

Х Национальная научно-практическая конференция

СОСТОЯНИЕ И ПУТИ РАЗВИТИЯ АКВАКУЛЬТУРЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Саратов-Санкт-Петербург, 20-21 октября 2025 г.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

**ФГБОУ ВО «КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

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

**Х Национальная
научно-практическая конференция**

**СОСТОЯНИЕ И ПУТИ РАЗВИТИЯ АКВАКУЛЬТУРЫ
В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Саратов-Санкт-Петербург, 20-21 октября 2025 г.

УДК 639.3:639.5
ББК 47.2
С23

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

Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации: материалы X национальной научно-практической конференции, Саратов - Санкт-Петербург, 20-21 октября 2025 г. / под ред. И.В. Поддубной; Вавиловский университет. – Саратов, 2025. – 151 с.

ISBN 978-5-7011-0894-1

В сборнике материалов X национальной научно-практической конференции приводятся результаты исследования по актуальным проблемам аквакультуры, в рамках решения вопросов продовольственной безопасности, ресурсосберегающих технологий производства рыбной продукции и импортозамещения. 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.

ISBN 978-5-7011-0894-1

© ФГБОУ ВО Саратовский государственный университет
генетики, биотехнологии и
инженерии имени Н.И. Вавилова, 2025

Научная статья

УДК: 639.337

Применение препаратов SeraAquatana и ApiStresscoat+ при перевозке малька американского гольца (*Salvelinus fontinalis* Mitchell, 1814)

Илья Васильевич Байдаров, Станислава Сергеевна Сафонова, Антон Алексеевич Кандыбин, Алексей Александрович Пантелеев, Эдуард Владимирович Бубунец

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

Аннотация. В работе представлены исследования возможности применения доступных на отечественном рынке кондиционеров для воды при кратковременной транспортировке мальков американского гольца (*Salvelinus fontinalis* Mitchell, 1814) в закрытых рыбоводных пакетах при средней плотности посадки для снижения метаболического стресса.

Ключевые слова: американский голец, перевозка малька, кондиционеры для воды, акклиматизация

Use of Sera Aquatana and Api Stress coat+ during transport of brook trout fingerlings (*Salvelinus fontinalis* Mitchell, 1814)

Ilya V. Baidarov, Stanislava S. Safonova, Anton A. Kandybin, Aleksei A. Panteleev, Eduard V. Bubunets

Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Moscow

Abstract. The article presents research on the possibility of using water conditioners available on the domestic market for short-term transportation of brook trout fingerlings (*Salvelinus fontinalis* Mitchell, 1814) in closed hatchery bags with an average planting density to reduce metabolic stress.

Keywords: brook trout, fingerlings transportation, water conditioners, acclimatization

Ценные виды рыб (лососевые, хариусовые) нерестятся в малых реках и ручьях, где практически отсутствуют хищники, в связи с чем потомство этих рыб при относительно низкой плодовитости имеет хорошую выживаемость.

При проведении восстановительных работ в бассейнах водоемов, где ранее обитали указанные рыбы, следует выпускать мальков в подходящие места, как правило достаточно удаленные и труднодоступные для транспорта. В эти условия доставить малька в больших упаковках чаще всего не представляется возможным, следовательно, перемещение мальков этих видов рыб следует проводить вручную. В связи с этим, возникает необходимость разработки

нормативов плотности посадки малька в малые рыбоводные пакеты и определения предельной продолжительности его перевозки. Это также важно для определения количества людей в ихтиологической группе по зарыблению водоема и индивидуальной нагрузки.

Для экспериментов был выбран ручьевой американский голец (*Salvelinus fontinalis* Mitchell, 1814). Он имеет преимущество над другими видами лососевидных, например, европейским хариусом и ручьевой форелью, по приживаемости в безрыбных водоемах, в том числе запруженных бобрами. Так, в Европе в 20-м веке проводились работы по акклиматизации гольца в безрыбных водоемах (труднодоступных малых реках и ручьях) [2].

Длительная транспортировка живой рыбы в герметично закрытых полиэтиленовых пакетах, осуществляемая автомобильным или другими видами транспорта, сопровождается существенным стрессовым воздействием на рыб. [3,4,7]. При этом она беспокоится, затрачивает много энергии, вследствие чего потребляет большое количество растворенного в воде кислорода и производит продукты метаболизма, которые, при отсутствии водообмена, накапливаются и становятся для рыбы опасными.

Для устранения этих неблагоприятных факторов в период перевозки, а также для увеличения плотности посадки рыбы, применяют наркотизирующие средства, в частности, гвоздичное масло, изобутиловый спирт, хинальдин, а также препараты промышленного производства [5, 6].

Применение анестетиков позволяет исключить стресс и снизить скорость метаболизма рыб, что приводит к замедлению расходования кислорода, а также снижению скорости накопления конечных и промежуточных продуктов метаболизма в воде [1]. В конечном счете, анестетики позволяют транспортировать рыбу без аэрации и водообмена более длительное время.

Тем не менее, применение анестетиков при транспортировке рыб также несет в себе определенные риски, связанные с уже упомянутым снижением метаболических процессов. В случае же выпуска рыб в естественные водоемы необходимо, чтобы выпускаемая рыба находилась в сознании, иначе она становится легкой добычей для хищников. Таким образом, целесообразно исследование возможности использования кондиционеров для воды промышленного производства для снижения накопления токсичных продуктов метаболизма, и, как следствие, снижения стресса рыб при кратковременной транспортировке до точки выпуска. В случае использования кондиционера вместо анестетика выпускаемая рыба будет находиться в сознании.

Опытов по кратковременной транспортировке ценных холодноводных видов рыб с использованием кондиционеров нами найдено не было, в связи с этим, одной из целей исследования являлось определение и формирование рекомендаций по их применению при перевозке малька.

Цель работы – определение влияния кондиционеров для воды на гидрохимические показатели при кратковременной транспортировке мальков американского гольца в условиях средней плотности посадки.

Материалы и методы

Для опыта были взяты мальки американского гольца средней массой 1,17 г (от 0,6 г до 2 г) при средней длине 45 мм (от 30 до 60 мм). До начала опыта рыбы содержались в условиях установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) Учебно-научной лаборатории аквакультуры ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Из 180 особей сформировали 5 групп, по 25 особей в каждой группе, остальные 55 рыб были выбракованы по причине их низкой упитанности и неудовлетворительного состояния здоровья. Формирование групп производили методом сбалансированных групп по размеру мальков (рис. 1). За сутки до начала эксперимента прекращали кормление опытной рыбы.



Рисунок 1 – Сортировка рыбы по размерам

В рамках исследования были выбраны кондиционеры для аквариумной воды промышленного производства, доступные на отечественном рынке, а именно SeraAquatana и ApiStresscoat+ (рис. 2).



Рисунок 2 – Анестезирующие средства, применяемые в опыте

Рыбу поместили в полиэтиленовые рыбоводные пакеты объемом 2 л, которые наполовину заполняли водой из УЗВ температуры 12°C, а наполовину – техническим кислородом (рис. 3).

Первая группа являлась контрольной, в воду ничего не добавляли.

В пакет со второй группой добавили *SeraAquatran* (Sera Aq) в рекомендуемой производителем пропорции (50 мл препарата на 200 л воды).

В пакет с третьей группой добавили тот же препарат, но его количество вдвое увеличили.

В четвертый пакет ввели *APIStresscoat+* (API) в рекомендуемой производителем пропорции (10 мл препарата на 38 л воды), а в пятый пакет – этот же препарат в удвоенном количестве.

Анестетики вносили в воду до заполнения пакета кислородом.

Для термометрического контроля, а также контроля состояния воды в отсутствие рыбы был подготовлен 6 пакет, в который рыбу не помещали, но поместили термометр.



Рисунок 3 – Загрузка пакетов с рыбой в термоящик и контроль температуры воды

Упаковка пакетов производилась в пенопластовую коробку с крышкой, при этом пакеты в ней размещали вертикально, помещая между ними аккумуляторы холода (рис. 4).

После закрытия крышки коробку размещали в темном помещении на 24 часа, затем рыбоводные пакеты извлекали и помещали в УЗВ, не выпуская из них рыбу. Через 35 часов с момента окончания упаковки рыбу выпустили в УЗВ. Через 24 часа после закрытия коробки производилась визуальная оценка состояния рыб, через 35 часов – оценка состояния рыб и исследование состояния воды из каждого пакета при помощи экспресс-тестов Sera.



Рисунок 4 – Размещение рыбоводных пакетов и холодоэлементов

Результаты исследования и их обсуждение

Через 24 часа после упаковки пакетов все особи живы, активно двигаются и хорошо реагируют на внешние раздражители. Температура воды в пакетах повысилась на 6°C по сравнению с изначальной температурой и составила 18°C.

Несмотря на пищевую депривацию в течение суток до начала опыта, в пакетах присутствовало некоторое количество продуктов пищеварения рыб. При этом наибольшее их количество наблюдалось в пакете с контрольной группой, среднее количество – в пакетах с рекомендуемой дозой препаратов, менее всего продуктов пищеварения оказалось в пакетах с удвоенным количеством введенных препаратов. Это можно объяснить снижением уровня метаболического стресса при внесении в воду препаратов, связывающих продукты метаболизма, при этом интенсивность снижения стресса, по всей видимости, находилась в прямой зависимости от дозы препарата.

Через 35 часов после упаковки пакетов все особи живы, среди них большинство ведет себя активно. В таблице 1 представлены результаты гидрохимического исследования воды до опыта и после него.

Таблица 1 – Изменения основных гидрохимических показателей в процессе опыта

Показатели	Вода до опыта	Номер пакета*				
		1	2	3	4	5
pH	7,3	6,3	6,4	6,1	6,0	6,1
кН, °dкН	4	5	4	4	5	6
гН, °dgН	15	15	11	12	11	12
NO ₂ ⁻ , мг/л	0,1	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1
NO ₃ ⁻ , мг/л	30	25	30	30	5	3
NH ₄ ⁺ , мг/л	0,1	7	7	6	6	6,5
O ₂ , мг/л	6	5,4	5,4	5,7	5,5	5,6

*-1 пакет – без добавок, 2 – SeraAq. Рекомендуемая доза, 3 – SeraAq. удвоенная доза, 4 – API рекомендуемая доза, 5 – API удвоенная доза.

Наиболее показательными являются изменения значений рН, нитратов и аммония (табл. 1). Аммоний накапливается в воде как конечный продукт белкового обмена рыб по причине отсутствия нитрификации, осуществляемой бактериями. При этом наименьшее накопление аммонийных солей наблюдалось в группах, получавших удвоенную дозу SeraAquatap и рекомендованную дозу APIStresscoat+, что говорит как о сниженной активности метаболических процессов, так и о связывании аммонийных соединений компонентами кондиционера, при этом в контрольной группе, а также группе, получавшей рекомендованную дозу SeraAquatap наблюдалось наибольшее накопление аммония, что говорит об активном метаболизме рыб в данных группах. Это же подтверждается данными по содержанию кислорода, наименьший расход кислорода в период опыта наблюдался в группе, получавшей удвоенную дозу SeraAquatap, тогда как в контрольной группе и группе, получавшей рекомендованную дозу указанного препарата расход кислорода был наибольший.

Понижение рН может быть связано с накоплением в воде кислых продуктов обмена веществ, таких как углекислый газ и органические кислоты, а также подвергающихся гидролизу солей аммония, и повышением температуры воды. При этом более высокие значения рН в контрольной и первой опытной группах авторы связывают со значительным накоплением в воде этих групп аммонийных соединений и углекислого газа (о чем косвенно свидетельствует расход кислорода), что может приводить к формированию буферной среды и стабилизации рН.

Значительное снижение содержания нитратов и отсутствие повышения содержания нитритов в группах, получавших APIStresscoat+, авторы связывают с непосредственным влиянием препарата.

Заключение

Таким образом, при выбранной плотности посадки малька американского гольца (25 шт./1 л) при стартовой температуре 12°C возможна перевозка до 24 часов с периодом последующей акклиматизации 11 часов без потерь посадочного материала. При этом для снижения метаболического стресса и более длительного сохранения гидрохимических показателей можно рекомендовать применение препарата SeraAquatap в удвоенной по сравнению с рекомендованной производителем дозе.

Список источников

1. Кандыбин А.А., Бубунец Э.В. Динамика концентрации аммиака при перевозке карповых рыб в герметичных емкостях // Приоритетные векторы развития промышленности и сельского хозяйства: материалы VIII Международной научно-практической конференции, 17 апреля 2025 г., Макеевка: в 7 т. / ФГБОУ ВО «Донбасская аграрная академия». – Макеевка: ДОНАГРА, 2025. – Т. I. – 112-116 с.

2. Кудерский Л.А. Американская паalia в ручьях Ленинградской области // Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. 1984. -Вып. 220. с. 97-117.

3. Орлов Ю.И. Какое количество водных организмов следует помещать в транспортные емкости // Рыбоводство и рыболовство. – 1971. – № 2. – С. 12.

4. Орлов Ю.И., Кружалина Е.И. Применение пакетов из пластмассовых пленок для перевозки живой рыбы и других водных животных. – М., 1959. – 24 с.

5. Рывлина И.В. Биологическое действие и последствие применения анестезирующих веществ при транспортировке рыб: диссертация ... кандидата биологических наук: 03.00.05. — Калининград, 1985. — 200 с.: ил.

6. Стребкова Т.П. Применение анестезирующих средств с целью увеличения плотности посадки рыб при их транспортировке // Акклиматизация рыб и кормовых беспозвоночных в морях СССР: Труды ВНИРО. — М.: Типография ЦНИИТЭИ легкой промышленности, 1970. — Т. 76. — Вып.3. — С. 385-400.

7. Юрин Д.А., Осепчук Д.В., Юрина Н.А., Максим Е.А. Повышение сохранности мальков рыб при перевозке // Сборник научных трудов КНЦЗВ. – 2020. – Т. 9. - № 2, - С. 159-162.

© Байдаров И.В., 2025

© Сафонова С.С., 2025

© Кандыбин А.А., 2025

© Пантелеев А.А., 2025

© Бубунец Э.В., 2025

Научная статья

УДК 639.3.041.2:639.211(571.66)

К вопросу использования гнезд-инкубаторов для искусственного разведения тихоокеанский лососей в Камчатском крае

Александр Анатольевич Бонк

Камчатский государственный технический университет (КамчатГТУ),
г.Петропавловск-Камчатский

Аннотация. В статье приводятся результаты применения на Камчатке автономных гнезд-инкубаторов для искусственного выращивания тихоокеанских лососей внезаводским методом.

Ключевые слова: инкубация икры, автономные гнезда-инкубаторы, тихоокеанские лососи, кета, кижуч

On the issue of using incubator nests for artificial breeding of Pacific salmon in the Kamchatka Territory

Alexander' A. Bonk

Kamchatka State Technical University (KAMCHATSTU), Petropavlovsk-Kamchatsky

Abstract. The article presents the results of the application of autonomous incubator nests in Kamchatka for the artificial cultivation of Pacific salmon using an off-farm method.

Keywords: spawn incubation, autonomous incubator nests, Pacific salmon, chum salmon, coho salmon

Дальний Восток России является ведущим рыбопромысловым регионом страны. Здесь добывается 76% от общероссийского вылова водных биоресурсов [1]. Важнейшим объектом промысла в Дальневосточном промысловом районе являются тихоокеанские лососи. Общий среднегодовой потенциал вылова тихоокеанских лососей оценивается на уровне около 350 тыс. т. (в неурожайные годы в пределах 140–150 тыс. т, в урожайные — менее 220–250 тыс. т.) [2]. Основным регионом, обеспечивающим вылов лососей на высоком уровне, является Камчатский регион [3]. Из всех Дальневосточных регионов только на Камчатке сохранилось полномасштабное естественное воспроизводство лососей, что позволяет сохранять высокий уровень их промысла.

Немаловажную роль в сохранении и восстановлении запасов камчатских тихоокеанских лососей играют лососевые рыболовные заводы. По оценкам специалистов в реке Паратунка в 2024 г. 89,9% пойманной кеты было выращено на рыболовных заводах, в реке Авача – 56,3%[4-7]. В Камчатском

крае действуют четыре из пяти выстроенных лососевых рыбоводных заводов. Два ЛРЗ (Малкинский и Озерки) расположены в бассейне р. Большая, один в бассейне р. Паратунка (Паратунский ЭПЛРЗ), и один в бассейне р. Авача (ЛРЗ «Кеткино»). Виллюйский ЛРЗ, расположенный на озере Большой Виллюй в настоящее время законсервирован [4-7]. Все лососевые рыбоводные заводы В Камчатском крае приурочены к южной части Камчатского полуострова (рис. 1).

