водно-болотных комплексов, а также для сохранения биологического разнообразия. Проведение указанных работ имеет не только научно-производственное, но и ярко выраженное природоохранное значение.

Наибольшее значение для рыболовства имеют водные биоресурсы волжских водохранилищ – Волгоградского и Саратовского.

В настоящее время в решении проблемы рационального использования Саратовского и Волгоградского водохранилищ важная роль принадлежит изучению естественных сырьевых водных биоресурсов (ВБР) и разработке прогноза и мер по рациональной их эксплуатации. Эта работа является актуальной, так как направлена на разработку биологического обоснования объёма изъятия водных биоресурсов без ущерба естественным популяциям и служащее основой для принятия управленческих решений.

К факторам, ограничивающим рост добычи естественных биоресурсов на исследуемых водохранилищах, можно отнести:

- Количественные: приближение вылова к нормативам общего допустимого (возможного) улова
- Качественные: замещение ценных видов рыб малоценными в процессе естественного старения экосистемы водохранилищ и зарастания продуктивных мелководных участков.

Но при этом в водоёмах имеются резервные корма, которые могут служить источником получения дополнительной рыбопродукции.

Ихтиофауна в водоемах Саратовской области насчитывает более 70 видов, из них к промысловым рыбам относится менее половины: лещ, густера, плотва, окунь, серебряный карась, судак, берш, щука, жерех, язь, чехонь, синец, сазан, белый амур, толстолобики (пестрый и белый), белоглазка, голавль, линь, красноперка, сом, налим и др. Основу промысла составляют – лещ, густера, плотва, окунь, серебряный карась, судак, щука, берш. На их долю приходится более 80% промыслового запаса и массы годового улова [1].

Для успешного размножения аборигенных видов требуется набор определенных условий. Это, прежде всего, поддержание необходимого уровня и термического режимов водохранилищ в весенний нерестовый период. Необходимо, чтобы сложились благоприятные их сочетания, наблюдаемые, как правило, в многоводные годы с длительным стоянием уровня (30-35 дней) на высоких отметках и последующим его медленным понижением. В этом случае обеспечивается эффективный нерест и урожайные поколения рыб.

Кроме естественного воспроизводства, численность рыб ежегодно поддерживается путём зарыбления водоемов молодь, полученной в искусственных условиях (толстолобики, белый амур, стерлядь, сазан).

Следует отметить, что, в Волгоградском водохранилище объемы выпуска (рис. 1) молоди некоторых видов (растительноядных рыб, сазана, стерляди) значительно различались по годам в связи с нестабильным бюджетным финансированием работ по воспроизводству водных биоресурсов.

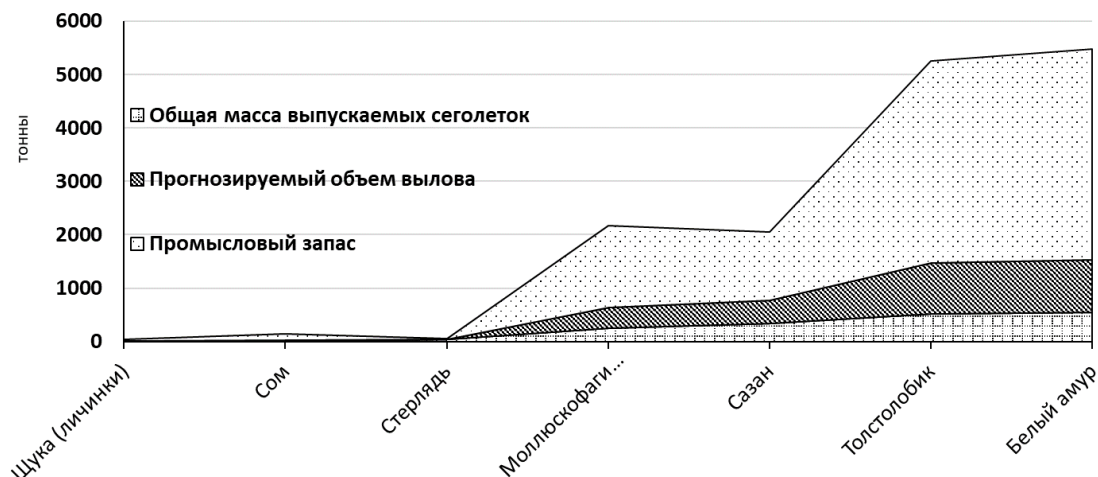


Рисунок 1. Объемы выпуска, вылова и запаса основных видов рыб Волгоградского водохранилища, в тоннах

Однако, ситуацию удастся в определенной мере улучшить за счет привлечения средств по компенсации ущерба, наносимого различного рода хозяйственной деятельностью.

Фактический выпуск молоди рыб в нижеволжские водохранилища на территории Саратовской области в процентном соотношении от научно обоснованных объёмов представлен на рисунке 2.

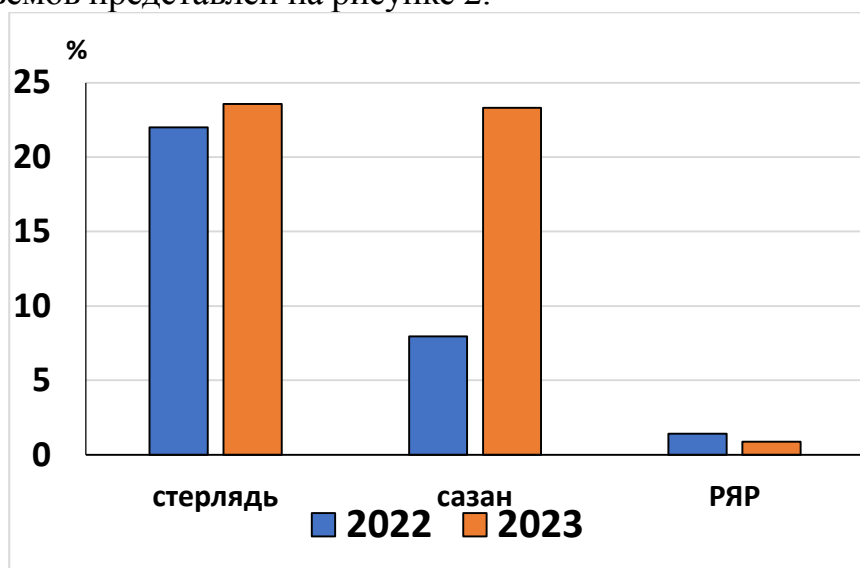


Рисунок 2. Фактический выпуск молоди рыб в нижеволжские водохранилища, %

В условиях полного исчезновения осетровых рыб актуальным является вопрос формирования репродуктивных маточных стад с целью восстановления естественных популяций [2, 3]. В результате многочисленных исследований СаратовНИРО была разработана схема формирования репродуктивного стада осетровых рыб (стерляди), что позволит сохранить генофонд этого ценного представителя осетровых рыб.

В заключении можно отметить, что перспективным направлением развития рыбохозяйственного комплекса Саратовской области является научно обоснованный выпуск молоди рыб в водные объекты региона.

Список источников

1. Ермолин, В.П. Состав Ихтиофауны Саратовского водохранилища / В.П. Ермолин // Вопросы ихтиологии. – 2010., Т. 50., № 2. – С. 280-284.
2. Ермолин, В.П., Белянин, И.А. Современное состояние популяции стерляди (*Acipenser ruthenus*; *Acipenseridae*) в Волгоградском водохранилище / В.П.Ермолин, И.А. Белянин // Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации. Сб. ст. XVI Международной научно-практической конференции. Пенза, 2020. Ч 2. С. 28-32.
3. Ермолин, В.П., Белянин, И.А., Кияшко, В.В., Ильин, Н.С. Современное состояние популяции стерляди (*Acipenserrutemus*, *Acipenseridae*) в Саратовском водохранилище / В.П.Ермолин, И.А. Белянин, В.В. Кияшко, Н.С. Ильин // Наука и инновации в XXI веке: актуальные вопросы, открытия и достижения. Сборник статей XXII Международной научно-практической конференции. 2020. С. 10-16.
4. Кудерский Л.А. Состояния и пути развития рыбного хозяйства на водохранилищах Волжско-Камского каскада / Л.А. Кудерский // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. Вып. 217. – 1984. – С. 3-17.
5. Небольсина Т.К. Экосистема Волгоградского водохранилища и пути создания рационального рыбного хозяйства: Дис. ... докт. биол. наук. — Саратов, 1980. – 367 с.

© Богачёв А.Н., 2024

О некоторых количественных закономерностях роста моллюска *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906), как возможного объекта марикультуры

Александр Петрович Золотницкий¹

Наталья Александровна Сытник²

Анна Марковна Жаворонкова²

¹Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), г. Ростов-на-Дону

²Керченский государственный морской технологический университет (ФГБОУ ВО «КГМТУ»), г. Керчь

Аннотация. Исследован линейный рост моллюска - *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) после её интродукции в Азово-Черноморский бассейн. Показано, что с возрастанием длины (L, мм) скорость роста (PL, мм/месяц) устойчиво снижалась. Параллельно с этим выявлена положительная связь PL этого вида с температурой воды (T, °C). На основе полученных данных представлена математическая модель, где скорость роста описывается уравнением множественной регрессии: $PL = 1,48 - 0,063 \cdot L + 0,077 \cdot T$. Показано, что это уравнение достаточно точно описывает сезонные изменения роста анадары ($R^2 = 0,733$), в процессе его аутоакклиматизации в Азово-Черноморском бассейне.

Ключевые слова: анадара, длина раковины, температура воды, скорость роста, математическая модель

On some quantitative patterns of growth of the mollusk *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906), as a possible object of mariculture

Alexander P. Zolotnitsky¹,

Natalya A. Sytnik²,

Anna M. Zhavoronkova²

¹All-Russian Fisheries and Oceanography Research Institute (VNIRO), Azov-Black Sea branch of VNIRO (AzNIIRKh), Rostov-on-Don

²Kerch State Marine Technological University (KSMTU), Kerch

Abstract. The linear growth of the mollusk *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) after its introduction into the Azov-Black Sea basin was studied. It is shown that with increasing length (L, mm) the growth rate (PL, mm/month) steadily decreased. At the same time, a positive relationship between PL of this species and water temperature (T, °C) was revealed. Based on the data obtained, a mathematical model is presented, where the growth rate is described by a multiple regression equation: $PL = 1,48 - 0,063 \cdot L + 0,077 \cdot T$. It is shown that this equation de-

scribes empirical data on the growth of blood cockle ($R^2 = 0,733$) in the Azov-Black Sea basin quite well.

Keywords: blood cockle, shell length, water temperature, growth rate, mathematical model

В последние десятилетия в Азово-Черноморском бассейне отмечено резкое возрастание темпов вселения чужеродных видов (биологических инвазий) различных морских гидробионтов. Одним из таких видов, проникших в конце прошлого века в Черное море, является двустворчатый моллюск анадара - *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906), относящийся к семейству Arcidae [4, 5]. Представители этого семейства имеют важное коммерческое значение и являются объектами промысла и культивирования во многих тропических, субтропических и умеренных районах Мирового океана (Малайзии, Таиланде, Южной Кореи, Филиппинах и Китае) [8].

В настоящее время опубликованы ряд материалов по различным аспектам биологии этого моллюска в результате аутоакклиматизации в различных акваториях Азово-Черноморского бассейна [4]. Показано, что анадара характеризуется широкой экологической пластичностью (эвригаллиностью, эвритермностью, устойчивостью к гипоксическим условиям среды), а также рядом физиолого-биохимических адаптаций к экстремальным условиям среды обитания. Все это обуславливает возможность использования анадары для промышленного культивирования в этом регионе [5, 8].

Вместе с тем, ряд вопросов, касающихся жизненного цикла анадары остаются малоизученными. Одним из них является исследование особенностей роста этого вида в новом для него регионе. Этот процесс является одним из наиболее важных показателей, определяющих сроки достижения промыслового размера, и характеризует экономическую эффективность культивирования. Следует отметить, что скорость роста является одним из наиболее важных показателем энергетического бюджета (баланса) особей и популяций, необходимого для оптимизации процесса культивирования различных объектов марикультуры [1].

В задачу настоящей работы входило изучение совместного влияния размера тела и температуры воды на скорость роста анадары в Керченском проливе.

Работа проводилась в 2013-2015 гг., где в мае 2013 г. была отобрана группа моллюсков в количестве 40 экз. с модальной группой 5 – 10 мм (средняя - 8,1 мм). Кроме того, в контрольных садках проводилось выращивание 90 экз. разных размерных групп этого вида, которые были использованы для замены погибших особей в процессе выращивания. Анализ роста проводили в плоских сетных садках, размером $0,7 \text{ м}^2$ в течение 3-х лет. Длину раковины моллюсков (L , мм) определяли с помощью штангенциркуля с точностью до 0,1 мм, интервал между отбором проб составлял 1,4–2,5 месяца. Траекторию линейного роста анадары описывали с помощью уравнения Л. Бергаланфи (VBGF) [1, 7]:

$$L_t = L_\infty \cdot (1 - e^{-k(t-t_0)}) \quad (1)$$

где L_t и L_∞ – соответственно, длина раковины моллюска за время t (месяц) и ее теоретически максимальный размер, k – константа роста, t_0 – теоретический возраст, при котором длина моллюска равной нулю, e – основание натурального логарифма (2,718) Абсолютную скорость линейного роста (PL) моллюсков определяли по уравнению:

$$PL = (L_{t+1} - L_t)/(t_{i+1} - t_i) \quad (2)$$

где L_t и L_{t+1} – начальная и конечная длина раковины (мм) между двумя смежными датами отбора проб за месяц (t_i и t_{i+1}).

Исследование показало, что траектория линейного роста в онтогенезе заметно варьировала, хотя амплитуда этих изменений была сравнительно невелика. Теоретическая кривая, рассчитанная по VBGF (рисунок 1), достаточно точно передает общую тенденцию изменений линейного роста и в численном виде аппроксимируются уравнением (3):

$$L_t = 48,5 \cdot [1 - e^{-0,034 \cdot (t-0,14)}], n = 17, R^2 = 0,962 \quad (3)$$

где R^2 – коэффициент детерминации.

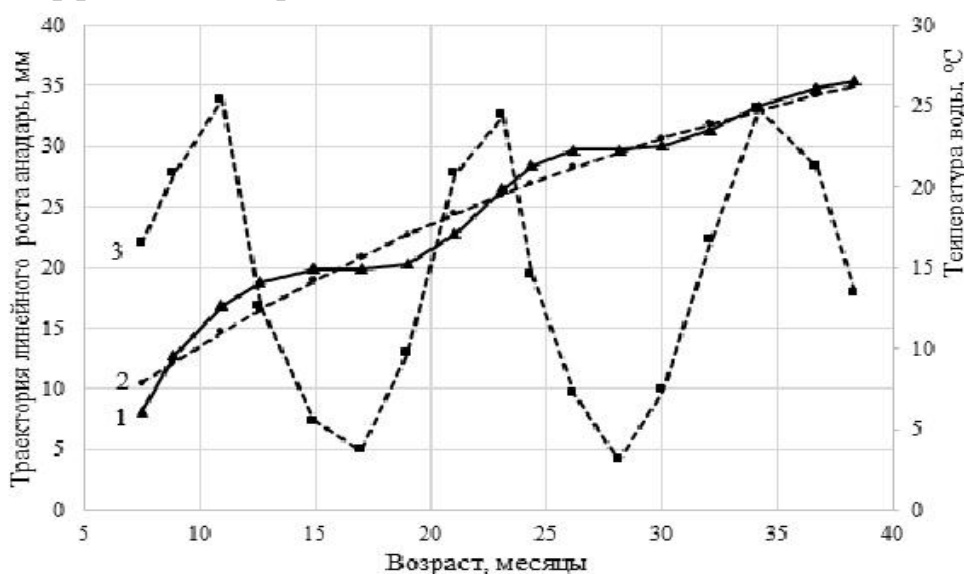


Рисунок 1. Траектория линейного роста (1) и его теоретическая кривая (2) в процессе выращивания анадары в Керченском проливе, 3 - температура воды

Полученные ранее данные, в целом, достаточно близки к материалам полученных ранее [2, 12], и отличались между собой лишь максимальными значениями длины анадары (L_∞), что обусловлено разным термическим режимом в северном (Керченский пролив) и южном (побережье Турции) районах Чёрного моря. В то же время теоретическая кривая в уравнении (3) не указывала на сезонные изменения PL – возрастание этого показателя в весенне-летний и осенний периоды и задержку роста в зимний сезон.

В связи с этим были отдельно исследованы изменения длины и температуры воды на скорость роста этого вида. Было обнаружено, что средняя длина моллюска в конце 1-го года жизни достигала 18,1 мм, на 2-ом году она составила 28,0 мм, а на 3-м году она была равна 34,8 мм, что достаточно близко к

теоретическим данным, имеющих, соответственно, размеры 15,2, 27,5 и 35,0 мм. Скорость линейного роста анадары была наиболее высока на 1-м году жизни (3,36 мм/месяц), после чего на 2-м и 3-м гг. она снижалась, соответственно, до 1,98 и 0,92 мм/месяц.

Таким образом, с увеличением длины изменение DL анадары в первом приближении можно описать обычной линейной функцией (4):

$$PL = 2,42 - 0,06 \cdot L, n = 16, r = 0,469 \quad (4)$$

где r – коэффициент корреляции.

В то же время, в течение каждого года наблюдались изменения темпа роста (PL) анадары, тесно связанные с динамикой температурой воды (T). На рисунке 2 видно, что, несмотря на довольно заметную вариабельность, связь между этими переменными описывается обычной линейной функцией (уравнение 5):

$$PL = -0,089 + 0,29 \cdot T, n = 16, r = 0,688 \quad (5)$$

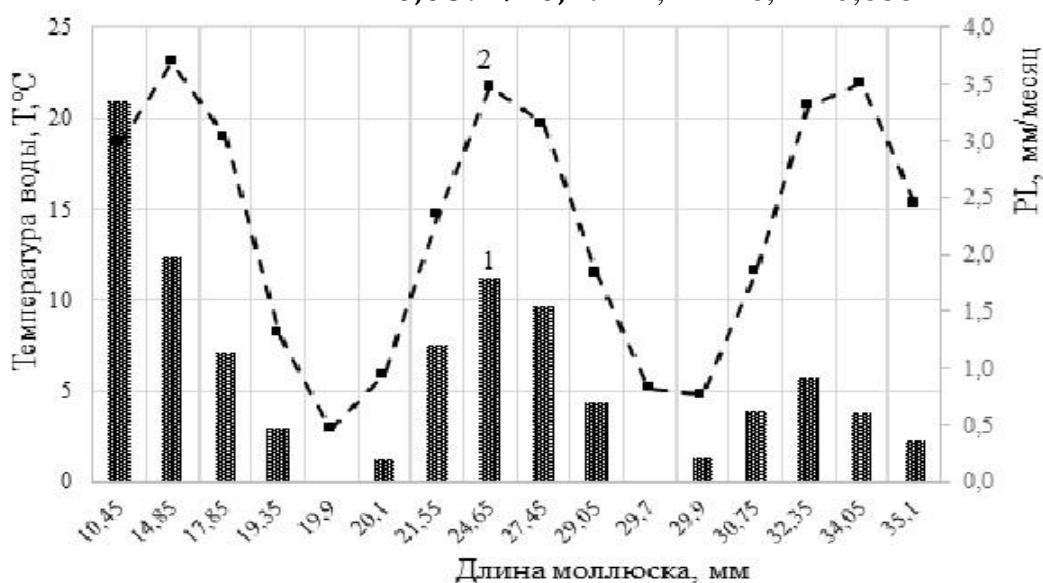


Рисунок 2. Динамика линейного роста (PL , мм/месяц) в зависимости от длины анадары и температуры воды: 1 — скорость линейного роста (мм/месяц) в процессе 3-летнего выращивания; 2 — температура воды (°C)

Об этом свидетельствуют многочисленные результаты исследований, где скорость многих биологических процессов (питания, дыхания, роста и др.) тесно связано с изменением температуры воды [1, 8, 13].

На основе полученных данных скорость роста мы сочли возможным охарактеризовать с помощью уравнения множественной регрессии [11, 13], основой которой являлась линеаризованная версия роста VBGF [9]. Она позволяет идентифицировать и количественно определять основные переменные, характеризующие среднюю скорость роста моллюсков:

$$Y = b_0 + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2 + \dots + b_i \cdot X_i + e_i \quad (6)$$

где Y – результирующая переменная (скорость роста), тогда как предикторами являлась длина (X_1) и температура воды (X_2), Коэффициент b_0 является количественной оценкой средней скорости роста при отсутствии влияния L и T , тогда как коэффициенты $b_1, b_2 \dots b_i$ характеризуют эффект размера тела и темпе-

ратуры воды на PL, e - случайная ошибка переменной Y в i -м наблюдении. Статистический анализ показал, что скорость линейного роста (PL) связана с длиной и температурой воды (T) уравнением (6):

$$PL = 1,48 - 0,063 \cdot L + 0,077 \cdot T, n = 16. R^2 = 0.733 \quad (6)$$

В приведенном уравнении расчетные значения $(1 - R^2)$ отклонялись от опытных данных на 0,267 (26,7 %), что могло быть связано с наличием мультиколлинеарности, т.е. корреляцией между двумя объясняющими переменными (L и T) этой модели. Для проверки предположения о независимости отклонений в данных наблюдениях, была изучена автокорреляция остатков, которую оценивали с помощью критерия Дарбина–Уотсона (DW):

$$DW = \sum_{i=2}^n (e_i - e_{i-1}) / \sum_{i=1}^n e_i^2 \quad (7)$$

Статистический анализ показал, что значение DW составляло 1,72. При нормальном распределении остатков этот интервал входит $1,2 \leq DW \leq 2,8$ [3], что указывает на отсутствии связи между длиной моллюска и температурой воды.

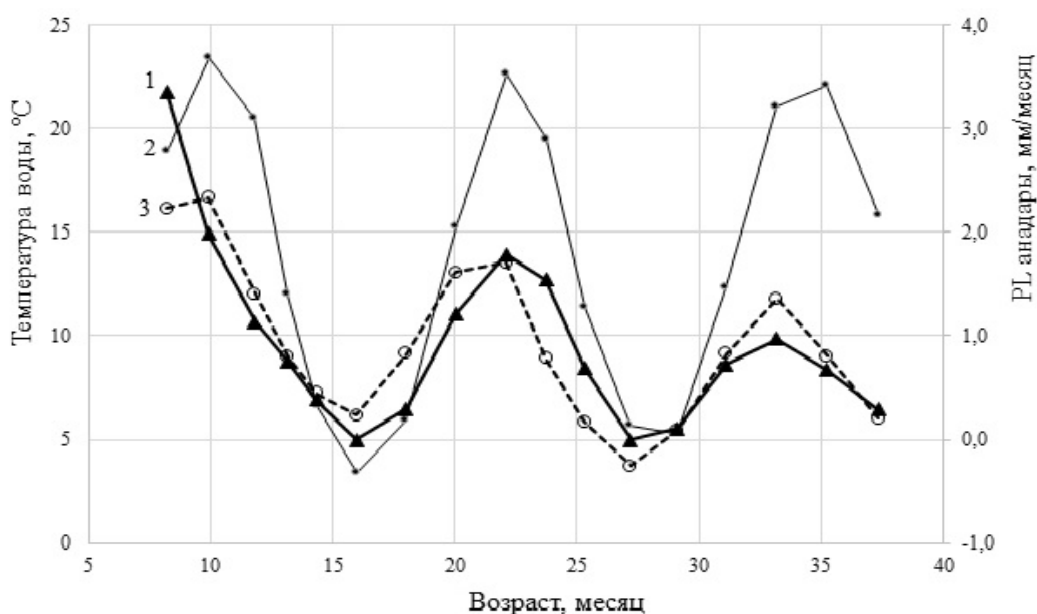


Рисунок 3. Сравнительная характеристика скорости линейного роста анадары на основе эмпирических (1) и теоретических (2) материалов: 3 — температура воды

Вероятно, что наблюдаемые отклонения обусловлены другими факторами: трофическими ресурсами, размерами особей, физиологическим состоянием моллюсков и др. Объединенный коэффициент детерминации (R^2) этого уравнения был равен 0,733, критерий Фишера составлял 17,8. Таким образом, полученные данные свидетельствуют, что теоретическая кривая может аппроксимировать динамику скорости линейного роста анадары в зависимости от температуры воды.

Данные, касающиеся роста анадары, в большинстве своём базируются на уравнении Берталанфи, где возраст определялся на основе размерно-частотного анализа длины или анализа годовых колец роста [2, 8, 12]. И лишь

в последней работе 2023 г. турецкие авторы [9] ввели в VBGF вместо коэффициента k периодическую функцию, которая более точно описывает сезонные изменения линейного роста этого вида. Использование таких функций [10], а также определение термического режима по сумме градусо-дней [6] в ходе онтогенеза успешно применяются при количественной оценке роста моллюсков и рыб.

В настоящей статье подход к моделированию линейного роста анадары основан на уравнении множественной регрессии [11, 13], которое базируется на линеаризованной версии роста VBGF. Представленные выше данные (уравнение б) позволяют довольно точно описать сезонный рост этого вида моллюска в процессе его акклиматизации в Азово-Черноморском бассейне.

Список источников

1. Алимов, А. Ф. Продукционная гидробиология / А.Ф. Алимов, В.В. Богатов, С.М. Голубков // С-Пб: Наука. 2013. 353 с.
2. Жаворонкова, А. М. Возрастная структура и линейный рост анадары (*Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) Керченского пролива / А.М. Жаворонкова, Н.А. Сытник, А.П. Золотницкий // Водные биоресурсы и среда обитания. 2022. Т. 5, № 1. С. 25–35
3. Замков, О. О. Математические методы в экономике. / О. О. Замков, А. В., Толстопятенко, Ю. Н. Черемных // М.: МГУ им. М. В. Ломоносова, 1997. Изд-во «ДИС». 368 с.
4. Золотарев, В. Н., Двустворчатый моллюск *Sinearsca cornea* – новый элемент фауны Черного моря / Золотарев В. Н., Золотарев П. Н. // Докл. АН СССР. 1987. Т. 297. № 2. С. 501–503.
5. Ревков, Н.К., Особенности биологии двустворчатого моллюска *Anadara kagoshimensis* в Чёрном море / Н.К. Ревков, С.А. Щербань // Экосистемы. 2017. Т. 9. С. 47–56.
6. Сухотин, А.Л. Линейный рост беломорских мидий при изменении условий обитания / А.Л. Сухотин Э. Е. Кулаковский, Н.В. Максимович // Экология. 1992. № 5. С. 71–77.
7. Bertalanffy, L. von. Untersuchungen tiber die Gesetzlichkeit des Wachstums. I. Teil: Allgemeine grundlagen der Theorie; mathematische und physiologische Gesetzlichkeiten des Wachstums bei Wassertieren / L. von Bertalanffy // Roux' Archiv far Entwicklungs mechanic. 1934. V. 131. P. 613–652.
8. Broom, M. J. The Biology and Culture of Marine Bivalve Molluscs of the Genus *Anadara* / ICLARM. International center for living aquatic resources management Manila, Philippines. 37 p.
9. Dağtekin, M. Population abundance and growth parameters of an exotic bivalve species, *Anadara kagoshimensis*, in the Southwestern Black Sea / M. Dağtekin, G. Dalgıç, M. Erbay, I. Ö. Akpınar, M. Aydin, Ö. Süleyman, C. Ayşe, K. Sedat // Turkish J. Zoology. 2023. V. 47. № 1. P. 20–32.

10. Garcia-Berthou, E. A technical note on seasonal growth models / E. Garcia-Berthou, G. Carmona-Catot, R. Merciai, D.H. Ogle // Fish Biol Fisheries. 2012. Vol. 22. P. 635–640. DOI 10.1007/s11160-012-9262-x

11. Hall, S. A. multiple regression model of oyster growth // Fish. Res. 1984. V. 2. P. 167–175.

12. Kasapoğlu, N. Body-Shell Dimension Relations and Growth Parameters of the Invasive Ark Clam (*Anadara inaequivalvis*) in Turkish Coast of the Black Sea / N. Kasapoğlu // Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences. 2018. V. 4. Issue 1. P. 46–51.

13. Pauly, D. M. Multiple regression analysis of aquaculture experiments based on the "extended Gulland-and-Holt Plot": model derivation/ D. M. Pauly, C. B. Prein and K. D. Hopkins // ICLARM Stud. 1993. V. 20. 13 - 23 p.

© Золотницкий А.П.,, 2024

Научная статья
УДК: 639.371.7

Технологии УЗВ - будущее аквакультуры

Елена Анатольевна Зыкина

Пензенский государственный аграрный университет, г. Пенза

Аннотация. В статье рассмотрены преимущества выращивания рыбы в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ).

Ключевые слова: установки замкнутого водоснабжения, аквакультура, выращивание рыбы, аквапоника.

USV Technologies - The Future of Aquaculture

Elena Anatolyevna Zykina

Penza State Agrarian University

Abstract. The article considers the advantages of growing fish in closed water supply plants (CVA).

Keywords: installations of closed water supply, aquaculture, growing fish, aquaponics.

С каждым годом рыба занимает все более важное место на мировых рынках и становится объектом все возрастающего спроса. Этот рост интереса к рыбной продукции обусловлен несколькими факторами.

Во-первых, рыба является источником полноценных белков, необходимых для поддержания здоровья и нормального развития человека. Также рыба источник полезных микроэлементов и омега-3 жирных кислот, которые благоприятно влияют на работу сердечно-сосудистой системы и мозговую активность.

В свете растущей популярности здорового образа жизни и правильного питания регулярное употребление рыбы становится неотъемлемой частью сбалансированного рациона человека.

Во-вторых, растет интерес к новым вкусовым гастрономическим впечатлениям, и рыба предлагает безграничные возможности для реализации самых смелых кулинарных экспериментов. Сегодня рыба представлена на рынке в самых разнообразных видах, приготовлена по разным рецептам и с использованием разнообразных специй, что позволяет создавать новые и уникальные блюда. Повара и кулинары всего мира ценят рыбу за ее мягкий вкус и универсальность в кулинарии.