В принятой в 2013 программе «Развитие рыбохозяйственного комплекса Камчатского края», в рамках которой предусматривалось осуществление мероприятий по подпрограмме «Развитие аквакультуры». В рамках которой на территории Камчатского края предполагалось создание, восстановление и увеличение численности популяций тихоокеанских лососей в водных объектах на территории Камчатского края, общее увеличение уловов тихоокеанских лососей примерно на 7–10 тыс. тонн. Подпрограммой предусматривалось, что к 2024 г. в Камчатском крае должно было введено в эксплуатацию 11 лососевых рыбоводных заводов обеспечивающих выпуск молоди лососей в естественные водные объекты края на уровне 82,615 тыс. штук [8]. Строительство данных ЛРЗ предполагалось в рамках частного и частно-государственного партнёрства.



Рисунок 1 – Расположение лососевых рыбоводных заводов в Камчатском крае:

1 - Малкинский, 2 - «Озерки», 3 – Паратунский, 4 – Виллюйский, 5 – «Кеткино»

(из Запорожец, Запорожец, 2011)

Однако данная программа не была реализованна по причине удаленности районов расположения ЛРЗ и высоких финансовых затрат

связанных с их строительством и эксплуатацией. К тому же предполагалось размещение некоторых ЛРЗ на реках где имелись полноценные природные популяции лососей, а это могло привести как к деградации диких популяций, так и к их замещению рыбами заводского происхождения и уменьшению биоразнообразия диких популяций [9].

Возможным решением в целях избежать высоких финансовых затрат могло бы быть применение технологии инкубации икры в автономных гнездах-инкубаторах, ранее опробованное в других регионах нашей страны и за рубежом [10-13].

На Камчатке первые опыты использования искусственных гнезд были проведены в 1950-х годах на Карымайском наблюдательном пункте КамчатНИРО, а так же в середине второго десятилетия текущего века на оз. Лественичном [14-15].

В 2018-2019 гг. на кафедре «Водные биоресурсы, рыболовство и аквакультура» КамчатГТУ были проведены работы по применению гнезд-инкубаторов для внезаводского выращивания лососей (рис. 2).



Рисунок 2 –Конструкции моделей гнезд-инкубаторов,

использованных в эксперименте. 1 - прототип инкубатора, разработанного на кафедре КамчатГТУ,
2 - гнездо-инкубатор «Шайба», 3 - Размещение керамзитового субстрата в гнездах-инкубаторах, 4 - Установка гнезд-инкубаторов

В начале в лабораторных условиях сравнили работоспособность уже известных на тот момент конструкций гнезд-инкубаторов («Шайба-500») и разработанную на кафедре модель инкубатора из сетчатого ящика, выполненного из пищевого пластика с перфорированной крышкой. В качестве субстрата использовали округлую гальку размером 1,5–2,0 см.

Полученные результаты показали, что для инкубации икры лососей могут использоваться не только инкубаторы типа «Шайба», но и более простые конструкции гнезд [14]. В следующий сезон были проведены испытания в естественных условиях. В качестве инкубатора использовали уже проверенную нами конструкцию, но в качестве субстрата использовали керамзит марки М–400, размер фракции 10-20 мм [15]. Гнезда-инкубаторы устанавливались в ручье со скоростью потока 0,01–0,06 см/с, температура воды в период инкубации — 3–5 °С. При данных параметрах среды продолжительность развития эмбрионов кижуча составила около 102 дней. Первые свободные эмбрионы поверх субстрата были отмечены в феврале, а в конце марта процесс инкубации завершился полностью.

Проведенные экспериментальные работы показали, что применение технологии инкубации икры тихоокеанских лососей в автономных гнездах-инкубаторах на Камчатке возможно. Данная технология может применяться на удаленных, труднодоступных водных объектах, а также для восстановления естественного воспроизводства лососей в реках с высоким уровнем антропогенного и хозяйственного воздействия.

Список источников

1. Коллегия. Итоги деятельности Федерального агентства по рыболовству в 2024 году и задачи на 2025 год. Материалы к заседанию. Апрель 2025 г. // https://fish.gov.ru/wp-content/uploads/2025/04/sbornik_25.03.25.pdf

2. Макоедов А.Н., Макоедов А.А. Тихоокеанские лососи: состояние запасов и перспективы промысла // Изв. ТИНРО. — 2022. — Т. 202, вып. 2. — С. 255–267.

3. Стратегии промысла тихоокеанских лососей и гольцов (виды рода *Salvelinus*) Дальнего Востока России (на 2025 год) // под общей редакцией Мазниковой О.А. М.: Изд-во ВНИРО, 2025. — 88 с.

4. Леман В.Н., Смирнов Б.П., Точилина Т.Г. Пастбищное лососеводство на Дальнем Востоке: современное состояние и существующие проблемы // Труды ВНИРО. – 2015. – Т. 153. – С. 105–120.

5. Запорожец Г.В., Запорожец О.М. 2011. Лососёвые рыболовные заводы Дальнего Востока в экосистемах Северной Пацифики. Петропавловск-

Камчатский: Изд-во Камчатпресс. 268 с.

6. Зиничев В.В., Леман В.Н., Животовский Л.А., Ставенко Г.А. Теория и практика сохранения биоразнообразия при разведении тихоокеанских лососей // Тихоокеанские лососи: Состояние. Проблемы. Решения. — М.: изд-во ВНИРО, 2012. — 240 с.

7. На Камчатке оценили эффективность восстановления популяции лососей: основную часть добываемой рыбаками кеты составляют особи, выращенные на государственных рыбоводных заводах. <https://fish.gov.ru/news/2025/06/10/>.

8. Шуликов А.О. Оценка перспектив развития аквакультуры на территории Камчатского края // Развитие теории и практики управления социальными и экономическими системами: материалы Десятой международной научно-практической конференции (18–19 мая 2021 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2021. — С. 117-120.

9. Леман В.Н., Смирнов Б.П., Точилина Т.Г. Пастбищное лососеводство на Дальнем Востоке: современное состояние и существующие проблемы // Труды ВНИРО. 2015. - Т. 115. - С. 105-120.

10. Веселов А.Е., Павлов Д.С., Скоробогатов М.А., Ефремов Д.А., Белякова Н.Е., Потапов К.Ю. Опыт искусственной инкубации атлантического лосося (*Salmosalar* L.) в р. Суне (бассейн Онежского озера) // Труды Карельского научного центра РАН, 2011. № 3. – С. 28–38.

11. Павлов Д.С., Веселов А.Е., Скоробогатов М.А., Илюшин К.В., Ефремов Д.А., Ручьев М.А., Деревянко С.А. Инновационные технологии и устройства для инкубирования икры лососевых рыб в реках // Журнал «Рыбное хозяйство». 2014. № 1. – С. 63-66.

12. Ефремов Д.А., Веселов А.Е., Ручьев М.А., Скоробогатов М.А., Федорова Л.К., Мадудин А.И. Испытания гнезд-инкубаторов икры кеты (*Oncorhynchus keta*) «Шайба 400» в малых притоках реки Малка (о. Сахалин) / Д// Труды Карельского научного центра РАН. 2019. – No 6. – С. 57–73.

13. Heindel J.A., Baker D.J., Johnson K.A., Kline P.A., Redding J.R. A Simple Isolation Incubator for Specialized Rearing of Salmonid Eggs and First-Feeding Fry // North American Journal of Aquaculture 67:13–17, 2005. p. 13-17.

14. Бонк А.А., Пушкарев А.Н., Железнякова Е.В. Опыт использования автономных гнезд-инкубаторов // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы XI Национальной (всероссийской) научно-практической конференции (24–25 марта 2020 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2023. — С. 17-20.

15. Бонк А.А., Пушкарев А.И. Опыт использования автономных гнезд-инкубаторов на Камчатке // Лососевые рыбы: биология, воспроизводство, промысел: материалы всероссийской научно-практической конференции (г. Мурманск, 23-24 марта 2023 г.). – Мурманск: ПИНРО им. Н.М. Книповича, 2023. — С. 56-61.

Профессиональная терминология в подготовке специалистов в сфере водных биоресурсов и аквакультуры как основа коммуникативной компетенции

Юлия Владимировна Бульина

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

Аннотация. В статье анализируется значение освоения профессиональной терминологии в процессе обучения студентов, ориентированных на работу в области водных биоресурсов и аквакультуры. Раскрываются специфические подходы к изучению специальной лексики, определяемые целями образовательного процесса. Обосновывается необходимость применения специализированных словарей для успешного формирования профессиональных компетенций учащихся.

Ключевые слова: русский язык, профессиональная лексика, водные биоресурсы, аквакультура, коммуникативная компетенция

Professional terminology in training specialists in the field of aquatic biological resources and aquaculture as the basis of communicative competence

Yulia' V. Bulina

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov,
Saratov

Abstract. The article analyzes the importance of mastering professional terminology in the process of teaching students who are focused on working in the field of aquatic biological resources and aquaculture. It reveals specific approaches to studying specialized vocabulary, which are determined by the goals of the educational process. The article substantiates the need to use specialized dictionaries for the successful formation of students' professional competencies.

Keywords: Russian language, professional vocabulary, aquatic bioresources, aquaculture, communicative competence

Владение профессиональной терминологией составляет основу эффективной деятельности любого специалиста. Для будущего работника сферы водных биоресурсов и аквакультуры терминологический аппарат служит базисом, который обеспечивает успешное освоение профессии, позволяет ясно

формулировать задачи, грамотно ставить требования и мотивировать коллектив на их выполнение.

Освоение терминов происходит в рамках профильных дисциплин на различных этапах обучения, что закладывает фундамент профессиональной компетентности. Однако зачастую этот процесс ограничивается пассивным восприятием на лекциях и при чтении литературы, что является проблемой. Как отмечается в исследованиях, «процесс восприятия профильных текстов осложняется значительной концентрацией специальной лексики» [1], что затрудняет глубокий анализ всего массива новой информации. В связи с этим актуализируется поиск методик, позволяющих более полно интегрировать изучение терминологии в образовательный контекст. Особую сложность эта задача представляет для иностранных студентов, в работе с которыми необходимы дозирование сложности текстов и тщательная проработка лексики [3].

Для оптимизации процесса усвоения терминов перспективным представляется использование компьютерных программ, позволяющих создавать упражнения на основе целевых текстов. Это упрощает работу преподавателя по созданию тематических словарей.

Критически важным является не только усвоение значений терминов, но и развитие умения строить на их основе правильную устную и письменную речь. Этой цели служит профессионально ориентированный курс «Русский язык и культура речи», материал которого должен быть тесно связан со спецификой будущей профессии студентов.

Ограниченное количество часов, отводимых на непрофильные дисциплины, ставит перед педагогом сложную задачу по распределению учебного времени. Проведение занятий, интегрирующих изучение терминологии, требует тщательной подготовки: отбора релевантного лексического материала, формирования лексико-семантических групп и разработки заданий.

В условиях повсеместной цифровизации коммуникации особую важность приобретает формирование навыков грамотной устной речи, поскольку общение в мессенджерах часто ведет к пренебрежению языковыми нормами.

Эффективным решением перечисленных проблем является применение активных и интерактивных методов обучения. К ним относятся:

- Составление тематических кластеров (например, «Способы выращивания рыбы»).
- Использование игровых форматов (кроссворды, ролевые игры, брейн-ринги).
- Инсценировка профессиональных диалогов (например, между проверяющим и работником предприятия аквакультуры).

Подобные форматы снижают психологическое напряжение и вовлекают в работу даже самых стеснительных студентов.

Важным инструментом развития речевой культуры является подготовка и презентация докладов. Эта практика формирует навык публичного выступления,

учит создавать и редактировать тексты, а также уверенно взаимодействовать с аудиторией.

Для свободного использования терминологии в спонтанной речи необходимо формировать у студентов навык работы с различными типами словарей (толковыми, синонимическими, этимологическими и др.). Это позволяет глубоко понять значение слова и особенности его употребления.

Кроме того, профессиональная лексика может стать основой для междисциплинарных заданий, связывающих языкознание с иностранными языками и специальными дисциплинами (расшифровка аббревиатур, перевод терминов, грамматический анализ: расшифруйте сокращение, например, *БТП* – *биотехнология пресноводная*, переведите термин на русский язык, например, *Red drum* – *красный горбыль*, определите род аббревиатуры, например, *ОА* – *объект аквакультуры*, подберите к каждому слову определение – прилагательное или причастие.

В заключение можно утверждать, что интеграция профессиональной терминологии в курс «Русский язык и культура речи» является ключевым фактором в подготовке высококвалифицированного специалиста. Такой подход повышает профессиональную ориентацию материала, способствует росту общей речевой культуры и расширению кругозора будущих специалистов в области водных биоресурсов и аквакультуры.

Список источников

1. Алещанова И.В., Фролова Н.А. Формирование терминосистемы специалиста в профессионально-ориентированном обучении иностранному языку // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=9792> (дата обращения: 17.10.2025)
2. Бордовская Н.В., Кошкина Е.А. Структурно-функциональная модель терминологической компетентности специалиста // Вестник СПбГУ. Серия 16. Психология. Педагогика. 2016. Вып. 4. С. 97–109.
3. Бульина Ю.В. Роль чтения в формировании языковых компетенций иностранных студентов // Наука и образование в XXI веке: современные векторы развития и перспективы. Сборник статей Международной научно-практической конференции. Саратов, 2020. С. 55-58.
4. Фокина С.Л. К вопросу об изучении профессиональной терминологии студентами лингвистических направлений // Вестник Гуманитарного института. 2020. № 1. С. 164-169.
5. Григорьева О.Н. Профессионально-ориентированное обучение русскому языку иностранных студентов нефилологических специальностей (на примере специальности «Водные биоресурсы и аквакультура») // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика. – 2020. – № 2. С. 128-131.

Селекционно-племенная работа с радужной форелью в Республике Карелия

Анна Юрьевна Волкова, Марина Энсиовна Хуобонен, Татьяна Александровна Пояркова
ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»,
г. Петрозаводск

Аннотация. В работе представлены материалы по отбору и оценке племенных качеств опытной группы производителей, а также результаты получения посадочного материала радужной форели в Карелии. Результаты работы позволяют сделать вывод о высоком качестве исследованных групп и перспективности применения форели камлоопс финского происхождения в селекционно-племенной работе.

Ключевые слова: радужная форель, генотип, селекция

Breeding work with rainbow trout in the Republic of Karelia

Anna' Yu. Volkova, Marina' E. Huobonen, Tatiana' A. Poyarkova
Petrozavodsk State University,
Petrozavodsk

Abstract. The paper presents materials on the selection and assessment of breeding qualities of an experimental group of producers, as well as the results of obtaining planting material for rainbow trout in Karelia. The results of the work allow us to conclude about the high quality of the studied groups and the prospects for the use of kamloops trout of Finnish origin in breeding work.

Keywords: rainbowtrout, genotype, selection

Современное состояние рыбохозяйственного комплекса Республики Карелия характеризуется довольно хорошими показателями производства продукции аквакультуры. Несмотря на объективные трудности, возникающие в последнее время в связи с климатом, болезнями и качеством кормов, объемы производства форели в Карелии остаются высокими и составляют порядка 30 тыс. тонн товарной форели ежегодно. В связи с этим остается актуальным вопрос обеспечения рыбоводных предприятий качественным посадочным материалом собственного производства. В регионе за последнее десятилетие введено в эксплуатацию несколько новых комплексов, на которых происходит инкубация икры и выращивание посадочного материала форели, продолжается строительство новых питомников, однако до сих пор не решен вопрос формирования собственных маточных стад и производства оплодотворенной

икры. И поэтому важнейшим фактором увеличения эффективности аквакультуры в Республике является селекционно-племенная работа с радужной форелью и создание собственных маточных стад с высокой продуктивностью.

Радужная форель - один из старейших объектов разведения [2]. В настоящее время разработаны и успешно применяются методы селекции с этим видом, получены достаточно продуктивные породы отечественного происхождения. Технологии, использованные для создания этих пород, основаны на применении массового отбора, линейной и семейной селекции [2, 4, 5]. С целью ускорения селекции и получения высокопродуктивных маточных стад форели рекомендуется применять наряду с классическими методами современные технологии, позволяющие оценивать структуру генотипов исходных для селекции групп рыб, генетическое разнообразие популяций, в том числе с оценкой уровня полиморфности ISSR-маркеров. Использование комплексного подхода при оценке и отборе рыб позволит ускорить селекционно-племенную работу и получить высокопродуктивные маточные стада, устойчиво передающие свои ценные показатели продуктивности потомству.

Материалом для работы служили группы форели различного происхождения. Исследуемые группы форели до исследования содержались в садках, установленных в различных хозяйствах Республики Карелия.

Отбор и оценка ремонтной группы форели

Исследованная группа рыб была получена из посадочного материала финского происхождения, количество рыб на момент оценки составило 5000 шт. со средней массой 3,5 кг. Из данной группы были отобраны и помечены 85 рыб. Помеченные рыбы содержались в отдельном садке. Дальнейшая оценка выбранного поголовья проводилась в соответствии со стандартной методикой по комплексу показателей (внешний осмотр, морфометрические и генетические показатели) [1, 3]. Первым этапом была оценка внешних показателей - оценивали наличие повреждений кожи и плавников, уродств, искривлений позвоночника, отклонений в развитии. Для этого проводили осмотр каждой рыбы и фиксировали данные показатели в рыбоводном журнале. Одновременно оценивали признаки созревания путем ощупывания брюшка и по наличию нерестовых изменений.