По оценкам специалистов Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН спрос на рыбную продукцию и морепродукты будет постоянно увеличиваться [1].

Ранее наиболее распространенным методом выращивания рыбы был открытый пруд или водоем. Однако, открытые системы восприимчивы к воздействию внешних факторов, таких как изменение климата, загрязнение окружающей среды и риск столкновения с инфекциями и болезнями.

В последнее время стали активно развиваться аквакультурные технологии. Большую популярность среди них приобретают установки замкнутого водоснабжения - УЗВ.

Установки замкнутого водообеспечения представляют собой комплексное гидротехническое сооружение, предназначенное круглогодичного и экологически чистого производства рыбы [2,3].

В УЗВ можно выращивать рыбу круглый год. Круглогодичное выращивание гидробионтов в закрытых водных фермах исключает режимы зимовки, что позволяет сократить срок получения товарной продукции [4]. По мнению многих авторов, в бассейнах можно выращивать рыб за два сезона, а при использовании современных сбалансированных кормов с высоким содержанием протеинов можно выращивать и за один сезон (от личинки до товарной) и даже за 6–7 месяцев [5,6].

В УЗВ можно разводить осетровых, форель, раков, креветок и другие виды рыб. При этом в установках, возможно, выращивать как товарную продукцию, так рыбопосадочный материал.

Кроме ценных пород рыб в данных установках можно культивировать и распространенные объекты аквакультуры, например, карпа. В стандартных условиях выращивания — в прудах — карп растет около 2 лет. В УЗВ до прудовой навески карп вырастает за 1–1,5 года. Кроме того, УЗВ подойдет для доращивания карпа до навески 30–100 граммов с целью дальнейшей пересадки в пруды. Это тоже позволит выходить на годовой или чуть больший цикл выращивания [7].

Установки замкнутого водоснабжения состоят из бассейнов и автоматизированной системы водоподготовки, в которую входят блок механической и биологической очистки, стерилизации, температурной стабилизации, насыщения кислородом, а также долив и сброс воды [8].

Эти системы обеспечивают идеальные условия для выращивания рыбы независимо от внешней среды. Закрытая система контролирует температуру, уровень кислорода, содержание питательных веществ и другие параметры, необходимые для здоровья и хорошего роста рыбы.

Важным ресурсосберегающим фактором при использовании данных установок, является экономичное использование воды. Процесс выращивания рыбы в УЗВ происходит при многократном использовании одного и того же объема воды, подвергаемого очистке и вновь возвращаемого в рыбоводные емкости. Благодаря постоянной очистке воды на выходе получается экологически чистая продукция [9].

УЗВ работает по следующей технологической схеме: очищенная и подготовленная вода при помощи насосов подается в бассейны с рыбой. Рыбу в бассейнах кормят высококачественными комбикормами. Загрязненная остат-

ками комбикормов и экскрементами рыб вода из бассейнов направляется в механический фильтр, где очищается от твердых частиц и взвесей. После механической очистки вода подается в биологический фильтр. Здесь при помощи бактерий осуществляется биологическая очистка воды от аммиака и нитритов. Очищенная вода обеззараживается с помощью УФ-ламп и озонаторов, затем насыщается кислородом в оксигенаторе и снова подается в бассейны с рыбой. Небольшая часть воды, не более 5–10% от ее общего, объема ежедневно вместе с накопившимися загрязнениями сбрасывается. Подпитка свежей водой составляет 5-10% в сутки от объема воды в установке.

В УЗВ используется высокая плотность посадки рыбы, в результате чего рыбопродуктивность во много раз может превышать таковую при традиционных способах выращивания. Кроме того, УЗВ позволяют контролировать качество воды и избегать негативных воздействий на окружающую среду. Такие проблемы, как загрязнение воды химическими веществами или интродукция инвазивных видов, могут быть сведены к минимуму благодаря регулируемым условиям замкнутой системы [10].

Все происходящие процессы в УЗВ, связанные с производством рыбы, автоматизированы. Обслуживать установки может один человек, затрачивая при этом несколько часов в сутки.

Более того, установки замкнутого водоснабжения позволяют выращивать рыбу на относительно малых площадях, что приводит к экономии земли и энергии в сравнении с открытыми системами.

Одним из путей повышения эффективности УЗВ является использование интегрированных технологий, созданных на базе рыбоводных установок [11].

На сегодняшний день перспективным направлением является аквапоника. Аквапоника – это высокотехнологичный способ ведения сельского хозяйства, сочетающий аквакультуру - выращивание водных животных и гидропонику - выращивание растений без грунта. Совмещение двух технологий открывает новые возможности для растениеводства и рыболовства.

Использование УЗВ совместно с гидропоникой позволяют вырастить осетровых рыб, африканского клариевого сома, брюхоногого моллюска ампулярии и австралийского рака в сочетании с салатом листовым, петрушкой, перцем, огурцом [12].

Таким образом, установки замкнутого водоснабжения, несомненно, открывают новые горизонты для выращивания рыбы. Они обеспечивают устойчивость, эффективность и экологическую ответственность, сочетая удовлетворение потребностей людей в рыбе с охраной окружающей среды. В настоящее время, это является одной из самых актуальных тем для развития рыбоводства и обеспечения продовольственной безопасности.

Список источников

1. Шмелева, Л. А. Разработка инвестиционного проекта аквакультурного производства / Л. А. Шмелева // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2022. – № 4-2. – С. 259-264.
2. Ярмош, В. В. Клариевый сом – перспективный объект промышленного рыбоводства: монография / В. В. Ярмош [и др.]. – Пинск: ПолесГУ, 2020. – 203.
3. Золотов, А. В. Эффективность культивирования стерляди в замкнутой аквасистеме с выходом готовой продукции 40 тонн в год для условий Смоленской области / А. В. Золотов // EUROPEAN RESEARCH: сборник статей XVI Международной научно-практической конференции: в 2 ч., Пенза, 14 августа 2018 года. Том Часть 2. – Пенза: "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г.Ю.), 2018. – С. 103-106.
4. Жаткин, А. М. Актуальность внедрения автоматизированной системы управления установкой замкнутого водоснабжения для выращивания рыбы и повышения эффективности её работы / А. М. Жаткин // МОЛОДЁЖЬ, НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ДОСТИЖЕНИЯ и ИННОВАЦИИ: сборник статей II Международной научно-практической конференции, Пенза, 17 июня 2021 года. – Пенза: Общество с ограниченной ответственностью "Наука и Просвещение", 2021. – С. 30-32.
5. Воробьева, Н. К. Особенности культивирования форели на Белом и Баренцевом морях/ Н. К. Воробьева, Л. И. Пестрикова, М. А. Лазарева // Рыбное хозяйство. 2004. № 3. С. 40–42.
6. Проскуренко, И.В. Замкнутые рыбоводные установки / И.В. Проскуренко // Москва: ВНИРО, 2003. - 152 с
7. Выращивание рыбы в замкнутых системах. УЗВ-фермы. [электронный ресурс] // bizwow.ru [Интернет-портал]. <https://bizwow.ru/vyrashhivanie-ryby-v-zamknutyx-sistemah-uzv-fermy/>.
8. Каюкова, С. Н. Разведение радужной форели в искусственных условиях Забайкальского края / С. Н. Каюкова, Н. А. Бутина, В. А. Кердун // Вестник ИрГСХА. – 2019. – № 95. – С. 53-62.
9. Матишов, Г. Г. Выращивание осетровых рыб в условиях замкнутого водоснабжения / Г. Г. Матишов, Е. Н. Пономарева, П. А. Балыкин // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2008. – № 11. – С. 47-56.
10. Трошева, Д. А. Установки замкнутого водоснабжения как источник развития аквакультуры / Д. А. Трошева // Развитие и современные проблемы аквакультуры: Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, с. Дивноморское, 20–24 сентября 2021 года / Редакция: И.М. Донник [и др.]. – Ростов-на-Дону: Общество с ограниченной ответственностью "ДГТУ-ПРИНТ", 2021. – С. 74-76.

11. Сызжыков, К.Н. Рост и развитие растений в аквапонной установке /, Ж. К. Куржыкаев, С. Н. Нарбаев [и др.] // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. – 2017. – № 3(94). – С. 59-65.

12. Матишов, Г.Г. Инновационная биотехнология получения экологически чистой продукции аквабиокультуры в модульной установке замкнутого водоснабжения / Г. Г. Матишов, Е. Н. Пономарева, А. В. Казарникова [и др.] // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. – 2016. – № 3(191). – С. 41-48.

© Зыкина Е.А., 2024

Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса России

Ольга Валериевна Карпова

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, Саратов

Аннотация. В статье рассматривается стратегия развития рыбохозяйственного комплекса России. Входящие в нее виды деятельности, определяющие приоритетные комплексные проекты развития с целевыми показателями, предполагающие план их реализации.

Ключевые слова: стратегия, развитие, рыбохозяйственный комплекс.

Strategy for the development of the Russian fishery complex

Olga' V. Karпова

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov.

Abstract. The article discusses the development strategy of the Russian fisheries complex. The activities included in it define priority integrated development projects with targets, suggesting a plan for their implementation.

Keywords: strategy, development, fisheries complex.

Рыбохозяйственный комплекс России – *отрасль экономики* связанная с рыболовством, рыбоводством и переработкой, которая *обеспечивает продовольственную безопасность страны, и является одной из наиболее динамично развивающейся отраслью*, в Стратегии понимается производственно-хозяйственный комплекс, включающий в себя следующие виды деятельности:

- добыча (вылов) и переработка водных биологических ресурсов;
- транспортировка, хранение, выгрузка и реализация рыбной и иной продукции из водных биологических ресурсов;
- производство продукции товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) и искусственное воспроизводство водных биологических ресурсов;
- оптовая торговля рыбной и иной продукцией из водных биологических ресурсов и продуктами их переработки, продвижение и маркетинг рыбной и иной продукции из водных биологических ресурсов;
- международное сотрудничество в сфере рыбоводства;
- охрана и отраслевая система мониторинга водных биологических ресурсов;
- строительство, техническое обслуживание, модернизация, ремонт и утилизация судов рыбопромыслового флота;

- управление рыбными терминалами морских портов и инфраструктурой для приемки, хранения и переработки продукции из водных биологических ресурсов [2];

- научно-исследовательская деятельность, профильное образование и подготовка кадров [1].

Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса - комплексный подход, ориентированный на рост и устойчивость его развития, предполагает собой всеобъемлющий план, определяющий приоритетные комплексные проекты развития с четкими целевыми показателями. Она создана с учетом финансовых, кадровых и управленческих ресурсов отрасли, необходимых для достижения поставленных целей.

Стратегия фокусируется на главных сегментах комплекса:

- Искусственное воспроизводство водных биологических: увеличение популяции рыбы и других водных организмов, для обеспечения устойчивого роста отрасли и сохранения биоразнообразия;

- Индустриальная аквакультура: развитие новейших технологий выращивания водных организмов в контролируемых условиях для их производства и увеличения;

- Пастбищная аквакультура: применение природных акваторий для размножения водных организмов, повышая эффективность использования улова и сохранения биоресурсов;

- Добыча анадромных видов рыб: защита и сохранение популяции этих видов рыб, путем внедрения мер по регулированию вылова и восстановлению естественных нерестилищ;

- Переработка: создание современных перерабатывающих предприятий для производства высококачественной рыбной и другой продукции с высокой добавленной стоимостью, соответствующей требованиям мирового спроса.

Учитывая потенциал стратегии для реализации инвестиционных проектов, способных существенно увеличить экономическую эффективность при этом создать новые рабочие места.

Достижение целей планируется за счет реализации комплекса основных (инвестиционных) и вспомогательных (поддерживающих) проектов развития. Формироваться они будут на соответствующих принципах:

- Ориентация на глобальный спрос и тенденции развития рынка: повышение конкурентной способности рыбохозяйственной продукции на международном рынке, путем удовлетворения меняющихся потребительских предпочтений.

- Внедрение вертикальной интеграции: создание взаимосвязанных цепочек производства, охватывающих все процессы (от добычи до реализации конечной продукции) для повышения эффективности и снижения затрат,

- Повышение производительности и технологичности: модернизация основных фондов, внедрение инновационных и энергосберегающих технологий для оптимизации добычи, переработки и транспортировки водных биологических ресурсов;

- Стимулирование инноваций и инвестиций: создание благоприятной среды для частных инвестиций и поощрений, реализация прорывных технологий в рыбохозяйственном комплексе;

- Обеспечение устойчивости: согласование целей развития с принципами устойчивого рыболовства и сохранения биоразнообразия, включая меры по предотвращению чрезмерного вылова и защите критических экосистем [3].

Инновации в аквакультуре.

Стратегия уделяет важное значение в индустриальной пастбищной аквакультуре. Исследования и разработки направлены на оптимизацию систем выращивания, повышение продуктивности и разработку новых высокоценных видов водных организмов.

Устойчивое рыболовство.

Стратегия предполагает необходимость внедрения устойчивых методов рыболовства, применение селективных орудий лова и создания морских охраняемых территорий. Это позволит сохранить популяцию рыб и морских экосистем для будущих поколений.

Международное сотрудничество.

Стратегия продвижение рыбохозяйственного комплекса России зависит от международного сотрудничества, она предусматривает участие в глобальных инициативах, направленных на стабильное управление мировыми рыбными ресурсами и противодействие нелегальному, несообщаемому и нерегулируемому промыслу.

Кадры и образование.

Большое внимание в стратегии развития уделяется кадровому потенциалу рыбохозяйственного комплекса, планируется создание образовательных программ, центров повышения квалификации для подготовки соответствующих специалистов, необходимых для реализации амбициозных планов роста и развитие отрасли.

Финансирование и инвестиции.

Развитие стратегии будет осуществляться при активном участии государственных и частных капиталов. Создаются механизмы финансирования и поощрения инвестиций в приоритетные проекты развития рыбохозяйственного комплекса, позволяющие привлекать финансовые ресурсы, для обеспечения устойчивого развития отрасли.

Оценка и мониторинг.

Система мониторинга обеспечит прозрачность и подотчетность прогресса реализации стратегии. Регулярное проведение достигнутых результатов, позволит корректировать стратегию и адаптировать ее к меняющимся условиям рынка и отраслевой динамике.

Комплексное развитие рыбохозяйственного комплекса входит приоритетные комплексные проекты развития с установлением их целевых показателей. Такими проектами развития с учетом имеющейся и доступной в перспективе ресурсной базы, и производственных мощностей можно

отнести 5 основных комплексных проектов развития и вспомогательные (поддерживающие) проекты [1]:

1. Комплексный проект «Новая тресковая индустрия» по масштабному обновлению производственных фондов их переработка основных объектов промысла.

2. Комплексный проект «Морские биотехнологии» создание индустрии по производству высокотехнологичной и инновационной продукции пищевого и промышленного назначения.

3. Комплексный проект «Пищевая пелагика» по наращиванию производства и поставок на внутренний рынок пищевой продукции из уловов пелагических видов рыб.

4. Комплексный проект «Лососеводство» по развитию товарной аквакультуры (товарного рыболовства) лососевых видов рыб по технологиям индустриальной и пастбищной аквакультуры.