После внешнего осмотра проводили взвешивание рыб и измерение основных ихтиологических показателей, необходимых для морфометрической оценки: масса тела, общая длина, длина головы, высота тела. По полученным промерам в дальнейшем определяли коэффициент упитанности и индексы тела.

Одновременно с промерами получали образцы тканей (небольшой фрагмент жирового плавника) для ПЦР-анализа и оценки генотипов.

Полимеразную реакцию проводили как в приборах реального времени типа Thermofisher, так и обычных амплификаторах типа BioRad. После постановки ПЦР в амплификаторе продукты были визуализированы в 1-% агарозном геле под ультрафиолетом. Разделяли фрагменты ДНК в процессе электрофореза с дальнейшей визуализацией результатов в темновой камере. Для подсчета молекулярных масс амплифицированных фрагментов ДНК использовалась

программное обеспечение Arlequin. Для обработки результатов, расчёта уровня гетерозиготности, количества аллелей на локус использовалась программное обеспечение GenAlex (Рис.1).

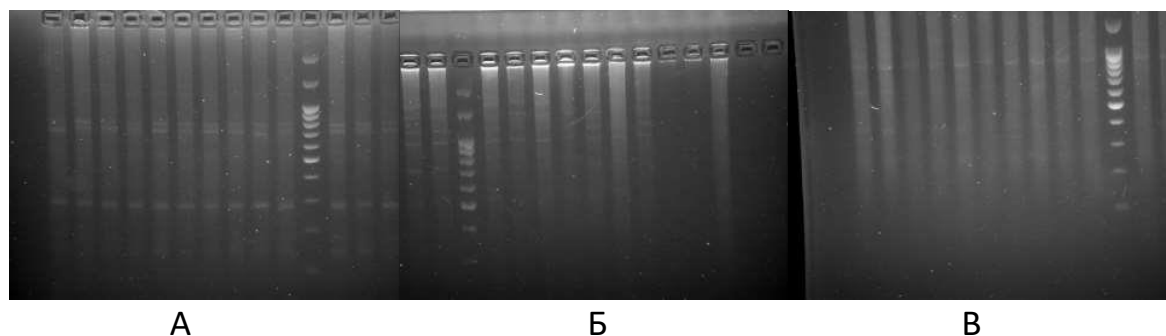


Рисунок 1 – Разделение фрагментов ДНК радужной форели в агарозном геле под электрофорезом. А –праймер ACC; Б – праймер GAG; В – праймер CTC.

Результаты оценки носили индивидуальный характер, всего было изучено около 300 рыб, из которых были отобраны особи для дальнейшей бонитировки и нереста.

Бонитировка отобранных производителей форели

Всего для нереста в 2024 году было выбрано 13 рыб с оптимальными показателями. По результатам бонитировки они были переведены в отдельную группу, содержались в отдельном садке и были использованы для получения половых продуктов с целью дальнейшего оплодотворения икры и ее инкубации. Результаты морфометрической оценки этой группы представлены в таблице 1. В группу ремонта были отобраны 67 рыб и в результате проведенной оценки 5 особей были выбракованы.

Таблица 1 – Результаты оценки производителей форели, используемых для нереста в 2024 году

Пол (n)	Масса рыбы, г	L зоо, см	L смитт, см	L пром., см	Н, см	О, см	L головы, см	Масса гонад, г
Самцы (5)	1697,50 ± 172,50	48,75 ± 0,75	48,00 ± 0,50	44,75 ± 0,25	14,25 ± 0,25	33,25 ± 0,75	12,25 ± 0,25	-
Самки (9)	5056,14 ± 343,91	65,00 ± 1,7	64,29 ± 1,63	59,93 ± 1,47	22,07 ± 1,01	48,29 ± 1,13	13,50 ± 0,41	892,20 ± 80,11

Средние морфометрические показатели самок значительно больше, чем средние значения самцов. Так, средняя масса отобранных самок форели составила 5056 г, самцов - 1697 г ($P < 0,001$), а средняя масса гонад у самок была 892 г.

Проведение нереста производителей радужной форели

Оплодотворение икры, ее подготовку к инкубации и закладку в инкубационные аппараты проводили в соответствии с общепринятой методикой. Наряду с этим была проведена оценка репродуктивных показателей у производителей. Закладка икры на инкубацию производилась при температуре 5,5 °С. После чего, ежедневно велся контроль за состоянием и развитием икринок. Результаты инкубации икры представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты инкубации икры радужной форели

Показатели	Ед.изм.	Значения
Заложено икры на инкубацию	г	865,00
	шт.	14417
Количество икринок в 1 г	шт.	15
Масса 1 икринки	мг	60
Диаметр 1 икринки	мм	0,47
Количество свободных эмбрионов	шт.	9494
Живая масса свободного эмбриона на 7 сутки	мг	110
Длина свободного эмбриона на 7 сутки	мм	20

Из таблицы видно, что масса одной икринки в среднем составила 0,06 г, диаметр - 0,47 мм, количество данной партии - 14417 штук икринок. По итогу инкубационного периода выход свободных эмбрионов составил 9494 штук. На седьмые сутки после выклева было произведено измерение живой массы и длины свободного эмбриона, которые в среднем составили 1.1 мг и 20 мм соответственно. Основные результаты инкубации данной партии икры представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели в период эмбрионального развития икры

Показатели	Значения
Дата закладки икры на инкубацию	15.02.2024
Температура при закладке, °С	5,5
Продолжительность инкубации до стадии гастрюляции, дни/градусодни	12/62
Отход до стадии гастрюляции, %	6,5
Температура при вылуплении, °С	10,7
Дата начала выклева	26.03.2024
Дата массового выклева	30.03.2024
Отход за период инкубации, %	34,15
Продолжительность инкубации до стадии вылупления, дни/градусодни	44/336

В таблице 3 представлены показатели в период эмбрионального развития икры радужной форели. Инкубационный период продолжался с 15 февраля 2024 по 30 марта того же года и составил 44 дня. Температура воды в инкубационном

аппарате на момент закладки икры составил 5,5 °С. Стадия гаструляции началась через 12 суток после начала инкубации икры. Отход за этот период составил 6,5% от общей биомассы икры. 26 марта при температуре воды 10,7°С был замечен единичный выклев в каждом лотке инкубационного аппарата. Массовый выклев произошел на 44 день инкубации икры. Результаты следующих этапов выращивания посадочного материала представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты выращивания молоди радужной форели, полученной в 2024 году

Показатели	Свободные эмбрионы	Личинки	Мальки	Сеголетки	Годовики
	31.03.24 - 22.04.24	23.04.24 - 31.05.24	1.06.24 - 31.08.24	1.09.24 - 28.02.25	1.03.25 - 31.03.25
Масса 1 рыбы в начале, г	0,11	0,14	1,07	15,7	113,0
Кол-во в начале, шт.	9494	8869	2525	2095	398
Масса 1 рыбы в конце, г	0,14	1,07	15,70	113,00	152,80
Кол-во в конце, шт.	8869	2525	2095	398	388

В результате успешно проведенной инкубации было получено 8,8 тыс. личинок, на стадии годовика осталось уже 388 штук, это связано с техногенными причинами, а также с отправкой части посадочного материала на садковое хозяйство.

Наряду с этой работой также получен ряд значимых результатов. Разработана и запатентована технология определения племенной ценности форели с использованием межмикросателлитных маркеров. Изучены фенотипические, биологические и генотипические особенности разных групп радужной форели, проведена оценка, определены перспективные для селекции группы. Разработана технология содержания ремонта и производителей радужной форели в УЗВ и садках. Разработана технология формирования ремонтно-маточных стад радужной форели.

Список источников

1. Лесюк М.И., Конева О.Ю., Робва Е.А. Молекулярно генетические исследования производителей стерляди (*Acipenser ruthenus* L.). В сб.: Молекулярная и прикладная генетика. Минск, 2012, 13: 110-117.
2. Никандров В. Я. Новое селекционное достижение - форель Ропшинская золотая / В. Я. Никандров, И. И. Шиндавина, В. М. Голод и др. // Рыбное хозяйство. 2019. № 4. С. 83-88.
3. Таразевич Е. В. Технологические аспекты формирования ремонтно-маточных стад форели, адаптированных к условиям Беларуси / Е. В. Таразевич. – Минск: БГАТУ. 2022 – 192 с.
4. Щербаков Ю. С., Тыщенко В. И. Анализ главных компонентов и сравнительная характеристика самок радужной форели трех разных пород //

Вестник КрасГАУ. 2021. № 8(173). С. 113-118. doi: 10.36718/1819-4036-2021-8-113-118

5. Щербаков Ю. С. Встречаемость аномалий у форели ропшинская золотистая / Ю. С. Щербаков, Н. В. Дементьева, В. П. Терлецкий и др. // Вестник КрасГАУ. 2020. – № 11(164). С. 145-151. doi: 10.36718/1819-4036-2020-11-145-151

© Волкова А. Ю., 2025

© Хуобонен М. Э., 2025

© Пояркова Т. А., 2025

Метацеркарии из мускулатуры пресноводных рыб водоёмов Северо-Запада РФ и их идентификация

**Владимир Николаевич Воронин, Татьяна Михайловна Кудрявцева,
Алла Алексеевна Печенкина**

Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной
медицины,
г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Приведено краткое описание 10 видов метацеркарий из скелетной и гладкой мускулатуры рыб водоёмов Северо-Запада РФ из которых *Pseudamphistomum truncatum* и *Metorchis bilis* имеют эпидемиологическое значение. Предложена прижизненная экспресс идентификация видов основанная на сравнении их внешних микроскопических признаков с «эталонным» видом.

Ключевые слова: метацеркарии рыб, мускулатура, водоёмы Северо-Запада РФ

Metacercariae from the muscles of freshwater fish in reservoirs of the North-West of the Russian Federation and their identification

Vladimir' N. Voronin, Tatjana' M. Kudriavceva, Alla' A. Pechenkina

St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, St. Petersburg, Russia

Abstract. A brief description of 10 species of metacercariae from the skeletal and smooth muscles of fish of reservoirs in the North-West of the Russian Federation is given, of which *Pseudamphistomum truncatum* and *Metorchis bilis* have epidemiological significance. Life-time express identification of species is proposed based on comparison of their microscopic features with a "reference" species.

Keywords: metacercaria of fish, muscles, reservoirs of the North-West of the Russian Federation

Среди паразитов рыб метацеркарии трематод являются одними из самых многочисленных. Сильное заражение некоторыми из них, в первую очередь представителями родов *Posthodiplostomum*, *Diplostomum* и *Ichthyocotylurus*, могут представлять опасность для рыб, преимущественно молоди. Особую важность имеют виды метацеркарий, которые являются личиночными, промежуточными стадиями трематод, способных паразитировать у человека и теплокровных животных, вызывая тяжелые болезни. Из последних к самым опасным относятся представители семейства *Opisthorchiidae* [7]. Согласно Техническому регламенту Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» в случае нахождения в рыбах метацеркарий четырёх видов этого семейства, а именно *Opisthorchis felineus*, *Pseudamphistomum*

truncatum, *Metorchis bilis* и *Clonorchissinensis* она считается условно-годной и подлежит обеззараживанию. Из этих четырёх видов паразитов наиболее патогенным является *Opisthorchis felineus* [1]. В рыбах водоёмов Западной Сибири встречаются *O. Felineus* и *M. bilis*, а в южных и центральных регионах Европейской части РФ к ним добавляется *P. truncatum* [11].

Ихтиопаразитологические исследования, проведенные в XX и начале XXI веков, показали отсутствие в рыбах крупных рыбопромысловых водоёмов Северо-Запада метацеркарий семейства Opisthorchiidae. Необходимость в тщательной ветеринарно-санитарной экспертизе рыб, особенно семейства карповых, возникла с 2015 года, когда было установлено, что по всему побережью северо-восточной части Финского залива в мускулатуре рыб семейства карповых паразитируют метацеркарии принадлежащие к виду *Pseudamphistomumtruncatum* [4]. Новые исследования показали, что неблагоприятным по описторхозу также является озеро Ильмень Новгородской области [10].

В ходе проводимого анализа мускулатуры рыб, помимо *P. truncatum* были обнаружены и другие виды метацеркарий, причём в большинстве случаев наблюдалась смешанная инвазия. Последнее обстоятельство требовало быстрого, прижизненного определения видовой принадлежности выявленных метацеркарий, без классического изготовления тотальных препаратов, что с учётом их разнообразия, представляло значительные трудности. Полученные нами данные по прижизненной морфометрии обнаруженных метацеркарий, позволяющие проводить их быструю видовую дифференциальную диагностику и стали целью этого сообщения.

Материал и методы. За десятилетний период исследований, начиная с 2015 года, из основных рыбопромысловых водоёмов Ленинградской, Новгородской и Псковской областей, в первую очередь Финского залива, Ладожского и Псковско-Чудского озёр и озера Ильмень было исследовано около 2 тыс. экземпляров разных видов рыб семейства карповых [5, 9]. Методика ихтиопаразитологического исследования включала несколько этапов. На первом проводили тщательный осмотр поверхности тела рыбы с целью возможного обнаружения черных, хорошо видимых невооружённым глазом точек на коже и плавниках рыб. На втором, при использовании стереомикроскопа МБС разрезали лучи хорошо увлажнённых плавников (главным образом хвостового) и их мышц и просматривали на наличие инцистированных метацеркарий. Исследование скелетной (туловищной) и гладкой мускулатуры глотки рыб на заражённость метацеркариями проводили согласно методическим указаниям [8]. Всех обнаруженных метацеркарий извлекали из мышц и помещали в физиологический раствор. В случае необходимости метацеркарий освобождали от капсул и цист с помощью препаровальных игл, изучали прижизненно, а также изготавливали постоянные препараты по общепринятой методике [12]. Для определения видовой принадлежности метацеркарий проводили их морфометрию и фотографирование при разных увеличениях микроскопов МБС-10 и Микромед 3-20 с микрофотокамерой Levenhuk C510-116. Учитывая разный

размер и массу исследованных рыб интенсивность их инвазии (ИИ) определялась из расчёта на 1 грамм просмотренных мышц.

Результаты исследований и обсуждение. Всего скелетной и гладкой мускулатуре рыб, мышцах плавников и их лучей было найдено 10 видов метацеркарий трематод пяти семейств, включающие *Pseudamphistomum truncatum*, *Metorchis bilis*, *M. xanthosomus*, *Paracoenogonimus ovatus*, *Posthodiplostomum cuticola*, *Holostephanus dubinini*, *Hysteromorpha triloba*, *Rhipidocotyle campanula*, *R. Fennica* и *Bucephalus polymorphus*.

Семейство Opisthorchiidae. К нему относили инкапсулированных метацеркарий, имеющих характерный морфологический признак в виде крупного экскреторного пузыря (черного цвета в проходящем или белого цвета в отражённом свете), занимающего примерно одну треть тела [9]. Всего было найдено 3 вида метацеркарий этого семейства, из которых два вида, *Pseudamphistomum truncatum* (Rud., 1819) Luhe, 1908 и *Metorchis bilis* (Braun, 1790) Odening, 1962 крайне опасные для человека и плотоядных животных, а третий вид *Metorchis xanthosomus* (Creplin, 1846), паразитирует у птиц. В туловищной мускулатуре рыб эти метацеркарии заключены в цисту, которая, в свою очередь, окружена соединительно-тканной капсулой хозяина. При просмотре метацеркарий под стереомикроскопом различия между первыми двумя видами, заключёнными в капсулы и цисты овальной формы, заключаются главным образом в размерах – *P. Truncatum* значительно крупнее *M. Bilis* [6]. *Metorchis xanthosomus* мельче всех, имеет округлую формы и заключён в толстую прозрачную капсулу (рисунок, таблица). В рыбах Финского залива и озера Ильмень доминирует *P. truncatum*. *M. Bilis* встречался совместно с *P. truncatum*, но в крайне ограниченном количестве. Из 8 видов просмотренных зараженных карповых видов рыб максимальная экстенсивность инвазии *P. truncatum* установлена для язя, а средняя ИИ на 1 грамм мышц (3,14) – для уклейки [9]. *Metorchis xanthosomus* в мускулатуре рыб встречался редко, но в большом количестве отмечен в лучах хвостового плавника у краснопёрки. Опасности для млекопитающих этот вид не представляет. В рыбах из Псковско-Чудского и Ладожского озер метацеркарии сем. Opisthorchiidae не были обнаружены [5,9].

К трематодам, условно опасных для человека и плотоядных животных, относят вид *Paracoenogonimus ovatus* Katsurada, 1914 из семейства Prohemistomidae. По многочисленным литературным данным метацеркарии этого вида наиболее часто встречаются в мышцах рыб водоёмов европейской части РФ и сопредельных государств. Инкапсулированные метацеркарии имеют чёткую круглую форму. У живых личинок хорошо просматривается развитая экскреторная система, состоящая из канальцев зигзагообразной формы в виде буквы М, заполненная мелкими экскреторными гранулами. При просмотре в проходящем свете микроскопа эти канальца тёмного цвета, а в отражённом свете стереомикроскопа – белого (рисунок, таблица). Мелкие ротовая и брюшная присоски плохо различимы в отличие от расположенного в задней части тела крупного органа Брандеса. Половозрелые трематоды паразитируют в кишечнике

многих рыбадных птиц, а также хищных млекопитающих. Не исключается и заражение человека [12]. Несмотря на то, что в ветеринарные нормативные документы этот вид как опасный для человека не включён, при высокой степени инвазии он снижает качество рыбного сырья.

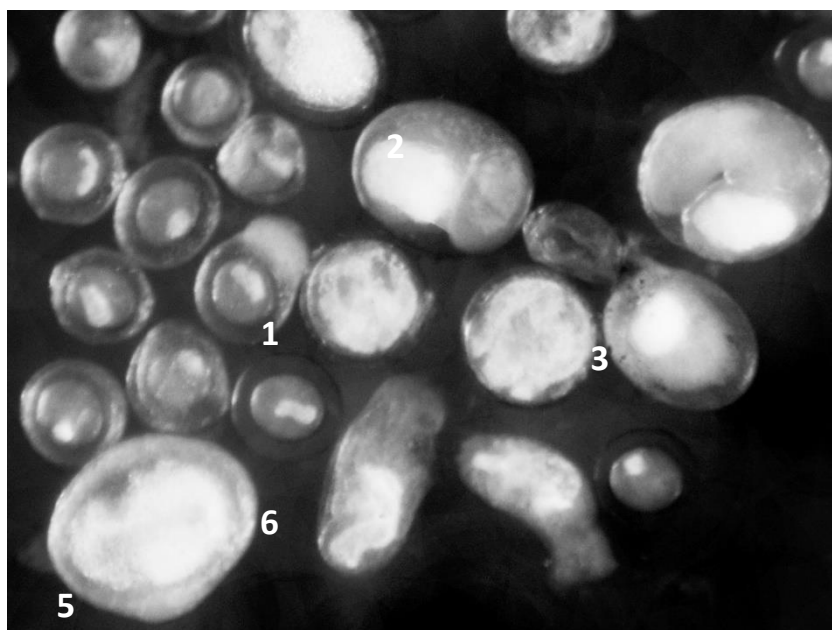


Рисунок 1 – Метациркории из мускулатуры рыб при просмотре в отражённом свете стереомикроскопа. 1 – *Paracoenogonimus ovatus*, 2 – *Pseudamphistomum truncatum*, 3 – *Metorchis bilis*, 4 – *Metorchis xanthosomus*, 5 – *Holostephanus dubinini*, 6 – *Rhipidocotyle campanula*.

К видам метациркории, не опасным для человека и плотоядных животных, но опасным для самих рыб, относится *Posthodiplostomum cuticola* (Nordmann, 1832) Dubois, 1936 из семейства Posthodiplostomidae. Вид относительно недавно стал регистрироваться в карповых рыбах водоёмов северо-запада РФ [3]. У заражённых этими метациркориями рыб на поверхности головы, тела и плавников, под кожей и в мускулатуре появляются хорошо заметные черные пятна размером до 1-3 мм. Черный цвет толстостенных, соединительно-тканых капсул объясняется концентрацией в их стенке тёмного пигмента. Тело освобождённых из цист метациркории подразделено на передний и задний сегменты и достигает длины до 1.5 мм. Дефинитивными хозяевами являются различные виды цапель и большой баклан. По внешнему проявлению болезнь называется «чёрно-пятнистая» и при высоком уровне инвазии портит товарный вид крупной рыбы или может вызывать гибель мальков, особенно в южных регионах России.

Метациркории *Holostephanus dubinini* Vojtek et Vojkova, 1968 из семейства Syathocotylidae обнаружены в рыбах Финского залива. Паразитируют в мускулатуре, редко в лучах хвостового плавника. Циста относительно крупная, овальной формы с двухслойной оболочкой. Содержимое цисты в отражённом свете белого цвета, а в проходящем – тёмного цвета из-за многочисленных

экскреторных гранул, которые скрывают тело личинки. После освобождения от оболочки цисты в теле метацеркарии в центре хорошо виден большой орган Брандеса в виде светлого пятна. Окончательный хозяин – большой баклан, многочисленный на побережье Финского залива. Опасности не представляет по причине низкой заражённости рыб.

В отличие от других найденных видов метацеркарий рыб *Hysteromorphatriloba* располагается в мускулатуре в тонкостенной, малозаметной и не прочной цисте. Потревоженная в ходе вскрытия и исследования мускулатуры рыбы крупная личинка активно двигается, вытягивая и сжимая тело, демонстрируя тонкий хвостовой конец. По этому признаку хорошо отличается от других паразитирующих в мышцах видов. Окончательный хозяин – баклан. Отмечены редкие находки в рыбах Финского залива и озера Ильмень.

Три вида семейства Viscerhalidae часто встречаются в рыбах семейства карповых, но редко располагаются в скелетной мускулатуре. Два вида, *Rhipidocotyle campanula* и *Viscerhalus polymorphus* обычно паразитируют в гладкой мускулатуре глотки и основания жаберных дуг, а третий – *Rhipidocotyle fennica* Gibson et al., 1992, в лучах и мышцах плавников, преимущественно хвостового. Для всех трёх видов характерно, что капсула вокруг цисты не формируется.

Таблица 1 – Признаки капсул, цист и заключённых в них видов метацеркарий из мускулатуры рыб водоёмов северо-запада РФ.

Вид паразита	Форма капсул и цист	Размер капсул и цист	Содержимое капсул и цист, строение метацеркарий
<i>P. ovatus</i>	Круглая	Средний (эталон)	В теле личинок экскреторные каналы просматриваются в виде буквы «М»
<i>P. truncatum</i>	Овальная	Крупный	В теле личинок имеется крупный экскреторный пузырь
<i>M. bilis</i>	Овальная	Средний, близкий к <i>P. ovatus</i>	В теле личинок имеется крупный экскреторный пузырь, сходно с <i>P. truncatum</i>
<i>M. xanthosomus</i>	Круглая	Мелкий	Циста прозрачная и толстая. Экскреторный пузырь мелкий
<i>H. dubinini</i>	Овальная	Крупный или средний	Массовое скопление секреторных гранул скрывает тело личинки
<i>H. triloba</i>	Капсулы нет, овальная циста	Цисты крупные около 1 мм	Стенка цисты тонкая, легко разрушается, личинка с длинным и узким задним отростком

В отличие от видов рода *Rhipidocotyley* *B. Polymorphus* на головном конце имеется несколько тонких щупальцеподобных отростков. Форма цист овальная, оболочка тонкая, легко разрушается, обеспечивая выход личинок. При микроскопировании метацеркарий этого семейства на головном конце хорошо виден большой овальной или треугольной формы орган фиксации. Вдоль тела

проходит длинный, изогнутый трубковидный экскреторный пузырь. Трематоды этих видов во взрослом состоянии паразитируют в кишечнике различных видов хищных рыб [2].

Заключение. Совместное нахождение в мышцах рыб разных видов метацеркарий как в водоёмах юга России [11,12], так и Северо-Запада [9] потребовало разработки экспресс-метода прижизненного определения их систематического положения. Основой дифференциальной диагностики стал морфометрический сравнительный подход с выделением в качестве «эталонного» вида метацеркарии *Parascoenogonimus ovatus*, обычнопочтивсегда присутствующей в мускулатуре карповых рыб разных водоёмов [6]. Круглая форма капсул и цист, достаточно стабильный размер и характерное расположение экскреторных каналов в теле метацеркарий в виде буквы М хорошо отличает *P. ovatus* от других видов (рис., табл.) Апробация подобного подхода на большом фактическом материале показала, что при исследовании мускулатуры свежей или охлаждённой рыбы предложенный нами экспресс метод определения систематического положения метацеркарий даёт достаточно надёжные результаты.

Список источников

1. Беэр, С.А. Биология возбудителя описторхоза / С.А. Беэр. – М.: Тов. научн. изд. КМК, 2005. – 340 с.
2. Воронин, В.Н. Метацеркарии трематод семейства Viscerhalidae карповых рыб Финского залива / В.Н. Воронин, И.В. Сюткин, Е.А. Голинева, А.С. Дудин, Н.Б. Чернышёва // Паразитология. – 2020. – Т.54, № 2. – С. 117-125.
3. Воронин, В.Н. Новые для фауны Финского залива метацеркарии трематод рыб / В.Н. Воронин, Т.М. Кудрявцева, А.А. Печёнкина // Материалы национальной научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГАВМ. СПб, Издательство ФГБОУ ВО СПбГУВМ, 2021. – С. 28-29.
4. Воронин, В.Н. О заражённости карповых рыб метацеркариями *Pseudamphistomum truncatum* (Rudolphi, 1819) в Выборгском заливе Ленинградской области / В.Н. Воронин, Л.М. Белова, Т.М. Кудрявцева, В.И. Кротов, Е.И. Портнова, Е.В. Баева // Ветеринария. – 2017. – №3. – С. 38-42.
5. Воронин, В.Н. Паразитофауна плотвы и окуня из Чудского и Псковского озёр / В.Н. Воронин, Е.П. Кувшинникова, В.А. Горохова, А.А. Печенкина // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации: материалы IX национальной научно-практической конференции с международным участием, г. Архангельск, 9-11 окт. 2024 г./под ред. И.В. Поддубной; Вавиловский университет. – Саратов. – 2024. – С. 47-52.
6. Воронин, В.Н. Способ прижизненной дифференциальной диагностики метацеркарий описторхид / Воронин В.Н., Кудрявцева Т.М., Кузнецова Е.В., Дудин А.С. // патент 2708990 Рос. Федерация : МПК А61D 99/00 (2006/.01); патентообладатель ФГБОУ ВО СПбГАВМ. – № 2018144035; заявл. 12.12.18; опубл.13.12.19, Бюл. №35.

7. Методические указания 3.2.2601-10. Профилактика описторхоза: утв. Роспотребнадзором 21.04.2010. – М: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200083130>(дата доступа: 12.10.2025).

8. Методические указания 3.2.3804-22. Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки: Методические указания. — М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2023. — 83 с.

9. Кудрявцева, Т.М. Распространение метацеркарий семейства Opisthorchiidae в рыбах водоёмов Северо-Запада России: Монография / Т.М. Кудрявцева, В.Н. Воронин. — СПб.: Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2025. — 188 с.

10. Кудрявцева, Т.М. Результаты исследования карповых рыб на зараженность метацеркариями описторхид в Ленинградской и Новгородской областях / Т.М. Кудрявцева // Актуальные проблемы биологии и медицинской паразитологии: материалы конференции / Военно-медицинская академия. — СПб, 2018. — С. 60-64.

11. Ромашов, Б.В. Описторхоз в бассейне Верхнего Дона (Воронежская область): фауна описторхид, эколого-биологические закономерности циркуляции и очаговость описторхозов / Б.В. Ромашов, В.А. Ромашов, В.А. Семёнов, Л.В. Филимонова. — Воронеж: Воронежский государственный университет, 2005. — 201 с.

12. Судариков, В.Е. Метацеркарии трематод – паразиты рыб Каспийского моря и дельты Волги. Том 2 / В.Е. Судариков, В.В. Ломакин, А.М. Атаев. — М.: Наука, 2006. — 181 с.

© Воронин В.Н., 2025

© Кудрявцева Т.М., 2025

© Печенкина А.А., 2025

Результаты выращивания гибрида русско-ленского осетра в установке замкнутого водоснабжения

**Оксана Александровна Гуркина, Александр Сергеевич Гашников,
Вячеслав Валерьевич Шатохин**

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

Аннотация. В представленной работе изучены результаты культивирования гибридного вида русского и ленского осетров (*Acipenser gueldenstaedtii* × *Acipenser baerii*) в условиях установки замкнутого водоснабжения (УЗВ). Проведенные исследования охватывают широкий спектр показателей продуктивности рыбоводства, включая темпы роста, выживаемость молоди, качество воды и экономические показатели эффективности.

Ключевые слова: кормовой коэффициент, икhtiомасса, гибрид русско-ленского осетра, рыбоводно-биологические показатели.

The results of growing a hybrid of Russian-Lena sturgeon in a closed water supply system

Oksana' A. Gurkina, Alexander' S. Gashnikov, Vyacheslav' V. Shatokhin

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

Abstract. In this paper, the results of cultivation of a hybrid species of Russian and Lena sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii* × *Acipenser baerii*) in the conditions of installation of a closed water supply system. The conducted studies cover a wide range of indicators of fish farming productivity, including growth rates, juvenile survival, water quality and economic performance indicators.

Keywords: feed coefficient, ichthyomass, hybrid of Russian-Lena sturgeon, fish-breeding and biological indicators.

Введение.

Традиционные методы рыболовства привели к значительному сокращению численности диких осетровых. Это связано с неконтролируемым выловом, изменением гидрологических условий и ухудшением экологии водоемов. В результате многие виды осетровых находятся под угрозой исчезновения, что требует разработки альтернативных способов их размножения и поддержания популяции [1,4].

Осетровая продукция пользуется высоким спросом благодаря своим уникальным вкусовым качествам и полезным свойствам. Икра и мясо осетровых являются деликатесом, востребованным на мировом рынке. Рост благосостояния населения стимулирует увеличение потребления осетровых продуктов, создавая необходимость увеличения объемов их производства [6,7].

Гибрид русско-ленского осетра представляет собой искусственно выведенный вид путем скрещивания русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii*) и сибирского осетра (*Acipenser baerii*). Этот гибрид сочетает лучшие характеристики обоих видов: быстрый рост, устойчивость к заболеваниям и хорошие показатели выживаемости.

Выращивание гибридов русско-ленского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii* × *Acipenser baerii*) в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) является перспективным направлением аквакультуры, обеспечивающим круглогодичное производство качественной продукции вне зависимости от природных условий окружающей среды.

Данная технология дает возможность поддерживать оптимальные гидрохимические показатели, для роста и развития рыбы [3,2]. Повторное использование очищенной воды снижает потребность в свежей воде. Контролируемые условия сокращают вероятность распространения болезней.

Благодаря оптимальным условиям содержания обеспечивается высокая продуктивность [5].

Материал и методика исследований.

Эксперимент осуществляли в условиях установки замкнутого водоснабжения.

Для опыта отобрали сеголеток гибрида русско-ленского осетра массой около 150г и поместили 130 штук в бассейн.

В процессе эксперимента осуществляли измерения физико-химических показателей воды. Контролировали динамику роста ихтиомассы гибрида русско-ленского осетра, изучали рыбоводно-биологические показатели. В конце эксперимента произвели расчет экономической эффективности выращивания гибридных особей.

Результаты исследований.

Водообмен происходил 1 раз в час по гидрохимическому составу отвечающий требованиям ОСТ 15.372.87.

Температура воды колебалась от 20°C до 21°C, что соответствовало оптимальным значениям для содержания осетра (таблица 1).

Таблица 1 - Физико-химические показатели воды в бассейне УЗВ

Декада	Физико-химические показатели		
	Температура, °C	Кислород, мг/л	Водородный показатель
1	21	9,2	7,6
2	21	9,2	7,6
3	21	9,2	7,6
4	20	9,2	7,5
5	20	9,2	7,5

6	20	9,2	7,5
7	20	9,2	7,5
8	20	9,2	7,5
9	20	9,2	7,5
10	20	9,2	7,5
11	20	9,2	7,5
12	20	9,2	7,5
13	20	9,2	7,5
14	20	9,2	7,5
15	20	9,2	7,5
16	21	9,2	7,6
17	21	9,2	7,6
18	21	9,2	7,6
19	21	9,2	7,6

Содержание растворенного кислорода в воде составило в среднем 9,2 мг/л. Значения рН за время эксперимента колебались от 7,5 до 7,6 и находились на уровне нормы на протяжении всего периода наблюдений.

Особи получали полнорационный гранулированный комбикорм.

Кормили осетра 3 раза в день, суточную дачу корма рассчитывали по общепринятой методике, с учетом температуры воды, содержания растворенного кислорода и массы рыбы (таблица 2).

Таблица 2 – Кормовой коэффициент, % в зависимости от ихтиомассы и температуры воды

Ихтиомасса рыбы, г.	Температура воды °С						
	13	15	17	19	21	23	25
100-200	0,53	0,84	1,04	1,15	1,26	1,30	1,20
200-800	0,48	0,75	0,90	1,00	1,10	1,14	1,00

Для корректировки суточных норм кормления проводили контроль за ростом ихтиомассы каждую декаду.