5. Комплексный проект «Ценные морепродукты» освоение морских прибрежных акваторий под выращивания ценных видов гидробионтов.

6. Вспомогательные (поддерживающие) проекты.

В связи от реализации комплекса инвестиционных и вспомогательных проектов можно достигнуть следующих показателей:

- увеличение производства валового внутреннего продукта рыбохозяйственного комплекса,

- совокупный объем инвестиций при реализации основных (инвестиционных) и вспомогательных (поддерживающих) проектов, предусмотренных Стратегией,

- увеличение количества рабочих мест в отрасли.

Список источников

1. Распоряжение Правительства РФ от 26 ноября 2019 г. № 2798-р «Об утверждении стратегии развития рыбохозяйственного комплекса РФ на период до 2030 г. и плана мероприятий по ее реализации».

2. Приказ Минтруда России от 04.12.2020 N 858н "Об утверждении Правил по охране труда при добыче (вылове), переработке водных биоресурсов и производстве отдельных видов продукции из водных биоресурсов" (Зарегистрировано в Минюсте России 15.12.2020 N 61474).

3. Карпова, О.В. Безопасность на водных объектах // Материалы VIII национальной научно-практической конференции с международным участием. Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации – Саратов ООО «Амирит». – 2023. С. 57– 61.

Рыбохозяйственное использование малых рек Самарской области (Река Мокрая Черновка)

Владимир Валентинович Кияшко

Юлия Александровна Малинина

Алёна Сергеевна Пудовкина

Саратовский филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», г. Саратов

Аннотация: В статье представлен вариант использования малых водных объектов в рыбном хозяйстве путем увеличения рыбопродуктивности за счёт ведения аквакультуры и выпуска рыбопосадочного материала. Определены методы расчета объёма выпуска и возможный объём увеличения производства рыбной продукции.

Ключевые слова: малые реки, рыбопродуктивность, пастбищное рыбоводство, кормовая база

Fisheries use of small rivers Samara region (Wet Chernovka River)

Vladimir' V. Kiyashko

Y.A. Malinina

Alyona' S. Pudovkina

Saratov branch Russian Federal «Research Institute of Fisheries and Oceanography», Saratov

Abstract. The article presents a variant of using small water bodies in fishery by increasing fish productivity through aquaculture and release of fish planting material. The methods of calculation of release volume and possible volume of increase in fish production are determined.

Keywords: small rivers, fish productivity, pasture fish farming, feed base

В большинстве регионов нашей страны имеется довольно разветвленная сеть малых водных объектов, которые не в полной мере используются в рыбохозяйственном аспекте.

Малые реки в основном не имеют значимого рыбопромыслового значения из-за отсутствия рентабельности промысла в силу низкой рыбопродуктивно-

сти. Однако их роль в сохранении и воспроизводстве рыбных запасов достаточно велика.

Ихтиоценозы малых рек формируются как за счет местных аборигенных видов, так и видов, заходящих на нерест из крупных магистральных рек, к бассейнам которых они относятся. Структура ихтиоценоза в малых реках претерпевает существенные сезонные изменения: весной число видов увеличивается за счет нерестовых миграций, максимум численности рыб отмечается после выклева молоди и в период нагула ее ранних стадий. После нереста взрослая рыба в большинстве своем покидает малый водоток, молодь скатывается в более крупные водотоки и водоемы по мере ее роста.

Одним из способов оптимизации использования малого водотока в целях рыбоводства служит формирование рыбоводного участка при зарыблении искусственно полученной молодь высокопродуктивных или ценных видов рыб для увеличения его продуктивности. Возможность рыбохозяйственного освоения малого водотока рассмотрена на примере р. Мокрая Черновка, протекающей в Кинель-Черкасском районе Самарской области.

Река Мокрая Черновка является притоком р. Черновка, впадает в нее с левого берега на 2,5 км от устья у с. Муханово. Длина р. Мокрая Черновка составляет 20 км, площадь водосбора – 90 км². Общее направление реки – с юго-востока на северо-запад.

Водосбор реки представляет собой открытую волнистую равнину, умеренно рассеченную овражно-балочной сетью. Природная зона – лесостепная. Естественные степные ландшафты сохранились на ограниченной территории, на пахотные земли приходится около 80 % от площади водосбора. Лес составляет около 1 % от общей площади водосбора и приурочен в основном к прирусловой части реки. Долина реки хорошо выраженная, склоны пологие открытые, задернованы травянистой растительностью. Пойма реки двухсторонняя, шириной 100-150 м. Русло реки извилистое, шириной от 1,5 до 13 м (озерообразные участки) и глубиной от 0,5 до 1,5 м. Берега пологие, высотой 1-1,5 м.

Русло реки перегорожено земляной плотинкой. Длина плотины составляет 130 м, ширина – 15 м, высота – 5 м. Образованный пруд вытянутой формы. Максимальная длина составляет 440 м, ширина – 160 м. Берега пологие, высотой – 1,5-2 м, задернованные кустарниковой и древесной растительностью. Площадь водного зеркала – 0,49 км². Основное назначение водоема – хозяйственно бытовые нужды.

Весенний подъем уровня воды начинается в конце марта – первых числах апреля за 5-6 дней до вскрытия льда. Максимальные уровни воды на р. Мокрая Черновка отмечены в начале второй декады апреля. Продолжительность половодья составляет около 20-25 дней.

Количественные показатели и распределение кормовой базы рыб (фитопланктон, зоопланктон, макрозообентос) по отдельным биотопам зависят от

комплекса факторов: от скорости течения, плотности зарастания высшей водной растительностью, температурного режима и глубины водотока.

Гидроценозы представлены организмами, характерными для малых рек данного региона. Согласно классификации Жукинского [1] водоток по биомассе фитопланктона характеризуется как мезотрофный, в соответствии с классификацией Пидгайко [3] по биомассе зоопланктона – малокормный мезотрофный.

Ихтиофауна реки Мокрая Черновка небогата и представлена рыбами туводной ихтиофауны, которая насчитывает 10-12 видов: плотва, окунь, язь, карась, щука, елец, ерш, пескарь, уклея, верховка, голянь и др. виды рыб. Общий запас рыбной продукции колеблется в пределах от 200 до 800 кг в зависимости от сезона.

Все виды рыб являются представителями местной ихтиофауны, самовоспроизводящимися в условиях естественного водотока, весенне-нерестующие фитофилы, использующие в качестве нерестового субстрата залитую водой вегетирующую или отмершую растительность. Местом нереста рыб местной ихтиофауны служит мелководное основное русло и участки поймы, заливаемой в половодный период.

Река Мокрая Черновка не входит в состав рыболовных участков. Промышленное рыболовство на ней не осуществляется. Некоторые участки реки, особенно пруд, используются местным населением для любительского рыболовства.

Согласно приказу Минсельхоза России от 11.06.2021 №392 "Об утверждении Методики расчета объема подлежащих изъятию объектов аквакультуры при осуществлении пастбищной аквакультуры" объектами аквакультуры в Самарской области при пастбищном выращивании могут быть сазан, лещ, щука, судак и сом.

Возможный объём зарыбления водного объекта был проведен методами, основанными на состоянии кормовой базы [4], рыбопродуктивности [2] и нормативной плотности посадки для выращивания объектов аквакультуры IV рыбоводной зоны [5]. Необходимость применения разных подходов при решении задач по определению объёмов зарыбления водных объектов, несомненно, обусловлено качественным подходом и индивидуальными условиями существующих гидробиоценозов.

На рисунке представлен возможный объём выращенной рыбной продукции исходя из расчётов.

Как видно из графика, результаты расчёта методом нормативной плотности посадки значительно отличается от остальных, что показывает несостоятельность его применения в данных конкретных условиях.

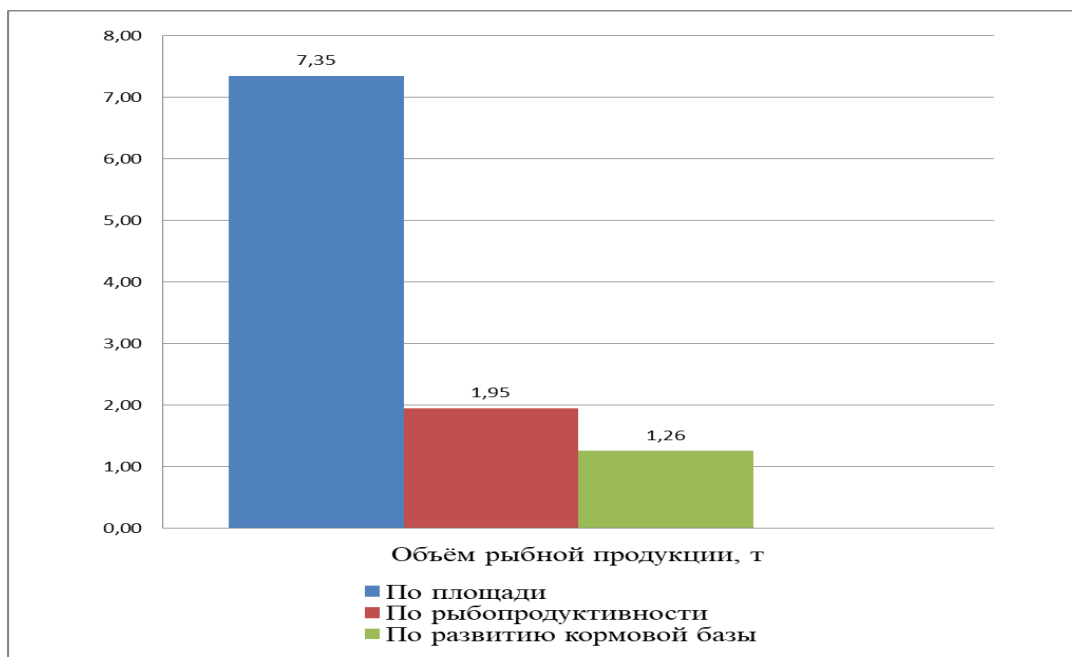


Рисунок 1. Величины расчётного объёма выращенной рыбной продукции

Таким образом, как показало исследование, использование пастбищного рыбоводства на малых водных объектах позволяет минимум в два раза повысить рыбопродуктивность.

Список источников

1. Жукинский, В.Н. Проект унифицированной системы для характеристики континентальных водоемов и водотоков и его применение для анализа качества вод. / В.Н. Жукинский, О.П. Оксийук, Я.Я. Цееб, В.Б. Георгиевский// Гидробиолог.ж. – Т.12, № 6. – 1976. – С.103-111.
2. Лужин, Б.П. Биологическое обоснование организации озерных хозяйств на Волго-Ахтубинской пойме // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ, 1982. – Вып. 184. – С. 97-104.
3. Пидгайко, М.Л. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов Северо-запада СССР / М.Л. Пидгайко, Б.М. Александров, Ц.И. Иоффе и др. // Изв. ГосНИОРХ. – 1968. – Т.67. – С. 205-229.
4. Руденко, Г.П. Методы определения ихтиомассы, прироста рыб и рыбопродукции / Г.П. Руденко // Продукция популяций сообществ водных организмов и методы ее изучения. – М., 1985. – С. 111-138.
5. Сборник нормативно-технологических документаций по товарному рыбоводству. – М.: Агропромиздат, 1986 – 258 с.

Факторы и пути повышения экономической эффективности разведения и промысла рыбы, производства и реализации рыбопродуктов

Нина Владимировна Коник
Ольга Александровна Шутова

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

Аннотация. В данной статье рассмотрены пути повышения экономической эффективности разведения и промысла рыбы, а также реализация мероприятий по техническому перевооружению, созданию новых технологий, приобретению и внедрению в производство современного технического оборудования и средств механизации. Авторами определены основные проблемы материальной базы товарного рыбоводства в РФ.

Ключевые слова: экономическая эффективность, прудовое рыболовство, товарное рыболовство, результативность, фактор.

Factors and ways to increase the economic efficiency of fish farming and fishing, production and sale of fish products

Nina Vladimirovna Konik
Olga Alexandrovna Shutova

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. This article discusses ways to increase the economic efficiency of fish farming and fishing, as well as the implementation of measures for technical re-equipment, the creation of new technologies, the acquisition and implementation of modern technical equipment and mechanization into production. The authors identified the main problems of the material base of commercial fish farming in the Russian Federation.

Keywords: economic efficiency, pond fishing, commercial fishing, effectiveness, factor.

Рыбная отрасль – одна из самых динамично развивающихся отраслей агропромышленного комплекса в мире в последние 10-15 лет [1].

Рыбопромышленный комплекс играет важную роль в экономике Поволжья. От эффективной работы рыбопромышленных предприятий зависит развитие и благосостояние жителей Поволжья. Поэтому оценка эффективности работы предприятий рыбной отрасли отражает результативность их работы и является важным составляющим для выявления путей повышения экономической эффективности производства рыбопродукции, которая является значимым пока-

зателем работы предприятия. Соотношение между полученными результатами производства, затратами труда и средств производства, их оценка и анализ являются важным инструментом принятия решений в стратегии управления предприятием [3].

К 2050 г. население Земли достигнет 9,3–9,5 млрд человек, и производство продуктов питания нужно будет увеличить на 60% по сравнению с настоящим временем. Добиться этого возможно, применяя интенсивные (промышленные) формы ведения животноводства, птицеводства, рыбоводства. С учетом биологических особенностей рыб (высокие репродуктивные способности, быстрый рост, низкие кормовые затраты), природных и социально-экономических условий различных регионов России аквакультура, наряду с мясным птицеводством, является социально значимой отраслью, способной внести существенный вклад в обеспечение населения ценными, сбалансированными по протеину и доступными продуктами питания. На мировом рынке продовольствия всё более востребованным товаром и существенным фактором продовольственной безопасности тех стран, в которых аквакультура достаточно развита, становится продукция рыбоводства.

В настоящее время перед рыбной отраслью России стоят задачи, связанные как с расширением ассортимента выпускаемой продукции, так и с обеспечением её высокого качества и безопасности. Они не могут быть решены без проведения исследования качества сырья и готовой продукции.

Повышение экономической эффективности разведения и промысла рыбы находится в прямой зависимости от снижения затрат на единицу получаемой рыбопродукции и роста ее стоимости. Достичь этого можно следующими путями:

- широкое освоение в производстве поликультуры рыб (двух и более видов, при совместном выращивании не конкурирующих за корма);
- переход в разведении карпа от беспородных особей на районированные породы и межпородные помеси;
- применение в прудовом рыбоводстве комплекса мероприятий, позволяющего за счет внесения извести и органоминеральных удобрений стабилизировать среду и увеличить естественную продуктивность прудов на 40-80%;
- совершенствование технологии производства на предприятиях комбикормовой промышленности выработки специализированных полноценных комбикормов для рыб;
- проведение комплекса мероприятий по оздоровлению рыбоводных хозяйств, профилактике и борьбе с заболеваниями рыб;
- частичная переработка продукции аквакультуры в местах производства, что позволяет снизить затраты при реализации живой рыбы и потери массы при ее передержке до реализации;
- передача наиболее хозяйственно важных рыболовных угодий в аренду только тем арендаторам, которые в состоянии осуществлять использование водоемов с наибольшей эффективностью;

- расширение практики создания рыболовных хозяйств, ориентированных на платное любительское рыболовство с использованием высокоценных зарыбляемых видов рыб, формирование сферы услуг по обеспечению отдыха населения и др.