Средние значения массы рыбы за период опыта отражены в таблице 3.

Таблица 3- Динамика роста ихтиомассы гибрида русско-ленского осетра в установке замкнутого водоснабжения, г

Декада	Гибрид русско-ленского осетра
1	150±1,2
2	164±2,0
3	179±2,1
4	192±2,2
5	201±3,7
6	216±4,5
7	229±2,1
8	243±3,1
9	256±2,9
10	271±3,1

11	287±3,4
12	301±3,1
13	316±2,7
14	331±3,3
15	345±3,3
16	363±2,7
17	374±4,9
18	392±3,1
19	406±4,5
Прирост за опыт	256

Контроль за поедаемостью кормов проводился ежедневно. Корректировка суточной дачи комбикорма гибриду русско-ленского осетра проводилась каждую декаду. Результаты исследований показывают, что кормовой коэффициент был на оптимальном уровне, так как температура воды в период исследований была в пределах физиологической нормы.

Результаты опыта показывают, что особи увеличили свою массу на 256 г.

Результаты выращивания гибрида русско-ленского осетра представлены в таблице (таблица 4).

Таблица 4- Рыбоводно-биологические показатели выращивания гибрида русско-ленского осетра в установке замкнутого водоснабжения

Показатель	Значение
Среднее значение массы одной рыбы, г	
Начальное	150
Конечное	406
Абсолютный прирост, г	256
Кормовой коэффициент	1,2
Выживаемость, %	76,1

В конце опыта при кормовом коэффициенте 1,2 ед. средняя масса гибрида русско-ленского осетра в установке замкнутого водоснабжения увеличилась в 2,7 раз.

Была рассчитана экономическая эффективность выращивания гибридных особей в условиях установки замкнутого водоснабжения (таблица 5).

Таблица 5 - Экономическая эффективность

Показатели	Значение
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	240
Скормлено комбикорма на группу, кг	68,130
Стоимость комбикорма, руб.	16351
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	970
Общая масса рыбы, кг	40,194
Выручка от реализации рыбы, руб.	38984
Себестоимость всей рыбы, руб.	27903
Себестоимость 1 кг рыбы, руб.	694,3
Прибыль от реализации рыбы, руб.	11081
Рентабельность, %	39,71

При себестоимости 1 кг рыбы 694,3 руб., прибыль от реализации рыбы составила 11081 руб.

Рентабельность производства рыбы составила 39,71 %.

Заключение. Выращивание проводилось в оптимизированных УЗВ, оснащенных современными системами фильтрации, контроля качества воды и кормления. Полученные данные демонстрируют высокие темпоральные характеристики прироста массы рыбы, стабильную адаптацию особей к условиям замкнутых водных циклов и низкий уровень смертности. Исследования также подтверждают высокую рентабельность производства и перспективность разведения данного гибрида осетровых видов в промышленных масштабах.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о возможности успешного внедрения технологии УЗВ для массового воспроизводства ценного биологического ресурса — осетровой продукции, обеспечивающего устойчивое развитие аквакультуры и сохранение природного потенциала отечественных водоемов.

Список источников

1. Матишов Г. Г., Пономарёва Е. Н., Балыкин П. А. Выращивание осетровых рыб в условиях замкнутого водоснабжения // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2008. №11. С. 47-56.
2. Остроумова И.Н. Биологические основы кормления рыб / И.Н. Остроумова. - Санкт-Петербург, 2001. – 372 с.
3. Пономарев, С. В. Рост осетровых рыб в установке замкнутого водоснабжения при использовании новых сухих гранулированных кормов [Текст] / С. В. Пономарев, Ю. М. Баканева // Зоотехния. - 2011. - № 8. - С. 27- 28.
4. Рыжих С. М. Эколого-биологическая характеристика осетровых рыб (Acipenseridae) / С. М. Рыжих, Н. С. Беспалова // Научное обозрение. Педагогические науки. – 2019. – № 2-4. – С. 27-29.
5. Технология содержания и кормления осетрины в установках замкнутого водоснабжения / Г. С. Шарафутдинов, Д. Д. Хайруллин, Ф. Ф. Зиннатов, К. П. о. Гасымов // Основы и перспективы органических биотехнологий. – 2020. – № 1. – С. 45-47.
6. Чебанов М., Биллард Р. Разведение осетровых в России: производство молоди для зарыбления и мяса для потребления человеком //Водные живые ресурсы. – 2001. – Т. 14. – №. 6. – С. 375-381.
7. Чебанов М.С. Выращивание осетровых рыб / М.С. Чебанов, Е.В. Галич, Ю.Н. Чмырь - М.: ФГНУ. Росинформагротех, 2004.- 136 с.

© Гуркина О. А., 2025

© Гашников А.С., 2025

©Шатохин В.В., 2025

Влияние комбикорма с добавкой вермимуки на рост и развитие молоди осетра

Максим Дмитриевич Ермаков, Евгений Викторович Орленко, Олег Олегович Назаров

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

Аннотация. Настоящая работа посвящена изучению влияния включения муки из биомассы червей в рацион молоди осетровых на скорость их весового роста. Рассматриваются преимущества такого подхода, включая повышение качества рациона и увеличение интенсивности роста рыб. Анализируется химический состав тканей червей, демонстрирующий высокое содержание белка, жиров, витаминов и микроэлементов, что способствует улучшению общего состояния организма рыб и повышению эффективности процесса откорма.

Ключевые слова: весовой рост осетровых, биомасса червей, обогащенные комбикорма.

The effect of compound feed with the addition of vermicompost on the growth and development of juvenile sturgeon

Maksim D.'Yermakov, Yevgeniy V.'Orlenko, Oleg O.' Nazarov

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

Abstract. The present work is devoted to the study of the effect of the inclusion of flour from the biomass of worms in the diet of juvenile sturgeons on the rate of their weight growth. The advantages of this approach are considered, including improving the quality of the diet and increasing the intensity of fish growth. The chemical composition of worm tissues is analyzed, demonstrating a high content of protein, fats, vitamins and trace elements, which helps to improve the general condition of the fish body and increase the efficiency of the fattening process.

Keywords: sturgeon weight growth, worm biomass, fortified animal feed.

Правильное питание играет ключевую роль в обеспечении нормального функционирования организма рыб, поддерживая жизненные процессы, иммунитет и репродуктивные способности. Полноценные корма обеспечивают необходимое поступление энергии, белков, углеводов, жиров, витаминов и

минеральных веществ, обеспечивающих поддержание жизненных функций и адаптацию к внешним факторам окружающей среды [1,2].

Недостаточное или несбалансированное питание ведет к замедлению роста, снижению устойчивости к заболеваниям, ухудшению воспроизводства и общей жизнеспособности популяций [3,4].

Помимо основных ингредиентов кормов, широкое распространение получили специальные кормовые добавки, предназначенные для улучшения вкусовых качеств кормов, усиления аппетита, стимулирования иммунитета и защиты от болезней. Такие добавки включают антиоксиданты, пробиотики, пребиотики, стимуляторы роста, микроэлементы и витаминные комплексы.

За последнее десятилетие ученые активно исследовали возможности производства белков из альтернативных источников, включая насекомых, водоросли и прочие виды беспозвоночных животных. Тем не менее, применение компостных червей в роли белковой основы питания объектов аквакультуры остается сравнительно слабо изученной темой [6,7, 9].

Однако ткани компостных червей отличаются высоким содержанием полезных компонентов, что делает муку из них перспективной заменой традиционным источникам животного белка [8]. Среди наиболее эффективных видов выделяются представители рода *Eisenia*. Их тела содержат около 80–87% влаги, а сухой остаток богат полноценным белком (от 46 до 82%), липидами (до 12%) и разнообразием аминокислот, включая незаменимые формы, отсутствующие в животном сырье. Липиды состоят преимущественно из полиненасыщенных (около 33%) и насыщенных жиров (примерно 67%). Помимо этого, организм червей является источником необходимых микроэлементов, пищеварительных ферментов и важных витаминов группы А и В.

Экспериментальные работы проводились в научно-исследовательской лаборатории «Прогрессивные биотехнологии в аквакультуре» ФГБОУ ВО Вавиловский университет. Используя принцип подбора аналогичных групп, были созданы три экспериментальных группы, каждая включающая по 30 гибридных годовалых особей гибрида русского и сибирского осетра с усреднённой начальной массой примерно 304 грамма. Эти группы распределены по десять особей в трёх отдельных аквариумах объёмом 250 литров каждый согласно схеме, приведённой в таблице 1.

Перед основным этапом исследования продолжительностью 12 недель (или 90 дней), посвящённым испытанию нового источника белка — вермимука в составе кормов для осетрового гибрида, осуществлялся подготовительный этап длительностью 3 недели. За это время рыбы адаптировались к новым условиям среды обитания и питания, проводились наблюдения за поведением рыб и оценивалась эффективность потребления ими предложенных кормов.

Рыбы контрольной группы получали стандартизированный продукционный комбикорм марки «Оптима» для осетров с диаметром частиц 4 мм, содержащий оптимальный баланс питательных элементов.

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Количество рыбы, экз.	Тип кормления
контрольная	10	Основной рацион (ОР)
1-опытная	10	ОР + 5 % белковой добавки с заменой рыбной муки
2-опытная	10	ОР + 7 % белковой добавки с заменой рыбной муки

Первая опытная группа получала тот же комбикорм, дополнительно обогащённый 5%-м количеством белковой добавки из компостного червя относительно доли рыбной муки в составе корма. Вторая опытная группа имела аналогичную диету, однако доля добавления составила 7%.

Количество суточного корма вычислялось классическими методами, принимая во внимание температуру воды, концентрацию растворённого кислорода и среднюю массу каждой особи.

Процесс кормления проводился трижды ежедневно: в 9 часов утра, в полдень и в 15 часов. Корма распределялись вручную, причём однократная порция была подобрана таким образом, чтобы обеспечить полное потребление её всеми особями.

Состав комбикорма отображен в таблице 2.

Таблица 2 – Состав комбикормов

Компонент корма	Количество компонента, %		
	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 (витамины, аминокислоты)	1,0	1,0	1,0

Представленная таблица иллюстрирует количественный состав трех типов комбикормов, используемых в исследовании: базовый коммерческий комбикорм («Оптима») и два опытных варианта, различающихся пропорциями основного ингредиента — рыбной муки и дополнительным компонентом — вермимукой (мукой из биомассы компостных червей).

Основные компоненты каждого типа корма представлены следующим образом: «Комбикорм Оптима»: стандартный рацион с преобладанием рыбной муки (50%), мясной муки (10%), пшеничной муки (10%), глютен (кукурузного и пшеничного, всего 9%), шрота соевого (10%), люпина (10%) и премикса (1%).

Комбикорм для 1-ой опытной группы: аналогичный составу стандартного комбикорма, но уменьшено количество рыбной муки до 45 %, взамен которой

введена вермимука в количестве 5 %. Остальные ингредиенты остались неизменными.

Комбикорм для 2-ой опытной группы: дальнейшее снижение объема рыбной муки до 43 % и увеличенное включение вермимуки до 7 %. Другие составляющие повторяют пропорции базового комбикорма.

Цель исследования заключалась в оценке влияния добавок вермимуки на показатели роста и физиологическое состояние осетровых, обеспечивая замещение части дорогостоящего сырья (рыбной муки) экологически безопасным и доступным продуктом переработки органических отходов — биомассой компостных червей.

Чтобы оценить динамику набора веса, каждую неделю производилось контрольное взвешивание рыб.

Для обеспечения оптимальных условий выращивания параметры водной среды, такие как температура воды, уровень pH и концентрация растворённого кислорода, фиксировались ежедневно в одно и то же время — в полдень.

Результаты эксперимента. Ключевыми индикаторами, позволяющими судить о росте и развитии рыб, служат изменения их массы и расходы кормов на каждый грамм прироста. Эти характеристики непосредственно зависят от конкретных условий содержания и режима кормления.

На старте эксперимента средний показатель массы рыб в каждой группе составлял приблизительно одинаковые значения — около 304,0 г (табл. 3).

Таблица 3 – 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

*** $P \geq 0,999$

В результате проведенного опыта максимальный средний вес зафиксирован среди особей второй опытной группы — 454,0 г, что превышает аналогичный показатель контроля на 55 г.

Данная таблица отражает изменение массы рыбы на протяжении эксперимента, проводимого в трех группах: контрольной и двух опытных. Каждая группа изначально содержала одинаковое количество особей с практически равной стартовой массой (средняя масса одной особи составляла около 304 г).

Далее приведены промежуточные измерения массы в середине эксперимента и итоговые показатели в конце. В ходе эксперимента фиксируется общая масса всей рыбы в каждой группе, средняя масса одной особи, валовый прирост массы всей рыбы и прирост отдельной особи.

Приведённые данные позволяют сделать вывод о динамике изменений массы в зависимости от применяемых рационов питания. Наиболее значительные различия наблюдаются между группами на финальном этапе эксперимента, особенно выражено преимущество второй опытной группы, где использовался комбикорм с наибольшим процентом вермимуки (белковая добавка из биомассы червей).

В частности, средние массы особей к концу эксперимента составили: контрольная группа: $399,0 \pm 0,77$ г, 1-я опытная группа: $434,0 \pm 0,31$ г ($P \geq 0,999$), 2-я опытная группа: $454,0 \pm 0,27$ г ($P \geq 0,999$).

Различия в массе и скорости прироста значимы статистически и свидетельствуют о высоком уровне доверия полученных результатов. Таким образом, исследование подтверждает положительное воздействие обогащения рациона вермимукой на процессы роста осетровых.

Показатели прироста и выживаемости молоди осетра представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели прироста и выживаемости молоди осетра

Показатель	Группа		
	контроль	1-опытная	2-опытная
Абсолютный прирост, г	95,0	130,0	150,0
Относительный прирост, %	31,25	42,76	49,34
Среднесуточный прирост, г	1,06	1,44	1,67
Выживаемость, %	100,0	100,0	100,0

Из представленных данных видно, что обе опытные группы продемонстрировали значительно лучшие показатели по всем критериям прироста по сравнению с контрольной группой. Наибольшее улучшение наблюдалось в 2-й опытной группе, использовавшей наибольшее количество дополнительного протеинового компонента (вермимуку).

Эти результаты подтверждают положительную роль вермимуки в улучшении качественных характеристик выращивания осетровых.

Из представленных данных видно, что обе опытные группы продемонстрировали значительно лучшие показатели по всем критериям прироста по сравнению с контрольной группой. Наибольшее улучшение наблюдалось в 2-й опытной группе, использовавшей наибольшее количество дополнительного протеинового компонента (вермимуку).

Эти результаты подтверждают положительную роль вермимуки в улучшении качественных характеристик выращивания осетровых.

Заключение. Таким образом, полученные данные свидетельствуют о перспективности внедрения вермимуки в практику разведения осетровых рыб, предлагая экономически выгодную и эффективную стратегию улучшения продуктивности хозяйства.

Список источников

1. Васюкова А.Т., Кривошенок К.В. Использование растительных пищевых добавок для формирования структуры рыбных полуфабрикатов пролонгированного срока хранения. Рыбное хозяйство. 2025;1(2):126-131.

2. Влияние применения пробиотиков на рыбоводно-биологические показатели и приросты осетровых рыб / Д.А. Юрин, Е.А. Максим, Д.В. Осепчук, А.А. Данилова, И.Р. Тлецерук // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. 2022. Т. 11. № 1. С. 100-104. .

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

4. Максим Е.А. Применение комплекса пробиотиков в рыбоводстве // Сборник научных трудов Северо-Кавказского научно-исследовательского института животноводства. 2014. Т. 3. № 2. С. 197-201.

5. Патент № 2821071 С1 Российская Федерация, МПК А23К 50/80. Способ производства белковой кормовой добавки для выращивания осетровых рыб: № 2023134978: заявл. 25.12.2023: опубл. 17.06.2024 / И. В. Поддубная, О. А. Гуркина, О. Н. Руднева [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова".

6. Перспективы использования комбикорма с вермимуккой в рационах осетровых рыб / В. А. Лемба, И. В. Поддубная, О. А. Гуркина, О. Н. Руднева // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий: Материалы Международной научно-практической конференции, Саратов, 10–11 апреля 2024 года. – Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова, 2024. – С. 225-229.

7. Способ приготовления комбикорма с вермимуккой для кормления рыб / В. М. Ермишин, И. В. Поддубная, О. Н. Руднева, О. А. Гуркина // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий: Материалы Международной научно-практической конференции, Саратов, 10–11 апреля 2024 года. – Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова, 2024. – С. 180-185.

8. Темп весового роста молоди русско-ленского осетра при кормлении комбикормом, обогащенным мукой из биомассы червей / И. В. Поддубная, О. А. Гуркина, О. Н. Руднева, А. В. Лукьяненко // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации: IX Национальная научно-практическая

конференция с международным участием, Саратов-Архангельск, 09–11 октября 2024 года. – Саратов: Вавиловский университет, 2024. – С. 146-150.