В таблице 1 представлены показатели эффективности рыбной отрасли.

Таблица 1 - Показатели эффективности рыбной отрасли

	Макроуровень	Мезоуровень	Микроуровень
Показатели	Динамика сальдированного финансового результата отрасли	Относительная доля регионов ДВ в общем улове России	Рамочные показатели деятельности предприятия (специальные)
	Доход рыболовства на душу населения	Прирост объема разведанных запасов и потенциала добычи водных биологических ресурсов	Показатели выпуска
	Индекс (доля) рыболовства в среднедушевом доходе, %	Прирост объема добычи водных биологических ресурсов	Показатели конечных результатов деятельности
	Доля рыбной отрасли в общем объеме ВВП, ВРП	Доля проконтролированных объемов добычи водных биологических ресурсов	Показатели затрат
	Доля налоговых поступлений в бюджет рыбопромышленного комплекса	Среднедушевое потребление товарной пищевой рыбной продукции	
		Доля отечественной пищевой рыбной продукции на внутреннем рынке	
		Доля импорта, экспорта, индекс соотношения импорта и экспорта	

Эффективность управления любой системы определяется набором оценочных индикаторов, а система оценочных индикаторов строится на основе ключевых показателей (key performance indicators, KPI). В общем случае эффективность управления рыбной отраслью отражает результативность производства рыбопродукции и гидробионтов, а также развития рыбохозяйственного комплекса.

Из определения экономической эффективности можно сформулировать две основные задачи: прямую - достижение максимального эффекта при заданном уровне затрат и обратную - достижение заданного эффекта при минимальных затратах.

С учетом особенностей рыбной отрасли, можно выделить следующие показатели:

- эффективности рыбной отрасли как отрасли народного хозяйства;
- эффективность производства отдельных видов рыбной продукции и гидробионтов (применяется как на макроэкономическом уровне - в масштабах отрасли, так и на микроэкономическом - в масштабах предприятия);
- эффективность рыбопромышленных предприятий;

- эффективность структурных подразделений рыбопромышленных предприятий (как выделенных, так и не выделенных на отдельный баланс);
- эффективность отдельных мероприятий - технических, организационных и организационно-технических.

В области переработки рыбы основной путь повышения эффективности - расширение ассортимента выпускаемой продукции в виде полуфабрикатов и продуктов, готовых к применению, в мелкой фасовке и соответствующего срока хранения, а также рыбной кулинарии [2].

Важнейшим условием увеличения объема производства рыбной продукции является реализация мероприятий по техническому перевооружению, созданию новых технологий, приобретению и внедрению в производство современного технического оборудования и средств механизации.

В эффективности сельскохозяйственного производства отражается одна из важнейших сторон общественного производства - результативность. При характеристике конечного результата следует различать понятия «эффект» и «экономическая эффективность». Эффект - это результат тех или иных мероприятий, проводимых в сельском хозяйстве. Однако только по одному эффекту недостаточно судить о целесообразности проводимых тех или иных мероприятий. Более полный ответ дает показатель экономической эффективности, когда сравниваются результаты производства с затратами материально-денежных средств [4].

Повышение эффективности рыбоводных хозяйств и рост производства прудовой рыбы определяются, прежде всего, техническим уровнем и мощностью материальной базы. Основу материально-технической базы сельскохозяйственного прудового рыбоводства составляет прудовой фонд, а степень его зарыбления является одним из основных показателей, влияющих на эффективность рыбоводства [3].

В основных производственных фондах рыбхозов преобладают гидротехнические сооружения (пруды, дамбы, каналы, донные водоспуски и т.д.). В последние годы все большую роль начинают играть различные технические средства (транспорт, погрузочные механизмы, оборудование кормовых и инкубационных цехов и т.д.). Одновременно повышается технический уровень гидросооружений рыбхозов и средств механизации рыбоводных процессов. Большое распространение нашли плавучие агрегаты для раздачи кормов и внесения удобрений, автоматические анализаторы содержания кислорода в воде, термографы и аэрационные установки.

Рассмотрим основные проблемы материальной базы товарного рыбоводства в РФ.

Большой ущерб наносит рыбхозам зарыбление прудов без применения соуловителей. В результате не только в нагульные, но и в выростные пруды попадает много дикой рыбы (карася, щуки, окуня и др.). Проникновение в пруды диких хищных рыб, конкурентов карпа в питании и переносчиков опасных заболеваний — одна из основных причин плохой работы питомной

части, недостатка рыбопосадочного материала и низкого его качества во многих хозяйствах.

Сравнительно кратковременная, но трудоемкая и ответственная операция в рыбхозах - штучный учет молоди и товарной рыбы. Производство этих операций вручную часто приводит к грубым ошибкам: перезарыблению или недозарыблению выростных и нагульных прудов, неправильному определению штучного выхода и средней штучной массы рыб. Вполне реальная задача ближайшего будущего - определение численности и размеров рыб в пруду без облова на основе эхолотирования или какого-нибудь другого биофизического метода.

Другая трудоемкая операция в рыбхозах - удобрение прудов. В условиях высокоинтенсивного рыбоводства используются почти исключительно минеральные удобрения. Их основная функция — мелиоративная - обеспечение благоприятного для рыб режима среды обитания в прудах. Поэтому внесение удобрений должно быть связано с систематическим контролем режима прудов.

Облов нагульных и выростных прудов особенно трудно поддается механизации из-за специфического характера этого процесса. Не везде используются применяющиеся в лучших хозяйствах простые методы и приспособления: электрические лебедки для тяги неводов, различные подъемники для выгрузки рыбы из уловителей, насосы т.п. Плохая планировка многих прудов затрудняет облов и значительно увеличивает особенно трудоемкую и тяжелую работу по сбору рыбы со дна [2].

Таким образом, совершенствование механизации этих трудоемких процессов - важная предпосылка повышения эффективности прудового рыбоводства [4].

По экономическому назначению и использованию продукции сельскохозяйственное рыбоводство может быть отнесено к отраслям, производящим в основном предметы потребления, хотя часть ее выступает в роли средств производства.

Сырьевая база сельскохозяйственного рыбоводства обладает естественной восстановительной способностью. Процесс оптимального воспроизводства рыбных запасов зависит от гидрологических, биологических и других условий, а также от интенсивности промысла.

В первую очередь промысел, естественно, использовал те виды рыб, которые на данном этапе общественного производства имели наибольшую потребительскую стоимость и были наиболее доступными промысловыми объектами. Нерациональная эксплуатация ценных видов рыб привела к сокращению их запасов и замене менее ценными. Каждый водоем располагает определенным количеством пищевых ресурсов, и при уничтожении одного из видов часть кормовых ресурсов высвобождается, благодаря чему другие виды усиленно развиваются. Таким образом, изменение видов рыб водоема происходит стихийно, без замены уничтожаемых видов новыми (как это происходит в животноводстве) [2].

В некоторых случаях из-за перелова рыбы, приходящей на икрометание, количество ее может настолько уменьшиться, что не будет обеспечиваться воспроизводство вида. Иногда промысел ведется настолько интенсивно, что вылавливаемая рыба не достигает промыслового размера. С экономической точки зрения такой лов не рационален, так как рыбу добывают до того, как она станет ценным объектом промысла. Уменьшение интенсивности промысла или введение ограничительных мер, дающих рыбе возможность вырасти до промыслового размера, увеличивает сырьевые ресурсы, повышает пищевую ценность рыбы.

На воспроизводство рыбных запасов оказывают влияние два вида факторов - биотические и абиотические. Среди абиотических важное место принадлежит антропогенным факторам, прямо или косвенно создаваемыми деятельностью человека. К отрицательным проявлениям хозяйственной деятельности следует отнести ухудшение гидрологического и гидрохимического режима водоемов, их загрязнение, нарушение илового субстрата, ухудшение термического режима водоемов и др. Влияние этих факторов особенно сильно проявляется во внутренних водоемах.

Комплексное изучение экономики рыбного промысла в неразрывной связи с воздействием его на естественные запасы водоема имеет большое практическое значение. Рыбоводство требует строгого регулирования объема вылова, установления вида и орудий лова.

Биологические ресурсы водоемов могут целенаправленно изменяться. Интенсивность изменения биоресурсов зависит от уровня развития науки и техники, от природных и климатических условий, размеров водоема, видового состава и других факторов.

В сельскохозяйственном рыбоводстве сезонность проявляется в виде повторяющихся в определенные периоды года подъемов и спадов производства. Ослабление интенсивности промысла происходит не потому, что он практически не возможен, а потому, что он становится экономически нецелесообразным.

Пищевая ценность рыбы зависит от времени и места лова. Поэтому задача сельскохозяйственного рыбоводства - вести добычу в период наибольшей пищевой ценности рыбы. При этом один и тот же объем добычи даст больше продукции (в пересчете на энергетическую ценность) и с меньшими материальными затратами. Следовательно, проблема сезонности в рыболовстве — это прежде всего проблема экономическая.

Сезонные колебания можно вызвать искусственно. Для сохранения нормальных условий воспроизводства рыбы в определенные периоды прекращается лов отдельных видов рыб или вообще рыболовство в водоеме. Наличие сезонных колебаний в добыче рыбы оказывает отрицательное влияние на экономику отрасли и прежде всего на степень использования основных фондов. Неравномерность на протяжении года выпуска продукции (добычи рыбы) приводит к необходимости иметь больше основных фондов, которые полностью используются в периоды подъема производства. Сезонность оказывает

отрицательное влияние и на занятость рабочей силы, обуславливая недоиспользование ее в периоды спадов производства и усложняя условия труда в периоды наибольших подъемов производства.

Развитие прудового рыбоводства имеет преимущества перед другими видами рыбоводства:

- население страны получает в больших количествах живую и охлажденную рыбу;
- организация сети рыбхозов вблизи промышленных центров сокращает транспортные издержки;
- уменьшается зависимость обеспечения населения рыбными продуктами от океанического рыболовства.

Значительна роль прудового рыбоводства и в наиболее полном и всестороннем использовании земельного фонда страны. Развитие прудового рыбоводства страны означает вовлечение в хозяйственный оборот наряду с хорошими землями малоэффективных или совсем не используемых в сельскохозяйственном производстве (балки, овраги, низины, заболоченные участки, торфяные выработки т.д.).

Постановлением Правительства РФ «О развитии товарного рыбоводства и рыболовства, осуществляемого во внутренних водоемах РФ» предусмотрено, что на основе интенсификации прудового рыбоводства производство прудовой рыбы возрастет в несколько раз. Интенсификация в рыбоводстве обуславливается, прежде всего, ростом капитальных вложений в основные средства производства (землю, гидротехнические сооружения), применением совершенной технологии, позволяющей эффективно использовать вложенные средства и труд. Одновременно возрастают и оборотные средства на приобретение кормов, удобрений, ядохимикатов в расчете на гектар пруда. Повышается и технический уровень рыбоводства: применяются машины и механизмы для подготовки и раздачи кормов, внесения удобрений, для вылова рыбы из прудов, выкоса излишней растительности, аэраторы, моторный флот и т.д.

Таким образом, интенсификация рыбоводства — это система мероприятий, обеспечивающая получение высокой рыбопродуктивности с гектара пруда путем широкого внедрения современных средств механизации и химизации, увеличения плотности посадки рыбы в пруды.

Список источников

1. Богомолова, И.П. Оценка результативности инновационной деятельности в ресурсосбережении рыбоперерабатывающих предприятий / И.П. Богомолова, Ю.Н. Воронцова, В.Н. Костюк // Экономика. Инновации. Управление качеством. – 2016. – № 1(14). – с. 19-24.
2. Зинина, О.В. Экономическое развитие рыбной отрасли России / О.В. Зинина, Н.А. Далисова // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2019. – № 9-2. – с. 44-48.
3. Цегельная, И.И. Оценка эффективности производства рыбопродукции ООО «ИЧА-ФИШ» и пути ее повышения // Развитие теории и практи-

ки управления социальными и экономическими системами. 2021. №10. –С. 107-111.

4. Шарахматова, В.Н. Роль государства в активизации инновационных процессов в рыбной отрасли / В.Н. Шарахманова, Г.И. Ахмаров, А.С. Бабай // Экономика и предпринимательство. – 2019. – № 5(106). – с. 461-466.

©Коник Н.В., Шутова О.А., 2024

Гигиена выращивания радужной форели

Мария Алексеевна Мармурова

Роман Александрович Пожидаев

Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I,
г. Воронеж

Аннотация. В статье дана характеристика одной из самых распространённых пород рыбы – форели. Рассмотрены её физиологические особенности и хозяйственные качества. Дана характеристика температурному диапазону воды для содержания форели, а также рассмотрены нормы солёности воды и показатели рН для нормальной жизнедеятельности.

Ключевые слова: радужная форель, хозяйственные качества, содержание форели, потенциал роста.

Hygiene of rainbow trout farming

Maria' A. Marmurova

Roman' A. Pozhidaev

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, Voronezh

Abstract. The article characterizes one of the most widespread breeds of fish - trout. Its physiological features and economic qualities are considered. The temperature range of water for trout keeping is characterized, as well as the norms of water salinity and pH values for normal life activity are considered.

Keywords: rainbow trout, economic qualities, trout keeping, growth potential.

В настоящее время, самой распространённой породой рыбы, выращиваемой в аквакультуре, является радужная форель (*Oncorhynchus mykiss irideus*) из семейства лососевых. Средняя длина радужной форели составляет от 50 до 90 см, а её товарная масса обычно достигает до 2 кг, хотя бывают и особи весом до 6 кг [2].

Товарное производство форели успешно развивается в различных странах. Впервые радужная форель была завезена в Европу в 1880 году, а затем, примерно в 1895 году, доставлена и в Россию.

Радужная форель популярна благодаря своим хорошим хозяйственным качествам: она отлично приспосабливается к условиям искусственного содержания, хорошо усваивает искусственные корма, и обладает высоким темпом роста при высокой плотности заселения, что является результатом многолетней селекции и отбора. Потенциал роста радужной форели наиболее велик в

течение первых трех лет жизни, затем скорость роста снижается. Именно радужная форель составляет основу отечественного форелеводства.

1. Идеальная температура для размножения икры составляет 6-12°C, для содержания личинок и мальков - 14-16°C, для взрослых рыб - 14-18°C.

2. Предельные температуры выживания в пресной воде варьируются от 0,1 до 30°C. Форель также может выживать даже при отрицательных температурах в соленой воде (-0,5°).

3. Идеальная температура в соленой воде колеблется от 8 до 20°C. Взрослая радужная форель способна переносить океаническую соленость до 35‰. Рыбы с массой 250-500 г хорошо себя чувствуют при 20-30‰. Личинки способны выдерживать соленость 5-8‰, а мальки-сеголетки - 12-18‰, годовики - 20-25‰. Рекомендуется акклиматизировать форель при пересадке в воды с большей соленостью. Пересадку форели из пресной воды в соленую рекомендуется проводить весной в период с марта по апрель и осенью с сентября по ноябрь. Выращивание сеголетков в морской воде возможно при массе 5 г. Разведение радужной форели в морской воде способствует усилению обмена веществ и стимулирует темп роста. В морской воде благодаря осмотическим процессам форель лучше всасывает жизненно важные ионы и микроэлементы, способствующие активации ферментативной системы.