9. Титов И.Н. Дождевые черви как возобновляемый источник полноценного животного белка / И.Н. Титов // Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: достижения, проблемы, перспективы - Сборник научных трудов III международной научно-практической конференции ведущих ученых, специалистов, предпринимателей и производителей. – Минск. – 2013. – С. 173–178.

© Ермаков М. Д., 2025

© Орленко Е. В., 2025

© Назаров О. О., 2025

Динамика живой массы радужной форели при использовании в кормлении добавки на основе метанооксиляющих бактерий

Маргарита Васильевна Забелина, Александра Юрьевна Таловерко

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

Аннотация. В статье представлен материал по использованию кормовой добавки в рационе радужной форели в отношении темпов роста и общей прибавки живой массы.

Ключевые слова: аквакультура, метанооксиляющие бактерии, молодь, радужная форель

Dynamics of live weight of rainbow trout when using in feeding of an additive based on methane-oxidizing bacteria

Margarita' V. Zabelina, Alexandra' Y. Taloverko

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

Abstract. The article presents material on the use of feed additive in the diet of rainbow trout in relation to growth rates and total gain in live weight.

Keywords: aquaculture, methane-oxidizing bacteria, juveniles, rainbow trout

Интенсивное развитие аквакультуры, в частности выращивание радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*), требует поиска и внедрения инновационных подходов к кормлению, обеспечивающих оптимальную продуктивность и экономическую эффективность. Традиционные корма, хотя и обеспечивают базовые потребности рыб в питательных веществах, не всегда в полной мере реализуют генетический потенциал роста и устойчивости к болезням. [1,2]. В связи с этим, в последние годы активно изучаются возможности использования кормовых добавок на основе микроорганизмов, способных оптимизировать процессы пищеварения, стимулировать иммунную систему и повышать общую резистентность рыб к неблагоприятным факторам внешней среды [3,4].

Особый интерес представляют метанооксиляющие бактерии, обладающие уникальной способностью утилизировать метан и продуцировать биомассу богатую белком, витаминами и другими ценными компонентами.

Цель исследования заключалась в оценке эффективности использования кормовой добавки на основе метанооксиляющих бактерий в рационе радужной форели в отношении темпов роста и общей прибавки живой массы. В качестве

гипотезы выдвинуто предположение о том, что включение метанооксилящих бактерий в рацион способствует улучшению усвояемости корма и, как следствие, повышению продуктивности выращивания форели.

Эксперимент проводился с использованием молоди радужной форели, разделенной на контрольную и 3 опытных группы. Контрольная группа получала стандартный коммерческий корм, в то время как опытные группы получали корм с добавлением метанооксилящих бактерий в различных концентрациях (25%, 50% и 75%). Продолжительность эксперимента составила 18 недель. В ходе эксперимента регулярно измерялась живая масса рыб, а также проводился анализ кормовых коэффициентов и коэффициентов эффективности использования корма.

На основании проведенного анализа динамики роста в условиях экспериментального выращивания установлено, что третья опытная группа демонстрировала статистически значимое превосходство над первой контрольной группой на протяжении всего периода исследований. Максимальная разница в показателях прироста массы (+13,63%) была зафиксирована на пятой неделе эксперимента, что свидетельствует о высокой эффективности примененного в данной группе режима кормления и условий содержания. Вторая опытная и четвертая опытная группы также показали достоверно более высокие результаты по сравнению с контролем, однако их показатели оставались ниже, чем в третьей опытной группе.

Наибольшая интенсивность роста во всех опытных группах наблюдалась в период с четвертой по седьмую неделю.

По результатам 18-недельного эксперимента при выращивании было установлено, что все опытные группы продемонстрировали достоверно более высокие показатели относительного прироста по сравнению с первой контрольной группой. Наибольшая эффективность выращивания наблюдалась в третьей опытной группе, где прирост массы превышал контрольные значения на 13,16%. Особи второй опытной группы демонстрировали прирост, превышающий контроль на 9,66%, тогда как в четвертой опытной группе данный показатель составил +7,62% по сравнению с контрольными значениями.

Результаты исследований продемонстрировали высокую степень однородности молоди форели по размерно-весовым показателям в завершающей фазе эксперимента, что может свидетельствовать о стабильности условий выращивания.

В ходе проведенных исследований было установлено, что сохранность поголовья радужной форели во всех группах (первая контрольная, вторая опытная, третья опытная и четвертая опытная) находилась в пределах 87-93%, что соответствует нормативным показателям для данного вида в условиях индустриального выращивания. Анализ факторов, влияющих на жизнеспособность молоди, показал, что основным стрессогенным воздействием являлись периодические контрольные измерения, включающие взвешивание и фиксацию линейных параметров тела.

Наибольшая летальность наблюдалась на 2-3 сутки после проведения манипуляций с рыбой, особенно после первого месяца экспериментального

периода.

Проведенный анализ позволяет предположить, что частичная замена традиционного белкового компонента (рыбной муки) на альтернативный источник протеина оказала негативное влияние на физиологическое состояние молоди форели. Особенно выраженным это воздействие стало в период дополнительных стресс-факторов, связанных с проведением контрольных измерений.

Проведенный анализ продукционных показателей выявил существенное влияние выживаемости молоди на формирование суммарной ихтиомассы в экспериментальных группах. Согласно полученным данным, контрольная группа продемонстрировала статистически значимое отставание по ихтиомассе при снятии с опыта по сравнению со второй опытной группой на 8,66% и третьей опытной группой на 13,35%. При этом четвертая опытная группа по данному показателю уступала контрольной группе на 5,47%. Особый интерес представляет сравнение между опытными группами, где четвертая опытная группа показала на 16,6% меньшую ихтиомассу при снятии с опыта по сравнению с третьей опытной группой, что может быть связано с отмеченным ранее снижением выживаемости при использовании альтернативного кормового состава.

Сравнительный анализ конечных результатов выявил достоверные различия между группами: во второй опытной группе коэффициент конверсии корма оказался на 0,5 пункта ниже контрольных значений, в третьей опытной - на 0,7 пункта, тогда как в четвертой опытной группе преимущество составило лишь 0,3 пункта относительно контроля. Такая динамика свидетельствует о различной физиологической адаптации рыб к экспериментальным рационам в течение полного производственного цикла, причем наиболее стабильные результаты продемонстрировала третья опытная группа, сохранившая лидерство по эффективности кормопереваримости на протяжении всего периода исследований.

Результаты проведенных исследований выявили статистически значимые различия в показателях абсолютного прироста между контрольной и опытными группами на протяжении всего периода выращивания. Анализ данных показал, что по показателю абсолютного прироста за весь период исследований особи второй опытной группы превзошли контроль на 8,75%, демонстрируя устойчивый рост продуктивности. Однако наиболее выраженное преимущество было зафиксировано в третьей опытной группе, где превышение над контрольными значениями достигло 16,76%, что свидетельствует о высокой эффективности примененного в данной группе кормового режима.

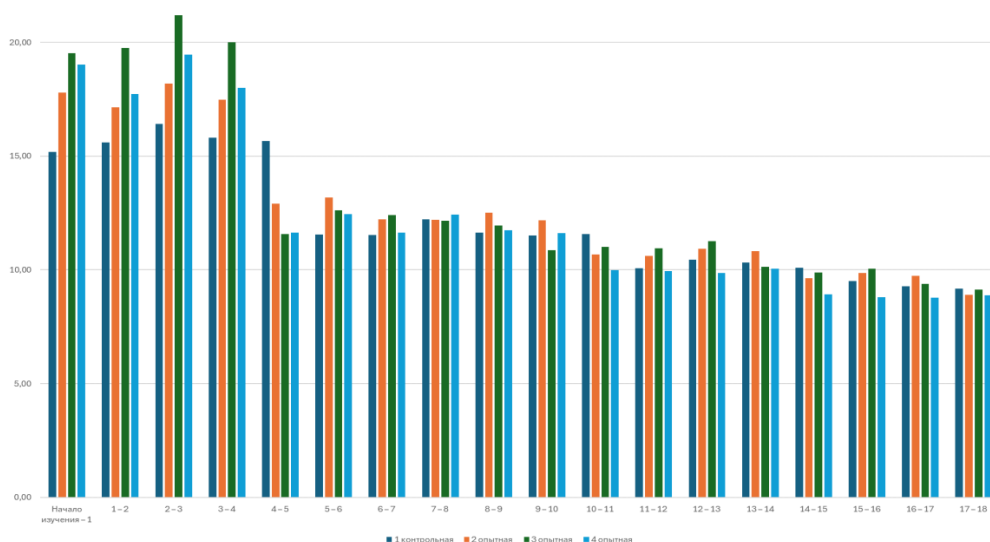


Рисунок 1 - Динамика относительного прироста

Анализ динамики относительного прироста выявил характерную закономерность снижения темпов роста по мере увеличения живой массы подопытных особей во всех группах. В течение первого месяца эксперимента наблюдалось выраженное доминирование особей из третьей, четвертой и второй опытных групп по показателям относительного прироста, что свидетельствует о высокой эффективности применяемых в этих группах кормовых режимов на начальных этапах онтогенеза.

К 8-й неделе исследования произошло выравнивание показателей относительного прироста между всеми группами, причем в последующий период не наблюдалось статистически значимых колебаний данного параметра. Однако начиная с 10-й недели эксперимента, особи четвертой опытной группы начали демонстрировать устойчивое отставание по темпам относительного прироста не только от других опытных групп, но и от контрольной группы. Это явление может быть связано с кумулятивным эффектом воздействия экспериментального рациона, содержащего альтернативные источники белка, на физиологическое состояние рыб при длительном применении.

На основе проведенного эксперимента можно сделать вывод, что кормовая добавка на основе метанооксиляющих бактерий оказывает положительное влияние на динамику живой массы радужной форели, способствуя увеличению темпов роста и улучшению эффективности использования корма. Полученные результаты открывают перспективы для разработки новых кормовых решений в аквакультуре, направленных на повышение продуктивности и устойчивости отрасли.

Список источников

1. Акимов, Е. Б. Производство комбикормов для выращивания ценных видов рыб - главная задача аквакультуры России / Е. Б. Акимов // Вестник Академии знаний. – 2021. – № 6(47). – С. 20-24. – DOI 10.24412/2304- 6139-2021-6-20-24.

2. Крымов, В. Г. Производство отечественных комбикормов как стратегия повышения эффективности отрасли рыбоводства / В. Г. Крымов, Н. А. Юрина, Е. А. Максим // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны: материалы II Национальной научно- 121 практической конференции, Санкт-Петербург, 13–15 сентября 2017 года. – Санкт-Петербург: ООО «ЦеСАин», 2017. – С. 68-75.

3. 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. – № 6(185). – С. 68-79.

4. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры. Меры по повышению устойчивости // Рим: ФАО ООН, 2020.- 206 с.

© Забелина М.В., 2025

© Таловерко А.Ю., 2025

Результаты выращивания африканского сома в промышленных условиях

Юлия Николаевна Зименс, Анастасия Сергеевна Немчинова, Виолетта Денисовна Иванова

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

Аннотация. Настоящая работа посвящена изучению выращивания африканского сома в промышленных условиях.

Ключевые слова: химический состав корма, африканские сомы, аквакультура, рыбоводно-биологические показатели, эффективность использования кормов, экономические показатели.

Cultivation of African catfish in industrial conditions

Yulia' N. Zimens, Anastasia' S. Nemchinova, Violetta' D. Ivanova

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

Abstract. This paper examines the cultivation of African catfish under industrial conditions.

Keywords: feed chemical composition, African catfish, aquaculture, fish farming and biological indicators, feed efficiency, economic indicators.

Введение.

Одним из перспективных объектов для выращивания в промышленных условиях считается мраморный сом. Научное название этой рыбы — африканский лабиринтовый сом, или нильский клариас (*Clarias gariepinus*), относящийся к семейству Clariidae [1,2]. Данный вид обладает множеством преимуществ, что делает его предпочтительным выбором для промышленного рыбоводства:

очень быстрый рост, обусловленный способностью поддерживать высокую температуру воды (26-28°C) в промышленных условиях: всего за полгода вес сома достигает 1,1 кг.

отличный кормовой коэффициент — клариевый сом перерабатывает корм почти идеально (соотношение 1:1).

способность существовать в условиях высокой плотности посадки: плотность заселения бассейна может составлять до 400 кг рыбы на кубометр воды.

устойчивость к изменениям уровня водородного показателя: сом прекрасно чувствует себя при показателях от 6 до 8,5.

может комфортно обитать и размножаться в мутной воде, а также длительное время обходиться без кислорода благодаря специальному органу для дыхания воздухом.

высокая устойчивость к большинству инфекционных заболеваний.

Помимо технологических преимуществ, важным фактором является исключительная вкусовая ценность и полезность мяса клариевого сома. Специалисты отмечают, что по вкусу и питательной ценности эта рыба сопоставима с представителями осетровых пород. Нежное белое мясо сома практически не содержит мелких костей, не имеет ярко выраженного рыбного запаха и не содержит патогенов, что допускает его включение в детское питание [4,5]. Оптимально сбалансированный состав белков, жиров и ценных аминокислот Омега-3 превращает данную рыбу в отличный источник здоровых питательных веществ. Мясо клариевого сома обладает мягким вкусом и универсальностью в приготовлении: его можно употреблять как в отварном, так и в жареном виде [6,7].

Материал и методика исследований.

Опыт проводился учеными на кафедре «Генетика, разведение, кормление животных и аквакультура», а также в научно-исследовательской лаборатории «Прогрессивные биотехнологии в аквакультуре» Вавиловского университета.

Лаборатория оснащена системой, включающей: установку из двенадцати аквариумов объемом по 250 литров каждый; систему замкнутого водоснабжения с шестью бассейнами, рассчитанными на годовое выращивание до 1,5 тонны осетровых рыб; крупный резервуар с племенными производителями.

Здесь проводятся исследования, направленные на улучшение условий содержания и питания рыб, оценку влияния биологически активных добавок на эмбриогенез, разработку рецептов специализированных кормов и инновационных методов содержания рыб, усовершенствование систем замкнутого водообеспечения.

Наш эксперимент осуществлялся на специально оборудованной аквариумной установке, имеющей суммарный объём воды 300 литров, разделённой на секции.

Для эксперимента были выбраны 15 экземпляров клариевого сома со средним начальным весом около 310 граммов. Все экземпляры содержались совместно в одном аквариуме.

В опыте применялся специальный экструзионный плавучий корм для сомовых рыб, производимый компанией ООО «Прометрика». Изначально использовались гранулы диаметром 4 мм, предназначенные для рыб массой от 300 до 500 граммов, впоследствии перешли на гранулы большего диаметра — 6 мм. Состав корма обеспечивал оптимальное поступление питательных веществ, имел высокое содержание продуктов животного происхождения и морепродуктов, включал гепатопротекторные добавки для защиты пищеварительного тракта, дополнительно обогащался витаминами и

минералами. Наблюдалось активное потребление корма и интенсивный прирост массы.

Основу комбикорма составили: рыбная мука; мясная мука; животные субпродукты; пшеничная мука; мука из пшеничного зародыша; кукурузный и пшеничный глютен; рыбий жир; бобовые культуры; минералы, витамины, аминокислоты, β -глюканы, пробиотики и функциональные добавки.

Химический состав и питательные характеристики используемого корма подробно изложены в таблице 1. Рыбу кормили четыре раза в сутки.

Таблица 1 - Основные характеристики корма для сомовых рыб

Показатель	Значение
Сырой протеин, %	42,0-44,0
Сырой жир, %	10,5-12,5
Зола, %	9,2
Клетчатка, %	3,2
Фосфор, %	1,1
Витаминные добавки	
Витамин А (ретинол ацетат), ме/кг	12500,0
Витамин D (витамин D3), тыс. ме/кг	2200,0
Витамин Е, мг/кг	470,0
Витамин С (натрия кальция аскорбил фосфат), мг/кг	1050,0
Энергетическая ценность	
Общая энергия, МДж/кг	19,4

Расчет суточного объема корма для мраморных сомов выполнялся исходя из стандартных норм для сомовых рыб, учитывая процентное отношение порции корма к массе рыбы за одни сутки.

Вес каждой отдельной порции корма фиксировали с помощью электронных весов автономного типа. Этими же весами регулярно измерялась средняя масса особей, что происходило каждые десять дней при проведении контрольных измерений. Получаемые данные позволяли своевременно вносить поправки в рацион и отслеживать динамику изменения биомассы. Весовой прирост рыб оценивали путем расчета среднего живого веса особей.

Во время выращивания рыб мы непрерывно контролировали важнейшие гидрохимические параметры водной среды: температура, рН, содержание кислорода, концентрацию аммония, нитратов и нитритов проверялись каждые три дня. Для проверки гидрохимического состава воды использовали специальные тесты фирмы Tetra.

Среднесуточную скорость роста вычисляли по формуле сложных процентов:

$A = [(M_k/M_o)^{1/t} - 1] \times 100 (\%)$, где M_k и M_o – масса рыбы в конце и в начале опыта; t – продолжительность опыта, сут.

Абсолютный прирост вычисляли по формуле:

$P_{аб} = M_k - M_o$, где M_k – конечная масса молоди, грамм; M_o – начальная масса молоди, грамм.

Среднесуточный прирост вычисляли по формуле:

$P_{ср.сут.} = (M_k - M_o) / t$, где M_k – конечная масса молоди, грамм; M_o – начальная масса молоди, грамм; t – продолжительность опыта, сут.

Кормовые затраты вычисляли по формуле:

$KЗ = С_k / (M_k - M_o)$, где $С_k$ – количество корма, затраченное на выращивание рыб (затраты корма на единицу прироста).

$С_k = R * M_{ср.нач} * t$, где R – суточная норма корма, %; $M_{ср.нач}$ – средняя начальная масса, г; t – период выращивания.

Выживаемость выражали в процентах от общего количества наблюдаемых рыб.

В завершении опыта провели расчет экономической эффективности и рентабельности выращивания клариевого сома.

Результаты исследований.

Эффективность выращивания товарного клариевого сома определяется несколькими ключевыми параметрами: подбором сбалансированных кормов, соблюдением оптимального температурного и гидрохимического режима, а также правильной плотностью посадки и своевременной сортировкой особей.

Скорость роста и общее состояние сомов непосредственно зависят от целого ряда факторов внешней среды, таких как: температура воды; уровень растворённого кислорода; кислотно-щелочной баланс (pH); концентрация аммиака/аммония (NH_3/NH_4^+); содержание нитратов (NO_3^-) и нитритов (NO_2^-).

Для нашего опыта мы провели физико-химический анализ воды, представленный в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-химический состав воды

Показатель	Оптимальное допустимое содержание, мг/л	Фактическое (среднее) содержание в, мг/л
Температура воды, °C	26-28	26-28
Растворенный кислород, мг O_2 /л	3,0-5,0	4,2
pH	6,8-7,2	6,6
Аммоний, мг/л	0,5	0,6
Нитриты, мг/л	0,1	0,12
Нитраты, мг/л	2,0-3,0	2,2

Согласно данным таблицы 2, мы строго следовали установленным нормам качества воды для выращивания рыб. Несмотря на некоторое снижение уровня pH по сравнению с рекомендуемым диапазоном, оно оказалось недостаточно критичным, поскольку гибель сомов возможна лишь при крайне низких (<4) или чрезмерно высоких (>11) уровнях водородного показателя.

Наиболее существенным фактором, влияющим на жизнедеятельность и продуктивность рыб, является температура воды. Диапазоны комфортных температур закладываются генетически, однако внутри этих границ возможен

повышенный или пониженный метаболизм. Повышение температуры ускоряет биохимические процессы в организме, приводя к усиленному поглощению кислорода. Соответственно, изменение температуры воды оказывает существенное влияние на дыхание и газообмен рыбы. В ходе эксперимента уровень растворенного кислорода составлял 4,2 мг/л, что укладывается в норму и приемлемо для клариевого сома, способного переносить длительно низкие концентрации кислорода (2 мг/л) или кратковременно (до 20 ч.) полное его отсутствие. Уникальная особенность сома заключается в способности дышать атмосферным кислородом, компенсирующим дефицит растворенного в воде кислорода на 95 %.

Главными токсичными веществами, негативно воздействующими на рыб, являются соединения азота, среди которых особое значение имеет аммиак — основной метаболит, образующийся в процессе жизнедеятельности рыб и быстро переходящий в нитриты. В нашем исследовании концентрация аммония находилась в пределах допустимой нормы (не превышала 0,6 мг/л), соответствующей рекомендациям для выращивания сомов.

Нитриты формируются в результате химической трансформации аммиака и присутствуют в воде в малых количествах. В проведенном эксперименте содержание нитритов оставалось на низком уровне (0,12 мг/л).

Наконец, нитраты, возникающие в результате завершающего этапа окисления азотистых соединений бактериями, сохраняются в воде стабильно и не подвергаются дальнейшему распаду. Именно поэтому важной частью является ежедневная замена части воды. В нашем эксперименте уровень нитратов соответствовал рекомендованному значению (2,2 мг/л).

Чтобы адекватно оценивать успех эксперимента по выращиванию клариевого сома, необходимо учитывать показатели роста и прироста массы. Как известно, темпы роста оказывают решающее влияние на продуктивность и значимость рыбоводства. Основные рыбоводно-биологические показатели, зафиксированные в ходе эксперимента, приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Основные рыбоводно-биологические показатели выращивания клариевого сома

Показатели	Значение
Средняя начальная масса рыб, г	310,00
Средняя конечная масса рыб, г	1385,00
Прирост 1 особи за опыт, г	1075,00
Валовый прирост массы, кг	16,13
Выживаемость, %	100,00

Как видно из таблицы 3, каждая особь сумела набрать около 1075 г массы. Важно отметить, что выживаемость рыбы осталась на максимальном уровне — 100 %.

Эффективность использования кормов отражена в таблице 4.

Таблица 4 – Эффективность использования кормов

Показатель	Значение
Общая масса рыбы в начале опыта, кг	4,65
Общая масса рыбы в конце опыта, кг	20,78
Прирост за опыт, кг	16,13
Затраты корма на группу, кг	31,42
Затраты корма, на 1 кг прироста, кг	1,95
Затраты протеина, на 1 кг прироста, г	780,0
Затраты энергии на 1 кг прироста, МДж	33,52

В рамках нашего эксперимента в индустриальных условиях нам удалось довести молодых сомов от начальной массы 310 г до товарной массы 1385 г, (таблица 4). Для достижения заданной массы было потрачено 31,42 кг комбикорма, что позволило достигнуть эффективного расхода корма: всего 1,95 кг корма на получение каждого килограмма прироста. Таким образом, затраты протеина и энергии на прирост 1 кг массы клариевого сома составили соответственно 780 г и 33,52 МДж.

Анализ результатов, полученных в опыте, показал, что условия выращивания и полноценность комбикорма для клариевого оказались весьма подходящими, что отражено в высоком приросте рыбы и низких затрат корма на 1 кг прироста массы рыбы.

Экономическая эффективность выращивания клариевого сома в индустриальных условиях до товарной массы рассчитана на основании экономического анализа основных рыбоводных показателей и включает в себя: расход ресурсов на 1 кг продукции, расчет себестоимости продукции руб./кг, расчет рентабельности выращивания рыбы. Расчет экономической эффективности выращивания мраморного сома представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Экономическая эффективность

Показатель	Значение
Масса в начале, кг	4,50
Масса в конце, кг	20,62
Прирост, кг	16,12
Стоимость 1 кг посадочного материала, руб.	250,00
Стоимость всего посадочного материала, тыс. руб.	1 125,00
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	190,00
Скормлено комбикорма на группу, кг	31,42
Стоимость комбикорма, тыс. руб.	5,969
Затраты кормов на 1 кг прироста, кг	1,95
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	400,00
Выручка от реализации рыбы, тыс. руб.	8,248
Себестоимость рыбы, тыс. руб.	7,094
Себестоимость 1 кг рыбы, руб.	344,07
Прибыль от реализации рыбы, руб.	1,154
Прибыль от реализации 1 кг рыбы, руб.	55,97
Рентабельность, %	16,27

В таблице 5 приведены основные экономические показатели, касающиеся использования искусственных кормов, являющихся ключевой составляющей себестоимости при выращивании рыбы. Основная задача — достижение наибольшей прибыли при минимизации расходов и сроков содержания рыб.

По данным таблицы 5, основная статья затрат при выращивании сома в индустриальных условиях приходится на приобретение кормов и посадочного материала. В течение выращивания расходы на корма составили 5,969 тысяч рублей, а на закупку молодняка — 1,125 тысяч рублей.

Оценивая экономическую эффективность такого подхода, можно заключить, что средняя рентабельность товарного выращивания мраморного сома составляет 16,27 %. Достижение подобного результата стало возможным благодаря контролю и стабилизации важнейших гидрохимических параметров воды (температуры и уровня кислорода), применению полнорационных комбикормов и соблюдению оптимальной плотности посадки рыбы.

Выводы

1. Оценка гидрохимических и температурных условий в аквариумной установке показала, что значения основных показателей находились в пределах допустимой нормы, создавая благоприятные условия для роста и развития особей сома.

2. За период эксперимента средний прирост живой массы составил одной особи составил 1075 граммов при сохранности поголовья 100 %. Эффективность кормления составила 1,95 кг кормов на каждый килограмм прироста.

3. Анализ экономической целесообразности показал, что производство мраморного сома в индустриальных условиях позволяет получать прибыль с уровнем рентабельности до 16,25 %.

Список источников

1. Власов В. А. Выращивание клариевого сома (*Clarias gariepinus* Burchell) при различных условиях содержания и кормления / В. А. Власов // Рыбоводство и рыб. хоз-во. — 2014. — № 5. — С. 23–32.

2. Власов В. А. Рост и развитие африканского сома (*Clarias gariepinus* Burchell) в зависимости от условий кормления и содержания / В. А. Власов // Изв. Тимирязев. с.-х. акад. — 2009. — № 3. — С. 148–153.

3. Воздействие кормов и воды со скорректированной молекулярной структурой на биохимические показатели сыворотки крови клариевых сомов / О. Н. Руднева, А. А. Васильев, А. В. Кудинов, М. Ю. Руднев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. — 2022. — № 2(66). — С. 280–290.

4. Клариевый сом *Clarias gariepinus* при задачах искусственного воспроизводства / М.Л. Калайда, Е.С. Пиганов, А.А. Калайда, М.Ф. Хамитова // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации: материалы V национальной научно-практической конференции, Калининград — 22–23 октября 2020 г. / под ред. А.А. Васильева; Саратовский ГАУ. — Саратов: Амирит, 2020. — 252 с.

5. Руднева О. Н. Оплата корма приростом ихтиомассы клариевых сомов, выращенных в УЗВ / О. Н. Руднева, О. А. Гуркина, А. Ю. Михалева // Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии: Международная научно-практическая конференция, Брянск, 15–16 апреля 2021 года. Том Часть 3. – Брянск: брянский государственный аграрный университет, 2021. – С. 175-179.

6. Руднева О. Н. Эффективность выращивания обыкновенного сома в садках / О. Н. Руднева, О. А. Гуркина, А. А. Лебедев // Водные биоресурсы и аквакультура Юга России: Материалы III Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, Краснодар, 17 мая 2022 года. – Краснодар: Кубанский государственный университет, 2022. – С. 99-101.

7. Химический состав мышечной ткани клариевых сомов, выращенных в УЗВ / О. Н. Руднева, А. А. Васильев, О. Е. Вилутис, П. С. Тарасов // Материалы конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов по итогам научно-исследовательской, учебно-методической и воспитательной работы за 2020 год: Сборник статей материалов конференции, Саратов, 16–17 марта 2021 года / Под общей редакцией Н.В. Неповинных, О.М. Поповой. – Саратов: ООО "Центр социальных агроинноваций СГАУ", 2021. – С. 183-187.

© Зименс Ю.Н., 2025

© Немчинова А.С., 2025

© Иванова В.Д., 2025

Эффективность использования кормов при введении в рацион аттрактанта при выращивании гибрида осетра

Андрей Дмитриевич Исаков, Ирина Васильевна Поддубная
Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В статье представлены данные по росту и затратам кормов гибридом русского и сибирского осетра при использовании в рационе различных количеств аттрактанта «Лосось» DEL`AR. Результаты исследования подтверждают эффективность использования аттрактанта в количестве 0,3 г на 1 кг комбикорма в рационе русского и сибирского осетра.

Ключевые слова: аттрактанты, гибрид осетра, комбикорм, кормление, аквакультура

The effectiveness of using feed when adding attractants to the diet when growing a sturgeon hybrid

Andrey` D. Isakov, Irina` V.Poddubnaya
N.I. Vavilov Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering,
Saratov

Abstract. The article presents data on the growth and feed consumption of a hybrid of Russian and Siberian sturgeon when using different amounts of the DEL`AR "Salmon" attractant in the diet. The results of the study confirm the effectiveness of using the attractant in an amount of 0.3 g per 1 kg of feed in the diet of Russian and Siberian sturgeon.

Keywords: attractants, hybrid of sturgeon, feed, feeding, aquaculture

Введение.

Использование аттрактантов в рыбоводстве является эффективным способом повышения продуктивности рыбных хозяйств. Аттрактанты представляют собой вещества, которые привлекательны для рыб и других водных обитателей, и могут использоваться для улучшения процесса кормления, стимулирования роста, управления популяцией и снижения стресса у рыб.

Для того чтобы аттрактанты были эффективными, они должны быть правильно использованы. Например, аттрактанты усилители вкуса добавляют в состав сухих рыбных кормов или использоваться в виде растворов, которые распыляются над поверхностью воды.

Согласно исследованиям, добавление аттрактантов в корм повышает его привлекательность, что значительно увеличивает скорость потребления пищи рыбой. В ряде экспериментов также было продемонстрировано, что аттрактанты могут оказывать влияние на поведение рыб, способствуя их лучшему ориентированию в пространстве и эффективному поиску пищи. Однако, не все виды аттрактантов проявляют одинаковую активность, и часто требуется проведение дополнительных исследований для оптимизации их дозировки [1,2,3,4].

Материалы и методы исследования. Нами проводился эксперимент по изучению эффективности использования аттрактанта «Лосось» DEL`AR на продуктивность гибрида русского и сибирского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii* × *Acipenser baerii*) при выращивании в аквариумной установке на базе научно-исследовательской лаборатории «Прогрессивные биотехнологии в аквакультуре» ФГБОУ ВО «Вавиловский университет».

Для опыта отобрали 40 особей гибрида русского и сибирского осетра средней массой около 272 г и разместили их по 10 штук в 4 аквариума объемом 250 литров каждый.

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

На основе предыдущих исследований был проведён анализ и разработка доз и способа введения аттрактанта в комбикорм [3,4].

Кормление рыбы проводилось 3 раза в день, в 9:00, в 13:00 и в 17:00 ч., полнорационными комбикормами с размером гранул 4 мм, в соответствии со схемой опыта (таблица 1).

Таблица 1 – (схема опыта)

Группа	Рацион
Контрольная	Полнорационный комбикорм (ПК)
1-опытная	ПК с аттрактантом «Лосось» DEL`AR из расчета 0,15 г на 1 кг комбикорма
2-опытная	ПК с аттрактантом «Лосось» DEL`AR из расчета 0,3 г на 1 кг комбикорма
3-опытная	ПК с аттрактантом «Лосось» DEL`AR из расчета 0,6 г на 1 кг комбикорма

Расчет суточной дачи корма производился по общепринятой методике, при этом учитывалась температура воды, содержания растворенного кислорода и масса рыбы. Норма кормления корректировалась каждые 10 дней в соответствии с контрольными взвешиваниями.

Результаты и обсуждение.

При выращивании гибрида русского и сибирского осетра в аквариумной установке с использованием аттрактанта «Лосось» DEL`AR температура в

аквариумах в период опыта поддерживается на оптимальном уровне для рыб + 20,0±1,0 °С, содержание растворенного кислорода в воде составляло 6,3-6,7 мг/л.

Установлено, что за весь опыт наибольший прирост средней массы был во 2-й опытной группе, получавшей дозировку 0,3 г на кг корма (таблица 2), что на 56,3 г больше по сравнению с контрольной группой.

Таблица 2 – Показатели роста и выживаемости

Показатель	Контрольная группа	1-опытная группа	2-опытная группа	3-опытная группа
Средняя масса начальная, г	274,0±1,38	272,0±0,91	272,0±0,91	274,0±1,38
Средняя масса конечная, г	517,7±2,69	525,5±2,34	581,8±2,5***	460,5±2,6
Абсолютный прирост, г	243,7	253,5	309,8	186,5
Относительный прирост, %	66,14	68,54	80,67	53,70
Выживаемость, %	100	100	100	100

*** $P \geq 0,999$

В 1-й опытной группе, дополнительно получавших 0,15 г на 1 кг корма, средняя масса особей с четвертого периода опыта в этой группе также превышала среднюю массу особей контрольной группы на 7,8 г.

Выживаемость гибрида русского и сибирского осетра на данный момент составляет 100%.

Результаты затрат кормов, энергии и сырого протеина на единицу прироста рыбы представлены в таблице 3.

Таблица 3- Затраты комбикорма, энергии и сырого протеина на 1 кг прироста

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3 опытная
Затраты кормов на 1 кг прироста, кг	1,44	1,39	1,27	1,80
Затраты энергии на 1 кг прироста, МДж	30,52	29,45	26,85	38,08
Затраты сырого протеина на 1 кг прироста, г	676,59	652,96	595,32	844,18

За период опыта затраты корма, энергии и сырого протеина на 1 килограмм прироста массы рыбы в 1-й и 2-й опытных группах были меньше таковых затрат в контрольной группе на 0,05 кг и 0,17 кг корма, 1,07 МДж и 3,67 МДж энергии,

23,63 г и 81,27 г сырого протеина, соответственно, однако, в 3-й опытной группе затраты корма, энергии и сырого протеина на единицу прироста были больше по сравнению с контрольной группой и составили: 38,08 МДж и 844,18 сырого протеина.