4. Нормальная жизнедеятельность форели проявляется при насыщенности воды растворенным кислородом в пределах 90-100%, что соответствует содержанию кислорода не менее 7-8 мг/л при оптимальной для форели температуре (14 - 18°C). Уровень кислорода от 3,5 до 6 мг/л оказывает депрессивное воздействие на форель. При содержании кислорода 1,2-1,3 мг/л рыба гибнет.

5. Активная реакция среды (рН) должна поддерживаться в пределах близких к нейтральным и не выходить за пределы 6,5-8,5.

6. Форель предпочитает укрываться в тени, под камнями и корягами, предпочитая избегать яркого солнечного освещения. Эта рыба наиболее активна в пасмурные, облачные дни, а также в утренние и вечерние часы. Обычно форель находится ближе к поверхности воды, так как наполнение ее плавательного пузыря воздухом происходит исключительно за счет захвата его из атмосферы. Из-за этого она не способна выжить в закрытых садках, полностью погруженных в воду, а также зимой в водоемах, полностью замерзающих.

7. В первый год жизни вес радужной форели может достигать 10-1000 г, на второй год - 1,5 кг, на третий год - 1-2,5 кг. Темп роста тесно связан с температурой воды, уровнем кислорода в воде и качеством используемых кормов. Наивысший темп роста наблюдается при оптимальной температуре 16-18°C [4].

Для выбора оптимального расположения фермы, где будут созданы наилучшие гидрологические и гидрохимические условия, требуется провести серию исследований. В России такой комплекс исследований входит в Рыбоводно-биологическое обоснование (РБО). По результатам РБО формируются рекомендации по мониторингу необходимых показателей в период эксплуатации фермы. Однако, в большинстве случаев основное внимание уделяется мо-

ниторингу товарного вида рыбы, и воздействие хозяйства на экологическое состояние водоема контролируется недостаточно. В рамках этого комплекса мероприятий уделяется недостаточно внимания мониторингу состояния донных отложений, которые могут накапливать загрязнения от аквакультурной деятельности [3].

Научные исследования показывают, что выращивание форели является эффективным способом получения высококачественного и богатого питательными веществами продукта. Удобный для искусственного разведения и контролируемого выращивания, этот вид рыб имеет высокую скорость роста и хорошую выживаемость в различных условиях. Также выращивание форели обычно осуществляется в контролируемых условиях, что позволяет минимизировать воздействие на окружающую среду, и обеспечивает высокий уровень безопасности для потребителей.

Список источников

1. Агеец, В. Качественный комбикорм – здоровая рыба – экологически чистая продукция / В. Агеец, Ж. Кошак // Наука и инновации. – 2020. – No 3(205). – С. 17-21.

2. Кузнецова, Е. Г. Эффективность выращивания радужной форели в различных технологических условиях / Е. Г. Кузнецова, А. С. Давыдова // Актуальные вопросы развития науки и технологий: сборник статей Международной научно-практической конференции молодых учёных, Караваево, 02–27 апреля 2018 года. – Караваево: Костромская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 100-103.

3. Кузьмина, В. В. Механизмы регуляции пищевого поведения рыб / В. В. Кузьмина // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. – 2019. – Т. 55. – No 1. – С. 3-13. – DOI 10.1134/S0044452919010078.

4. Шакирова, Ф.М., Говоркова, Л.К., Анохина, О.К., Валиева, Г.Д. Микробиота водной среды и радужной форели при выращивании в УЗВ / Ф. М. Шакирова, Л. К. Говоркова, О. К. Анохина, Г. Д. Валиева // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2021. – No 6(185). – С. 68-79. – DOI 10.33920/sel09210606.

© Мармурова М.А., Пожидаев Р.А., 2024

Научная статья

УДК: 639.3; 519.6; 004.94; 57.024

Применение технологий машинного зрения для выращивания гидробионтов в установке замкнутого водоснабжения

Алексей Олегович Ражев¹

Александр Алексеевич Недоступ²

¹Общество с ограниченной ответственностью «Лаборатория цифровых технологий», г. Калининград

²Калининградский государственный технический университет, г. Калининград

Аннотация. В статье рассмотрено применение технологий машинного зрения в аквакультуре для автоматизации процессов выращивания гидробионтов в установках замкнутого водоснабжения. Машинное зрение используется для мониторинга состояния гидробионтов, определения их размера, скорости роста, плотности посадки и выявления признаков заболеваний или стресса. Предлагается совместное применение сверточной нейронной сети, предсказательной математической модели поведения гидробионтов и фильтра Калмана для наблюдения и оптимизации процессов рыбоводства. Обучение сверточной нейронной сети проводится на виртуальной модели и видеозаписях с натурального бассейна. Фильтр Калмана корректирует данные, полученные от нейронной сети, при помощи предсказательной математической модели, обеспечивая оптимальную оценку состояния системы в реальном времени. Внедрение технологий машинного зрения в аквакультуре способствует повышению эффективности и устойчивости рыбоводства.

Ключевые слова: аквакультура, гидробионт, машинное зрение, нейронная сеть, предсказательная модель, фильтр Калмана

Application of machine vision technologies for the cultivation of hydrobionts in a recirculating aquaculture system installation

Aleksej O. Razhev¹

Aleksandr A. Nedostup²

¹DigiTech Laboratory, LLC, Kaliningrad

²Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad

Abstract. The article considers the application of computer vision technologies in aquaculture to automate the processes of growing aquatic organisms in recirculating aquaculture systems. Machine vision is used to monitor the condition of aquatic organisms, determine size, growth rate, planting density, and identify signs of disease or stress. A joint application of a convolutional neural network, a predictive mathematical model of the behavior of aquatic organisms and a Kalman filter for monitoring and optimizing fish farming processes is proposed. The training of a convolu-

tional neural network is carried out on a virtual model and video recordings from a natural pool. The Kalman filter corrects the data received from the neural network using a predictive mathematical model, providing an optimal assessment of the state of the system in real time. The introduction of machine vision technologies in aquaculture contributes to improving the efficiency and sustainability of fish farming.

Keywords: aquaculture, hydrobionts, computer vision, neural network, predictive model, Kalman filter

В индустриальной аквакультуре [1] применение технологий машинного зрения (Computer Vision) при выращивании гидробионтов поможет автоматизировать процессы рыбоводства, повысить эффективность и экологичность, а также уменьшить влияние человеческого фактора, что в конечном итоге будет способствовать увеличению продуктивности рыбоводных ферм и снижению рисков при их эксплуатации.

Машинное зрение можно применять для мониторинга состояния гидробионтов в бассейне установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) [2], определения их размера, скорости роста, плотности посадки, признаков заболеваний или стресса, общего состояния стада. Алгоритмы машинного зрения могут анализировать поведенческие и физические характеристики гидробионтов для определения режимов кормления, что позволит оптимизировать процесс кормления. Также, технологии машинного зрения можно применять при мониторинге таких параметров воды, как ее уровень, степень загрязнения.

Для наблюдения за гидробионтами в УЗВ авторами предлагается совместное применение сверточной нейронной сети (CNN) [3], предсказательной математической модели поведения гидробионтов [4] и фильтра Калмана [5].

Сверточная нейронная сеть предназначена для обработки и анализа визуальной информации. При использовании CNN важно правильно ее обучить, используя разнообразные данные для создания точных и обобщенных моделей. Решение данной задачи авторами предлагается в два этапа. На первом этапе обучить CNN на цифровой виртуальной УЗВ (см. рис. 1), разработанной в ходе проведения настоящего научного исследования. Обученная таким образом сверточная нейронная сеть позволит отладить другие алгоритмы машинного зрения на этапе их разработки. На втором этапе при обучении CNN использовать видео с натурального бассейна УЗВ (см. рис. 2). Результаты работы обученных на разных выборках (виртуальной и натурной) нейронных сетей будут сопоставлены на предмет точности распознавания с целью определения возможности использования способа обучения на виртуальной модели УЗВ. Критерием точности будет оценка состояния системы в виде среднеквадратичной ошибки, полученной фильтром Калмана. Данные, полученные на выходе CNN в режиме распознавания совместно с данными, вычисленными математической моделью поведения гидробионтов, будут обрабатываться фильтром Калмана.

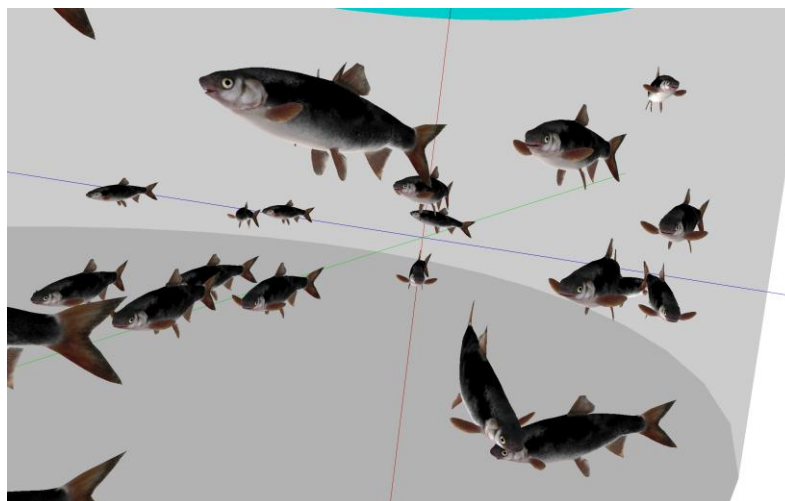


Рисунок 1. Виртуальная УЗВ



Рисунок 2. Натурная УЗВ

Фильтр Калмана представляет собой рекурсивный алгоритм, используемый для оценки состояния системы на основе последовательности измерений (в нашем случае последовательности выходных данных CNN). Он эффективно учитывает, как результаты измерений, так и динамику системы. Фильтр Калмана широко применяется в различных областях, включая управление, навигацию, машинное зрение, обработку сигналов и др.

Применение фильтра Калмана в машинном зрении включает в себя отслеживание объектов (гидробионтов), фильтрацию шумов, прогнозирование движения объектов и другие задачи, где важно эффективно комбинировать информацию измерений с предсказательной моделью системы.

Основная идея фильтра Калмана заключается в том, что он находит оптимальную оценку состояния системы, минимизируя среднеквадратичную ошибку. Алгоритм учитывает и динамическую модель системы (в нашем случае расчетные данные, полученные математической моделью предсказания поведения гидробионтов), и данные измерений, что делает его мощным инструментом для фильтрации и оценки состояний в реальном времени.

Фильтр Калмана основан на теории линейных систем с гауссовскими случайными переменными. В отсутствие внешних воздействий на систему основными переменными фильтра являются: вектор состояния системы \mathbf{x} ; матрица перехода \mathbf{F} , связывающая состояние системы на текущем и следующем временном слое (шаге алгоритма); матрица измерений \mathbf{H} , описывающая связь между состоянием системы и измерением:

$$\mathbf{x}_{k+1} = \mathbf{F}\mathbf{x}_k + \mathbf{w}_k, \quad \mathbf{z}_k = \mathbf{H}\mathbf{x}_k + \mathbf{v}_k,$$

где \mathbf{w} , \mathbf{v} – векторы случайных шумов (ошибок состояния и измерений); k – номер шага алгоритма.

На этапе инициализации фильтра Калмана задаются начальные значения для вектора состояния системы \mathbf{x}_0 , ковариационной матрицы ошибок состояния \mathbf{P}_0 и матрицы измерений.

В начале каждого шага алгоритма происходит измерение (извлечение выходных данных CNN) \mathbf{z}_k . Каждый шаг алгоритма состоит из двух этапов: прогнозирования и обновления.

На этапе прогнозирования фильтр предсказывает текущее состояние системы с учетом ее динамики на основе математической модели прогнозирования:

$$\hat{\mathbf{x}}_{k+1} = \mathbf{F}\mathbf{x}_k, \quad \hat{\mathbf{P}}_{k+1} = \mathbf{F}\mathbf{P}_k\mathbf{F}^T + \mathbf{Q},$$

где $\hat{\mathbf{x}}$ – вектор прогноза состояния системы; $\hat{\mathbf{P}}$ – ковариационная матрица прогноза ошибок состояния; \mathbf{Q} – ковариационная матрица шума.

На этапе обновления происходит коррекция прогноза математической модели на основе полученных данных от нейронной сети. Этот шаг учитывает ошибки CNN, корректируя предсказанное состояние и его ковариацию:

$$\mathbf{v}_k = \mathbf{z}_k - \mathbf{H}\hat{\mathbf{x}}_k, \quad \mathbf{S}_k = \mathbf{H}\hat{\mathbf{P}}_k\mathbf{H}^T + \mathbf{R}, \quad \mathbf{K}_k = \hat{\mathbf{P}}_k\mathbf{F}^T\mathbf{S}_k^{-1},$$

$$\mathbf{x}_k = \hat{\mathbf{x}}_k + \mathbf{K}_k\mathbf{v}_k, \quad \mathbf{P}_k = (\mathbf{I} - \mathbf{K}_k\mathbf{H})\hat{\mathbf{P}}_k,$$

где \mathbf{S} – ковариационная матрица ошибок измерения; \mathbf{I} – единичная матрица; \mathbf{K} – матрица коэффициентов Калмана.

Фильтр Калмана играет ключевую роль при мониторинге процесса выращивания гидробионтов с использованием технологий машинного зрения, обеспечивая оптимальную оценку состояния системы, учитывая как данные видеонаблюдения, так и предсказанные математической моделью системы. Его применение в машинном зрении включает отслеживание объектов, фильтрацию шумов и прогнозирование движения объектов, что существенно улучшает точность оценок состояний системы.

Таким образом, внедрение технологий машинного зрения с использованием сверточных нейронных сетей и фильтра Калмана в аквакультуре позволяет совершенствовать методы мониторинга и управления, что способствует более эффективному и экологически устойчивому рыбоводству.

Исследование выполнено в ООО «Лаборатория цифровых технологий» за счет гранта Российского научного фонда № 23-21-00010, <https://rscf.ru/project/23-21-00010/>.

Список источников

1. Хрусталеv, Е.И., Хайновский К.Б., Гончаренко О.Е., Молчанова К.А., Основы индустриальной аквакультуры. СПб.: Издательство Лань, 2019. 280 с.
2. Проскуренко, И.В. Замкнутые рыбоводные установки. М.: ВНИРО, 2003. 152 с.
3. R. Girshick, “Fast R-CNN” in IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), 2015.
4. Ражев, А.О., Недоступ, А.А. Компьютерная имитация поведения рыб в замкнутой системе водоснабжения, Морские интеллектуальные технологии. 2023. № 4 часть 1, С. 277—284. DOI: 10.37220/MIT.2023.62.4.033
5. Ingvar Strid & Karl Walentin (2009), Block Kalman Filtering for Large-Scale DSGE Models, Computational Economics (Springer).

© Ражев А.О., Недоступ А.А., 2024

Выращивание осетровых в установке с рециркуляцией воды

Марина Евгеньевна Рубанова
Никита Дмитриевич Трофимов
Андрей Андреевич Зайцев

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

Аннотация. В статье представлены результаты выращивания осетровых рыб в УЗВ.

Ключевые слова: осетровые, динамика роста, прирост, живая масса.

Sturgeon cultivation in a water recycling plant

Marina' E. Rubanova
Nikita' D. Trofimov
Andrey' A. Zaitsev

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. The article presents the results of the cultivation of sturgeon fish in the United States.

Keywords: sturgeon, growth dynamics, growth, live weight.

Естественные популяции осетровых рыб резко сократились, поэтому аквакультура этой ценной рыбы необходима для удовлетворения постоянно растущего спроса на мясо и икру, тем самым снижая нагрузку на естественные популяции [6, 7]. Аквакультура осетровых представлена двумя направлениями: товарное и выращивание для выпуска в естественные водоемы [4, 5, 8, 10].

Опыт проводился в условиях лаборатории «Прогрессивные биотехнологии», в качестве объекта исследования выступали особи ленского осетра и гибрида русско × ленского осетра. Разведение осетровых в УЗВ является подходом построенном на системе, состоящей из 5 бассейнов с 500 особями. Бассейны снабжаются фильтрами и приспособлениями, способствующими постоянному обновлению воды. Подобный подход способствует разведению рыбы без привязки к климатическим условиям круглогодично. Наличие замкнутой и настраиваемой системы позволяет легко достигать оптимальных параметров необходимых для успешного рыборазведения [1, 2, 3]. Разведение осетров в УЗВ позволяет достигать товарной массы через 12 месяцев.

На рисунке 1 представлено УЗВ в лаборатории «Прогрессивные биотехнологии».



Рисунок 1. УЗВ

Успешная аквакультура требует защиты здоровья рыбы и оптимизации преобразования корма в живую массу, уменьшая воздействия на окружающую среду и получения качественной рыбопродукции. Всему вышеперечисленному способствует использование УЗВ.

В таблице 1 представлены данные контрольных взвешиваний живой массы рыб.

Таблица 1 - Динамика живой массы подопытных особей

Показатели	Русский осетр	Гибрид русско х ленского осетра
Начальная масса, г	130,0	132,0
Конечная масса, г	540,0	605,0
Прирост за период выращивания, г	410,0	473,0

Согласно данным, приведенным в таблице 1 можно отметить, что лидерство закрепилось за гибридными особями, где прирост был выше на 63,0 г.

В таблице 2 отражена информация по химическому составу мускулатуры осетровых.

Таблица 2 – Химический состав мышечной ткани подопытных осетров, %

Показатели	Русский осетр	Гибрид русско х ленского осетра
Влага	75,79	72,39
Белок	63,11	64,28
Жир	29,60	31,80
Зола	7,29	3,92

Опытные данные таблицы подтверждают, что мышечная ткань была богаче белком и жиром у гибридных особей на 1,17 % и 2,2 % соответственно.

Таким образом, в результате выполненных исследований по выращиванию осетровых в УЗВ можно сделать вывод о том, что гибридные особи более перспективны в качестве объекта рыборазведения.

Список источников

1. Влияние инновационных гидрологических разработок на химический состав мышечной ткани клариевых сомов / О. Н. Руднева, А. А. Васильев, И.В.Симакова [и др.] // Рыбное хозяйство. – 2020. – № 5. – С. 93-96.

2. Выращивание осетровых рыб в садках на примере ИП «Вертей Владимир Владимирович» / О. А. Гуркина, О. Н. Руднева, М. Е. Рубанова [и др.] // Инновационное развитие животноводства в современных условиях: Сборник трудов по материалам национальной конференции с международным участием. Том Часть 2. – Брянск, 2021. – С. 119-125.

3. Гуркина, О. А. Изучение влияния миллиметровой микроволновой терапии на рост и развитие ленского осетра при выращивании в УЗВ / О. А. Гуркина, О. Н. Руднева, А. В. Крюков // Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии. Том Часть 3. – Брянск: брянский государственный аграрный университет, 2021. – С. 41-45.

4. Гуркина, О. А. Сравнительная оценка продуктивных качеств карпа при разных технологиях выращивания / О. А. Гуркина, Т. М. Прохорова, О. Н. Руднева // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации: Материалы VII национальной научно-практической конференции. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2022. – С. 28-32.

5. Гуркина, О. А. Экономическая эффективность совместного выращивания рыбы и овощей в условиях аквакомплекса / О. А. Гуркина, О. Н. Руднева, И. В. Михайлов // Проблемы и перспективы инновационного развития мирового сельского хозяйства: Материалы VII Международной научно-практической конференции (очной конференции) – Саратов: ООО "Центр социальных агроинноваций СГАУ", 2021. – С. 32-35.

6. Оценка роста, развития и товарных качеств ленского осетра, выращенного в различных условиях / О. А. Гуркина, О. Н. Руднева, О. Е. Вилутис, Ю.В.Бульина // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2022. – № 2(69). – С. 148-151.

7. Перспективы выращивания осетра в установке малой мощности с применением технологии аквапоники / М. Ю. Руднев, А. А. Васильев, О. Н. Руднева, О. А. Гуркина // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 9. – С. 72-75.

8. Планирование технологических процессов в аквакультуре / А. А. Васильев, О. Н. Руднева, М. Ю. Руднев [и др.]. – Саратов: Издательство "Саратовский источник", 2022. – 135 с.

9. Химический состав мышечной ткани карпа и растительноядных рыб, выращенных в прудовом хозяйстве IV зоны рыбоводства / О. Н. Руднева, О. А. Гуркина, А. О. Стрыгин, Ю. А. Родченкова // Основы и перспективы органических биотехнологий. – 2022. – № 1. – С. 30-33.

10. Экологическое и рыбохозяйственное законодательство / М. Е. Рубанова, О. А. Гуркина, О. Н. Руднева, Н. В. Коник. – Саратов: Издательство "Саратовский источник", 2022. – 152 с.

©Рубанова М.Е., Трофимов Н.Д., Зайцев А.А., 2024

Научная статья
УДК 639.3

Экономическая эффективность индустриального выращивания осетровых

Максим Юрьевич Руднев

Сергей Олегович Рыжков

Александр Владимирович Тулинов

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

Аннотация. В статье представлен проект индустриального выращивания осетровых рыб в установке замкнутого водообеспечения и садках в УНПК «Агроцентр».

Ключевые слова: осетры, проект, УЗВ, экономическая эффективность.

Economic efficiency of industrial cultivation of sturgeon

Maxim' Yu. Rudnev

Sergey' O. Ryzhkov

Alexander' V. Tulinov

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. The article presents a project of industrial cultivation of sturgeon fish in a closed water supply installation and cages in the UNPC "Agrocenter".

Keywords: sturgeon, project, RAS, economic efficiency.

На мировом рынке производство рыбы в индустриальных условиях рассматривается как важнейший компонент обеспечения продовольственной безопасности государства [1, 4, 5].

В настоящее время отечественный продовольственный рынок испытывает трудности с обеспечением потребностей населения в высококачественном мясе и икре осетровых по доступной цене [2, 9].

Для эффективного функционирования предприятий рыбохозяйственного комплекса в современных условиях необходимо применение технологий индустриального выращивания, качественные корма, рыбопосадочный материал с высокими потенциальными возможностями [3, 6, 7]. В связи с чем предлагается проект выращивания осетровых в УЗВ рассчитанный на ежегодное производство 3 т рыбы. По данному проекту предполагается приобретение посадочного материала в количестве 3500 штук, со средней массой одного экземпляра 20 г. Годовая потребность в комбикорме составит 4395 кг, при кормлении согласно нормативам и кормовом коэффициенте 1,5.

Планируется вылов и реализация осетра небольшими партиями при достижении товарной живой массы.

В таблице 1 представлена информация по основным производственным показателям проекта.

Таблица 1 – Годовые производственные показатели проекта

Показатель	Значение
Реализация осетра, кг	3000,0
Рыбопосадочный материал, шт.	3500,0
Потребность в кормах, кг	4395,0
Количество работников, чел.	3,0

Глубина и полноценность планирования данного проекта в значительной степени обусловлены влиянием изменения стоимости сырья и тарифов на возможности его реализации и в целом на функционирование предприятия [8, 10].

В таблице 2 приведены основные экономические показатели проекта индустриального выращивания осетров.

Таблица 2 – Экономические показатели проекта

№	Показатель	Объем денежных средств (тыс. руб.)
1	Затраты на материалы, в т.ч.	1291,65
	<i>затраты на рыбопосадочный материал</i>	105,0
	<i>затраты на корма</i>	1186,65
2	Затраты на оборудование коммунальные платежи, в т.ч.:	175,05
	<i>Электроэнергия</i>	120,0
	<i>Отопление</i>	36,0
	<i>Холодная вода и водоотведение</i>	19,05
3	Затраты на заработную плату (с учетом отчислений в фонды)	1075,84
4	Иные затраты (вет. препараты, тесты для контроля качества воды)	50,85
5	Итого затрат на реализацию проекта	2593,39
6	Выручка проекта от реализации осетра	3300,0
7	Расчетная прибыль проекта	706,605
8	Рентабельность продукции, %	27,3

Согласно данным таблицы 2, вопреки высоким затратам проекта, составившим – 2593,39 тыс. руб. рентабельность продукции равна 27,3 %.

Таким образом, реализация данного проекта позволит производить качественную деликатесную продукцию, увеличить ее выход, что в свою очередь, способствует повышению экономической эффективности рыбохозяйственного производства.

Список источников

1. Выращивание осетровых рыб в садках на примере ИП «Вертей Владимир Владимирович» / О. А. Гуркина, О. Н. Руднева, М. Е. Рубанова [и др.] //

Инновационное развитие животноводства в современных условиях: Сборник трудов по материалам национальной конференции с международным участием. Том Часть 2. – Брянск, 2021. – С. 119-125.

2. Гуркина, О. А. Сравнительная оценка продуктивных качеств карпа при разных технологиях выращивания / О. А. Гуркина, Т. М. Прохорова, О. Н. Руднева // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации: Материалы VII национальной научно-практической конференции. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2022. – С. 28-32.

3. Гуркина, О. А. Экономическая эффективность совместного выращивания рыбы и овощей в условиях аквакомплекса / О. А. Гуркина, О. Н. Руднева, И. В. Михайлов // Проблемы и перспективы инновационного развития мирового сельского хозяйства: Материалы VII Международной научно-практической конференции (очной конференции) – Саратов: ООО "Центр социальных агроинноваций СГАУ", 2021. – С. 32-35.

4. Оценка роста, развития и товарных качеств ленского осетра, выращенного в различных условиях / О. А. Гуркина, О. Н. Руднева, О. Е. Вилутис, Ю. В. Бульина // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2022. – № 2(69). – С. 148-151.

5. Перспективы выращивания осетра в установке малой мощности с применением технологии аквапоники / М. Ю. Руднев, А. А. Васильев, О. Н. Руднева, О. А. Гуркина // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 9. – С. 72-75.

6. Планирование технологических процессов в аквакультуре / А. А. Васильев, О. Н. Руднева, М. Ю. Руднев [и др.]. – Саратов: Издательство "Саратовский источник", 2022. – 135 с.

7. Руднев, М. Ю. Бизнес-проект организации платной рыбалки в городской агломерации // Аграрная наука и образование: проблемы и перспективы: Сборник статей национальной научно-практической конференции. – Саратов: ООО "Центр социальных агроинноваций СГАУ", 2021. – С. 339-343.

8. Химический состав мышечной ткани карпа и растительноядных рыб, выращенных в прудовом хозяйстве IV зоны рыбоводства / О. Н. Руднева, О. А. Гуркина, А. О. Стрыгин, Ю. А. Родченкова // Основы и перспективы органических биотехнологий. – 2022. – № 1. – С. 30-33.

9. Экологическое и рыбохозяйственное законодательство / М. Е. Рубанова, О. А. Гуркина, О. Н. Руднева, Н. В. Коник. – Саратов: Издательство "Саратовский источник", 2022. – 152 с.

10. Экономическое обоснование выращивания форели (на примере УНПК «Агроцентр» ФГБОУ ВО СГАУ им. Н.И. Вавилова) / А. А. Васильев, М. Ю. Руднев, О. Н. Руднева // Проблемы и перспективы инновационного развития мирового сельского хозяйства: Материалы VII Международной научно-практической конференции. – Саратов: ООО "Центр социальных агроинноваций СГАУ", 2021. – С. 21-24.

©Руднев М.Ю., Рыжков С.О., Тулинов А.В., 2024

Повышение эффективности функционирования рыбохозяйственного комплекса на основе интеграции

Виктория Валерьевна Торопова
Константин Александрович Чапасов
Любовь Яковлевна Чапасова

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

Аннотация. Анализируется рыбохозяйственная отрасль, рассматриваются вопросы продовольственной безопасности, производство рыбо-рисовой продукции.

Ключевые слова: рыбная продукция, рыбное хозяйство, рисоводство, интеграция.

Improving the efficiency of the fisheries complex on the basis of integration

Victoria' V. Toropova
Konstantin' A. Chapasov
Lyubov' Ya. Chapasova

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. The fisheries industry is analyzed, food security issues, and the production of fish and rice products are considered.

Keywords: fish products, fisheries, rice farming, integration

На мировом рынке рыбохозяйственная отрасль рассматривается как важнейший компонент обеспечения продовольственной безопасности государства.

Для эффективного функционирования предприятий рыбохозяйственного комплекса в условиях интегрированного аграрного производства хозяйственная деятельность должна быть направлена на высокоэффективное культивирование рыбы, сельскохозяйственных животных и другой сельскохозяйственной продукции [3, 6, 7].

Интегрирование рыбохозяйственного производства – подход, направленный на снижение себестоимости произведенной продукции [1, 4, 8].

Комплексное использование прудов и ирригационных систем для нужд земледелия, животноводства и рыбоводства позволяет поднять экономическую эффективность работы предприятий, рентабельно использовать даже небольшие по площади пруды.

Наибольшее распространение в рыбоводных предприятиях получили такие формы комбинированного хозяйства, как рисо-рыбное и рыбоводно-утиное [1, 2, 5].

Для этих целей используются оросительные водоемы, торфяные карьеры, геотермальные воды и водоемы-охладители тепловых электростанций. Комплексное использование рисовых полей очень давно практикуется в странах Юго-Восточной Азии. Чуть позже эту форму ведения рыбного хозяйства начали применять и другие страны.

История комбинированных хозяйств уходит корнями глубоко в прошлое и насчитывает более двух тысячелетий. Затопленные рисовые поля предоставляют водным животным удобное пристанище. Небольшие карповые рыбы как раз способны выживать в перегретой мелкой воде, хорошо переносить как недостаток кислорода, так и временное осушение. Некоторые виды рыб могут легко переползать из одного пересыхающего водоема в другой, преодолевая при этом сотни метров по влажной почве между растениями. Таким образом данная особенность пресноводного комплекса рыб Юго-Восточной Азии обеспечила экологические предпосылки для становления зарыбления рисовых плантаций

Данный метод по использованию рисовых полей имеет значительные преимущества в сравнении с монокультурой риса. Он приводит к значительному повышению урожайности риса, способствует повышению плодородия почв и уничтожению вредителей [9, 10].

Разрыхляя почву в поисках пищи, рыба разрушает пленку, которая образуется на ее поверхности, что способствует улучшению условий выращивания риса.

Отходы жизнедеятельности рыб и остатки их корма являются дополнительным удобрением.

В процессе жизнедеятельности рыба, потребляя семена сорняков, насекомых-вредителей и их личинок, в том числе основного вредителя риса – рисового комара, способствует повышению урожайности риса.

При использовании рисовых полей для интегрированного выращивания рыбы продуктивность может достигнуть до 200 кг/га, при этом урожайность риса возрастает на 0,5–1,0 т/га.

При выращивании рыбы на рисовых полях используют два способа:

1. Совместное выращивание рыбы и риса.
2. Выращивание рыбы на рисовых полях, отведенных под «водный пар».

Приспособление рисовых полей под выращивание рыбы связано с обустройством небольших каналов вдоль дамб шириной 0,3–0,5 м и глубиной 0,2–0,3 м.

В местах подачи и сброса воды устанавливаются заградительные решетки, дополнительно подсыпаются дамбы.

Среди наиболее распространенных видов рыб, культивируемых на рисовых полях в разных странах, – карп, толстолобики, буфало, карась.

Агротехника выращивания риса предусматривает применение значительного количества удобрений, химикатов для борьбы с сорняками, что является серьезным препятствием для выращивания рыбы. Поэтому преимущество отдается выращиванию рыбы на рисовых полях, выведенных под «водный пар».

Выведение рисовых полей под «водный пар» и включение выращивания рыбы в севооборот способствуют снижению затрат на раскисление почв, повышают их плодородие, позволяет эффективно вести борьбу с надводной и подводной растительностью, получать дополнительную рыбную продукцию.

Разведение наряду с карпом растительных рыб, например, белого амура, белого толстолобика, дает большой мелиоративный эффект – освобождает ложе чеков от сорняковых растений.

В процессе выращивания рыбы применяют органические и минеральные удобрения, рыбу подкармливают искусственными кормами.

Выращивание рыбы длится обычно 90-100 дней. За это время вес рыбы достигает более 500 г. Выживаемость в среднем составляет 40-45 %, причем наибольший отход приходится на белого толстолобика и наименьший - на карпа.

Таблица 1- Нормы посадки рыбы при зарыблении рисовых чеков

Виды рыбы	Средний вес, гр.	Плотность посадки, шт/га
Карп	120-130	1000-1200
Белый амур	130-140	50-60
Белый толстолобик	140-150	600-700

Рыбопродуктивность даже на естественных кормах достигает 4, 5-6, 0 ц/га. В чеках, где предшественником был зарыбленный " водный пар", урожайность риса Краснодарский - 424 на неудобренном участке составила 42, 6 ц/га. До " водного пара" урожайность его была 38, 7 ц/га. Таким образом, прибавка урожая риса составила 4, 9 ц/га.

При точном соблюдении всех технологий в период выращивания выживаемость рыбы довольно высокая и составляет:

- по карпу 80%;
- по белому толстолобику 90%;
- по пестрому толстолобику 90%;
- по белому амуру 85%.

Данный процент выживаемости обеспечит общий выход рыбной продукции при плотности посадки 2500 шт./га в пределах 10-12 ц/га.

На следующий год после выращивания рыбы рисовые чеки, практически не имеют сорняков.

Для производства риса при помощи традиционным способом предусматривает обязательное внесение гербицидов. Таким образом вопрос о внедрении в практику экологически чистой технологии производства риса очень актуальна.

Как новый тип технологии выращивания риса и рыбы обладает преимуществами снижения затрат, более высокой отдачи, необходимости применения

меньшего количества пестицидов и химических удобрений и поддержания экологического разнообразия.

Интегрированное выращивание рыбы и риса позволяет снизить себестоимость производимой продукции, оказывает влияние на увеличение выхода готовой продукции, улучшение ее качества, следовательно, способствует повышению экономической эффективности рыбохозяйственного производства.

Список источников

1. Выращивание осетровых рыб в садках на примере ИП «Вертей Владимир Владимирович» / О. А. Гуркина, О. Н. Руднева, М. Е. Рубанова [и др.] // Инновационное развитие животноводства в современных условиях: Сборник трудов по материалам национальной конференции с международным участием. Том Часть 2. – Брянск, 2021. – С. 119-125.

2. Гуркина, О. А. Сравнительная оценка продуктивных качеств карпа при разных технологиях выращивания / О. А. Гуркина, Т. М. Прохорова, О. Н. Руднева // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации: Материалы VII национальной научно-практической конференции. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2022. – С. 28-32.

3. Гуркина, О. А. Экономическая эффективность совместного выращивания рыбы и овощей в условиях аквакомплекса / О. А. Гуркина, О. Н. Руднева, И. В. Михайлов // Проблемы и перспективы инновационного развития мирового сельского хозяйства: Материалы VII Международной научно-практической конференции (очной конференции) – Саратов: ООО "Центр социальных агроинноваций СГАУ", 2021. – С. 32-35.

4. Оценка роста, развития и товарных качеств ленского осетра, выращенного в различных условиях / О.А. Гуркина, О.Н. Руднева, О.Е. Вилутис, Ю.В. Бульина // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2022. – № 2(69). – С. 148-151.

5. Перспективы выращивания осетра в установке малой мощности с применением технологии аквапоники / М. Ю. Руднев, А. А. Васильев, О. Н. Руднева, О. А. Гуркина // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 9. – С. 72-75.

6. Планирование технологических процессов в аквакультуре / А. А. Васильев, О.Н. Руднева, М.Ю. Руднев [и др.]. – Саратов: Издательство "Саратовский источник", 2022. – 135 с.

7. Торопова, В.В., Ратачков, А.С. К вопросу повышения экономической эффективности функционирования рыбохозяйственного комплекса на основе интеграции // В сборнике: Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. 2018. С. 616-620.

8. Торопова, В.В., Васильева, О.А., Болохонов, М.А. Стратегия диверсификации как фактор повышения конкурентоспособности предприятия в современных условиях // В сборнике: Проблемы и перспективы инновационного развития мирового сельского хозяйства. Сборник статей VIII Международной

научно-практической конференции. Под общей редакцией И.Ф. Сухановой и И.А. Родионовой. Саратов, 2023. С. 83-86.

9. Химический состав мышечной ткани карпа и растительноядных рыб, выращенных в прудовом хозяйстве IV зоны рыбоводства / О.Н. Руднева, О.А. Гуркина, А.О. Стрыгин, Ю.А. Родченкова // Основы и перспективы органических биотехнологий. – 2022. – № 1. – С. 30-33.

10. Экологическое и рыбохозяйственное законодательство /М.Е. Рубанова, О.А. Гуркина, О.Н. Руднева, Н. В. Коник. – Саратов: Издательство "Саратовский источник", 2022. – 152 с.

©Торопова В.В., Чапасов К.А., Чапасова Л.Я., 2024

Содержание

1	Меры по развитию товарной аквакультуры в Саратовской области и оздоровлению Волги	3
Корма, кормление и кормопроизводство		
2	Агапова В.Н., Ранделин Д.А., Агапов С.Ю., Новокщенова А.И., Брюшно О.Ю. Влияние современной биологически активной добавки на показатели роста живой массы молоди радужной форели.	7
3	Агапова В.Н., Ранделин Д.А., Новокщенова А.И. Эффективность применения растительного белкового концентрата на основе нута в кормлении молоди стерляди.	12
4	Гуркина О.А., Фетисова Т.О., Михайлов И.И. Динамика роста и развития ленского осетра, стерляди и их гибрида лестера при выращивании в УЗВ	18
5	Ермаков М.Д., Поддубная И.В. Динамика массы африканского клариевого сома в лабораторных условиях с применением кормовой добавки «Абиотоник»	23
6	Калайда М.Л., Шарафутдинов Р.Г., Удачин С.А., Калайда А.А. Перспективы использования водных биоресурсов Куйбышевского водохранилища в кормах для ценных видов рыб	28
7	Килякова Ю.В., Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Мингазова М.С. Влияние на рост и гематологические показатели молоди карпа ультрадисперсных частиц цинка и фитобиотика	36
8	Мингазова М.С., Мирошникова Е.П., Килякова Ю.В., Аринжанов А.Е. Содержание химических элементов в мышечной ткани рыб	41
9	Поддубная И.В., Руднева О.Н., Гуркина О.А., Орленко Е.В. Эффективность использования кормовой добавки с вермимукой для промышленного рыбоводства	45
10	Резепова А.В. Современное состояние и пути усовершенствования комбикормов для ценных видов рыб	51
11	Слащилина Т. В., Быстрыков Н. А. Физиологические особенности метаболизма рыб	54
12	Ширина Ю.М., Конькова А.В., Богатов И.А., Файзулина Д.Р. Перспективы использования личинки мухи черной львинки при создании высокоэффективных стартовых кормов для объектов аквакультуры, обладающих иммуностимулирующими свойствами: обзор	57
Ихтиопатология		
13	Килякова Ю.В., Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Мингазова М.С. Лигулёз леща Черновского водохранилища Оренбургской области	62
14	Мармурова М.А., Пожидаев Р.А. Манипуляции, проводимые при ветеринарно-санитарной экспертизе двустворчатых моллюсков	67
15	Поддубная И.В., Руднева О.Н., Гуркина О.А. Безинъекционный способ введения лекарственных средств для лечения и профилактики заболеваний гидробионтов на основе «наногубки»	70
16	Прохорова Т.М., Кривова А.В. Особенности паразитофауны рыб в Мечетском водохранилище	76
17	Шелякин И.Д., Шапошникова Ю.В., Сапожкова О.А. К вопросу диагностики и профилактики описторхоза	83

Генетика и селекция рыб

- 18 Басонов О.А., Судакова А.В. Морфометрические показатели осетровых различных генотипических групп в промышленных условиях выращивания 87
- 19 Федотова А.Р., Бубунец Э.В. Сравнение морфометрических показателей окской стерляди, выращенной в УЗВ с особями из природной популяции 95
- 20 Фетисова Т.О., Зименс Ю.Н. Актуальные генетические методы исследования в аквакультуре РФ 104

Технологии воспроизводства, выращивания и переработки водных биоресурсов

- 21 Асанов А.Ю. Расчет объемов рыбопосадочного материала для воспроизводства и выращивания объектов аквакультуры в русловом водоподъемном водохранилище 1-порядка в Пензенской области 109
- 22 Богачёв А.Н. О состоянии и перспективах развития рыбохозяйственного комплекса Саратовской области 114
- 23 Золотницкий А.П., Сытник Н.А., Жаворонкова А.М. О некоторых количественных закономерностях роста моллюска *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906), как возможного объекта марикультуры 118
- 24 Зыкина Е.А. Технологии УЗВ - будущее аквакультуры 125
- 25 Карпова О.В. Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса России 130
- 26 Кияшко В.В., Малинина Ю.А., Пудовкина А.С. Рыбохозяйственное использование малых рек Самарской области (Река Мокрая Черновка) 134
- 27 Коник Н.В., Шутова О.А. Факторы и пути повышения экономической эффективности разведения и промысла рыбы, производства и реализации рыбопродуктов 138
- 28 Мармурова М.А., Пожидаев Р.А. Гигиена выращивания радужной форели 146
- 29 Ражев А.О., Недоступ А.А. Применение технологий машинного зрения для выращивания гидробионтов в установке замкнутого водоснабжения 149
- 30 Рубанова М.Е., Трофимов Н.Д., Зайцев А.А. Выращивание осетровых в установке с рециркуляцией воды 154
- 31 Руднев М.Ю., Рыжков С.О., Тулинов А.В. Экономическая эффективность промышленного выращивания осетровых 158
- 32 Торопова В.В., Чапасов К.А., Чапасова Л.Я. Повышение эффективности функционирования рыбохозяйственного комплекса на основе интеграции 161

КОМПАНИЯ ПРОМЕТРИКА



Производство кормов для ценных видов рыб на рыбоводных предприятиях индустриального типа и их техническое оснащение бытовой биоразлагаемой химией.

Компания Прометрика — это команда профессионалов в области создания и внедрения современных технологий производства кормов и выращивания рыбы.

Компания Прометрика объединяет в себе высочайшее качество продукции, безупречный уровень обслуживания, полный комплекс услуг от разработки и производства инновационных продуктов для рыбоводства и пищевой переработки до проведения высокоточных исследований для создания уникальных рецептов по заказу клиента.

Вся наша продукция относится к категории натуральной, так как не содержит искусственные консерванты, стимуляторы роста и вкуса, красители и генетически модифицированные организмы, что существенно влияет на вкусовые качества мяса рыбы и икры.



КОМПАНИЯ ПРОМЕТРИКА



Компания успешно работает с 40 предприятиями по производству рыбы и икры.

Оказывает стабильный сервис для любого покупателя. Осуществляет индивидуальный подбор рецептур по желанию заказчика, что позволяет достичь высокой экономической эффективности в современной аквакультуре.

Собственная производственно-техническая база, современное технологическое оборудование позволяет выпускать качественную конкурентоспособную продукцию.

Мы производим высокопродуктивные стартовые, производственные и репродукционные корма для осетровых, лососевых и сомовых видов рыб

КОМПАНИЯ ПРОМЕТРИКА



Компания производит широкий спектр щелочных, кислотных, и низкопенных моющих средств, универсальных, а также моющих дезинфицирующих и дезинфицирующих композиций для санитарной обработки различного оборудования на предприятиях рыбоперерабатывающей промышленности.

Мы имеем богатый опыт сотрудничества с крупнейшими предприятиями Российской Федерации. Наличие собственной лаборатории позволяет адаптировать базовые рецептуры продукции, в зависимости от загрязнения, под конкретную заявку клиента, получив необходимые результаты на предприятии.

Проводим демонстрации эффективности работы средств для новых заказчиков со всеми необходимыми замерами.



КОМПАНИЯ ПРОМЕТРИКА



Наша компания объединяет в себе высочайшее качество продукции, безупречный уровень обслуживания, полный комплекс услуг от разработки и производства инновационных продуктов для рыбоводства и пищевой переработки до проведения высокоточных исследований для создания уникальных рецептур по заказу клиента.

Контакты

Адрес: Россия, 410040,

г. Саратов, пр-т 50 Лет Октября, д. 110А

Почта: info@rosskorm.ru

<http://rosskorm.ru/>

Телефоны +7 (8452) 755-017

+7 (991) 396-7517

Научное издание

БУДУЩЕЕ АКВАКУЛЬТУРЫ. ПРОГРЕССИВНЫЕ BIOTEХНОЛОГИИ

Материалы международной научно-практической конференции

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за некорректное заимствование, подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных и материалов не подлежащих открытой публикации.

Материалы в сборнике размещены в авторской редакции.

ISBN 978-5-6052156-2-2



9 785605 215622 >

Подписано в печать 25.04.2024 г. Формат 60×84/16.
Усл.-печ. л. 10,7. Тираж 300 экз. Заказ № 61

г. Саратов, проспект Строителей, 36
Тел. (8452) 52-05-93
E-mail: saristoch@bk.ru
Отпечатано в типографии «Саратовский источник»

ISBN 978-5-6052156-2-2



9 785605 215622 >