Заключение.

Использование в кормлении гибрида русского и сибирского осетра аттрактанта «Лосось» DEL`AR в количестве 0,3 г наиболее оптимально. При использовании дозировки аттрактанта 0,6 г на кг комбикорма в кормлении гибрида русского и сибирского осетра, происходит снижение показателей продуктивности по сравнению с контрольной, 1-й и 2-й опытными группами, получавшими, соответственно, 0,15 г и 0,3 г на 1 кг комбикорма. На основании чего можно предположить, что дальнейшее увеличение дозировок аттрактанта «Лосось» DEL`AR приведёт к более значительному снижению показателей продуктивности.

Список источников

1. Васильев И. Н. Использование биологически активных добавок и аттрактантов в кормах для рыб // Современные проблемы аквакультуры. – 2018. – Т. 10, № 2. – С. 60–65.
2. Грозеску, Ю. Н. Оценка эффективности применения вкусовых добавок к комбикормам / Ю. Н. Грозеску, Т. М. Попивненко // Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России: материалы докл. науч.-практ. конф. — Адлер, Краснодар, 2001. — С. 122–124.
3. Грозеску, Ю. Н. Использование вкусовых добавок в составе комбикормов для осетровых рыб / Ю. Н. Грозеску, А. А. Бахарева, Ю. В. Харламова, М. А. Митрофанова, Е. А. Шульга // Научные подходы к решению проблем производства продуктов питания: межвуз. сб. науч. тр. — Ростов-на-Дону, 2004. — С. 125–128.
4. Ковалев В. А. Влияние кормовых аттрактантов на поведение и пищевую активность рыб в условиях аквакультуры // Вестник рыбного хозяйства. – 2015. – № 3. – С. 45–49.

©Исаков А. Д., 2025

© Поддубная И. В., 2025

Актуальные вопросы охраны труда в аквакультуре

Ольга Валериевна Карпова

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

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные проблемы охраны труда в сфере аквакультуры, представляющей собой специфическую отрасль с комплексом особых производственных рисков.

Ключевые слова: актуальные проблемы охраны труда, аквакультура

Current issues of labor safety in aquaculture

Olga' V. Karpova

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov,
Saratov

Abstract. The article examines current issues of occupational safety in the field of aquaculture, which is a specific industry with a range of special production risks.

Keywords: current issues of labor safety, aquaculture

Аквакультура представляет собой важную отрасль рыбохозяйственной деятельности, связанную с выращиванием водных биоресурсов в контролируемых условиях. В современных условиях развитие аквакультуры требует системного подхода к организации охраны труда с учетом специфики производственных процессов и возникающих рисков.

Основные производственные риски

В аквакультурной деятельности работники сталкиваются со следующими основными производственными рисками:

- технологическими рисками, связанные с работой оборудования для контроля гидрологического режима, системами подачи корма и очистки воды,
- биологическими угрозами при контакте с патогенными микроорганизмами, паразитами и токсинами,
- физическими факторами такими как, повышенная влажность, перепады температур, воздействие воды,
- химическими опасностями при работе с кормами, ветеринарными препаратами и дезинфицирующими средствами,
- эргономическими нагрузками связанные с монотонным трудом, неудобными рабочими позами.

Устранение данных рисков и управление ими является важнейшим навыком для людей, работающих в отрасли аквакультуры. Это предполагает понимание потенциальных опасностей и уязвимостей, характерных для объектов аквакультуры, и реализацию стратегий по их смягчению или устранению. В условиях постоянно меняющегося состава рабочей силы способность выявлять риски на объектах аквакультуры имеет важное значение для обеспечения устойчивости и успеха данной отрасли.

Безопасность работников, занятых в аквакультуре, продолжает вызывать озабоченность, несмотря на предпринимаемые усилия органов управления и других ответственных структур, количество несчастных случаев остается высоким.

Нормативно-правовая база

Основные требования к охране труда в аквакультуре регламентируются:

- Общими правилами охраны труда в рыбохозяйственной отрасли [3].
- Санитарными нормами [4].
- Правилами биологической безопасности [5].

Современные подходы к обеспечению безопасности

Комплексная система охраны труда включает:

- регулярное обучение персонала,
- обеспечение средствами индивидуальной защиты.
- контроль состояния оборудования,
- мониторинг условий труд,
- профилактику профессиональных заболеваний.

Специфические требования безопасности

Особые условия работы в аквакультуре требуют:

- строгого соблюдения правил работы с водными биоресурсами,
- специальная подготовка при работе с кормами и ветеринарными препаратами,
- регулярной дезинфекции рабочих зон,
- контроля качества воды и воздуха,
- защиты от патогенных микроорганизмов.

Эффективная организация охраны труда предполагает:

- автоматизацию опасных производственных процессов,
- внедрение современных систем контроля,
- регулярный медосмотр работников,
- своевременную оценку профессиональных рисков,
- создание комфортных условий труда.

Ключевым фактором эффективности становится непрерывное развитие профессиональных компетенций сотрудников в области охраны труда, а также перманентная оптимизация производственных процедур с акцентом на проактивное управление потенциальными рисками.

Заключение. Безусловное выполнение всех предписаний и стандартов в сфере охраны труда является фундаментальным условием для создания надёжного защитного барьера, который гарантирует не только безопасные

условия трудовой деятельности, но и способствует поддержанию здоровья специалистов данной отрасли на должном уровне.

Список источников

1. Аквакультура: мировой и российский рынок / А.В. Алпатов, А.И. Богачев, К.В. Колончин, А.Н. Ставцев // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2020. № 11(68). С. 131–139.
2. Анализ состояния и перспективные направления развития аквакультуры: науч. аналит. обзор. М. : ФГБНУ «Росинформагро тех», 2019. 88 с.
3. Приказ Минтруда России от 04.12.2020 N 858н (ред. от 29.04.2025) «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).https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_370926/
4. Приказ от 23 декабря 2020 года N 782 «Об утверждении Ветеринарных правил содержания рыб и иных водных животных в искусственно созданной среде обитания в целях их разведения, выращивания, реализации и акклиматизации».
5. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 24 ноября 2021 г. № 793 «Об утверждении Ветеринарных правил назначения и проведения ветеринарно-санитарной экспертизы рыбы, водных беспозвоночных и рыбной продукции из них, предназначенных для переработки и реализации».
6. 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».
7. Сысоенко М.В. Аквакультура в России: состояние и проблемы развития / М.В. Сысоенко, Э.Э. Керимова // Евразийское научное объединение. 2019. № 5-3(51). С. 155–157.

©Карпова О.В., 2025

Особенности действия ультрадисперсных частиц серебра на организм карпа

Юлия Владимировна Килякова, Елена Петровна Мирошникова, Азамат Ерсайнович Аринжанов, Марина Сергеевна Мингазова, Полина Сергеевна Литвинова

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

Аннотация. В статье представлены результаты биологического действия ультрадисперсных частиц серебра на организм карпа. УДЧ серебра в дозировке 0,1 ppm в качестве кормовой добавки в рационе карпа показали отрицательные результаты: патологические изменения в организме, угнетение роста.

Ключевые слова: Кормовые добавки, кормление, ультрадисперсные частицы серебра, показатели крови, прирост, патологические изменения, карп.

The effects of ultrafine silver particles on the carp organism

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

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

Abstract. This article presents the results of the biological effects of ultrafine silver particles on carp. UF silver at a dosage of 0.1 ppm as a feed additive in carp diets showed negative results, including pathological changes in the body and growth inhibition.

Keywords: Feed additives, feeding, ultrafine silver particles, blood parameters, growth, pathological changes, carp.

Введение. Аквакультура во всем мире считается одной из важнейших отраслей производства продуктов питания, как с точки зрения экономической эффективности, так и с точки зрения продовольственной безопасности. Новейшие технологии аквакультуры могут способствовать повышению доступности и безопасности гидробионтов [8].

Для снижения воздействия стресс-факторов и повышения продуктивности гидробионтов в рыбоводстве активно используются кормовые добавки. В качестве кормовых добавок нашли применение антибиотики, про- и пребиотики, фитобиотики, ферментативные препараты, препараты-ингибиторы кворума сенсинга бактерий, ультрадисперсные частицы металлов [6, 9]. Благодаря своему

небольшому размеру и высокому соотношению площади поверхности к заряду наночастицы металлов обладают высокой химической активностью и биодоступностью, улучшенными характеристиками, способны вступать в реакции с другими веществами без использования дополнительной энергии [10, 13]. Кроме того, сокращение количества минералов, добавляемых в рацион гидробионтов, позволяет снизить себестоимость корма [12].

В последнее время наночастицы серебра вызывают большой интерес в аквакультуре. Они известны своими антибактериальными, противогрибковыми, противовирусными, противопаразитарными, антиоксидантными свойствами. Наночастицы серебра представляют собой альтернативу антибиотикам, способствуют укреплению здоровья и росту [1, 10]. Но следует помнить, что малый размер наночастиц может влиять на их токсичность, вызывая патологические изменения в клетках и тканях организмов [9, 13]. Поэтому необходимо проводить дальнейшие исследования для оценки безопасности и выявления допустимых дозировок при использовании наночастиц серебра в качестве кормовой добавки в рационах гидробионтов.

Цель исследования - оценить влияние ультрадисперсных частиц серебра на рост и показатели крови карпа.

Материалы и методы. Схема исследования представлена на рисунке 1. Длительность подготовительного периода составила 7 суток, длительность учетного периода – 56 суток. В качестве основного рациона использовался комбикорм «КРК-110» (Россия, г. Оренбург). Норма корма в сутки составляла 5 % от массы тела [7].

В качестве кормовой добавки использовались ультрадисперсные частицы серебра, представляющие собой углеродную матрицу с наночастицами серебра (наноккомпозит Ag-C (40-60 нм)). Наноккомпозит получен плазменно-дуговой технологией синтеза на углеродной матрице в Институте Теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения РАН.

Для контроля роста сеголеток карпа в ходе исследования еженедельно определялась масса тела. Оценка состояния здоровья молоди карпа проводилась по общепринятым в ихтиопатологии методикам [4] в периоды взвешивания (клинический осмотр еженедельно), в последний день исследования – патологоанатомическое вскрытие. Гематологические исследования осуществлялись по общепринятым методикам [2] в Испытательном центре ЦКП ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН. Обработка результатов исследований проводилась с помощью программы Microsoft Excel. Уровень различий оценивали с помощью критерия достоверности Стьюдента.

Результаты и обсуждение. Масса рыбы, а также прирост за период выращивания – одни из значимых показателей во время поиска оптимальных дозировок безопасных кормовых добавок [10]. Анализируя данные по динамике роста сеголеток карпа установлено, что добавление наноккомпозита серебра имело негативное влияние на ростовые показатели. С первой недели исследования рыбы опытной группы заметно отставали от контрольной. Такая динамика сохранялась на протяжении всех восьми недель. К концу исследования

опытная группа, получавшая нанокompозит Ag-C в дозировке 0,1 ppm, отставала в росте от контрольной группы на 48,9 %.

Динамика прироста живой массы карпа в ходе исследования представлена на рисунке 2.

База: кафедра биотехнологии животного сырья и аквакультуры ФГБОУ ВО "Оренбургский государственный университет"



Объект исследования: карп (*Cyprinus carpio*)
навеской $25,0 \pm 0,2$ г



Рисунок 1 – Схема исследования

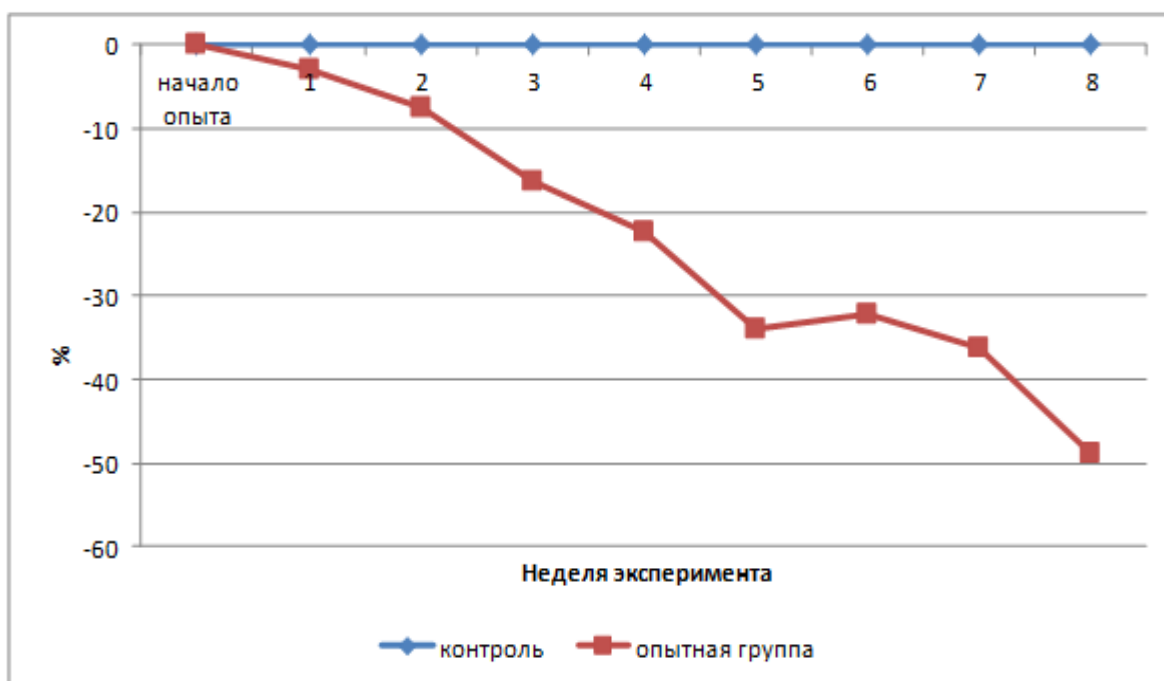


Рисунок 2 – Динамика прироста живой массы карпа с нанокompозитом Ag-C по сравнению с контролем, %

Безопасность кормовой добавки, как для самих гидробионтов, так и для потребителей (человека) может быть оценена по основным гематологическим

показателям как наиболее чувствительным к разнообразным воздействиям. Морфологические показатели крови карпа представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Морфологические показатели крови карпа

Показатели	Группа	
	Контроль	Опытная
Лейкоциты, $10^9/\text{л}$	$108,5 \pm 5,22$	$89 \pm 4,6 *$
Эритроциты, $10^{12}/\text{л}$	$0,57 \pm 0,11$	$0,88 \pm 0,07*$
Гематокрит, %	$7,63 \pm 0,7$	$18,2 \pm 2,05^{**}$
Гемоглобин, г/л	$116,7 \pm 11,06$	$142 \pm 9,0$
Тромбоциты, $10^9/\text{л}$	$12,03 \pm 1,35$	$25,43 \pm 2,69^{**}$

Примечание: * - $P \leq 0,05$; ** - $P \leq 0,01$

Разница между морфологическими показателями крови карпа опытной и контрольной групп была весьма значительной. Так, количество лейкоцитов в опытной группе снизилось на 18 % ($P \leq 0,05$) по отношению к контролю, что скорее всего связано с антибактериальными свойствами серебра [3, 6]. Количество клеток красной крови превысило в опытной группе контроль на 54,4 % ($P \leq 0,05$). Показатели гемоглобина и гематокрита имели такую же тенденцию – повышение на 21,7 % и 138,5 % ($P \leq 0,01$) соответственно. Ультрадисперсные частицы серебра оказали токсическое воздействие на организм карпа. Следствием такого воздействия явилась стрессовая реакция, при которой происходило повышение количества эритроцитов, гематокрита и гемоглобина [8, 12]. Количество тромбоцитов в опытной группе превышало контроль на 111,4 % ($P \leq 0,01$). При активизации иммунной защиты организма наблюдается увеличение количества тромбоцитов, что особенно важно при воздействии стресс-факторов [5, 11].

Под влиянием УДЧ серебра наблюдались патологические изменения в организме карпа (рисунок 3). Помимо общего истощения организма опытных рыб происходило увеличение слизиотделения. В районе грудных и брюшных плавников были заметны геморрагии. При патологоанатомическом вскрытии обнаружены изменения окраски и консистенции печени, селезенки, почек (бледные, рыхлые, с точечными кровоизлияниями), жабры мраморной окраски, стенки кишечника истончены, с заметными кровоизлияниями по всей длине (рисунок 3). В экспериментальной группе наблюдалось локальное отслоение эпителия в верхней части кишечных складок. В основании складок кишечника заметна инфильтрация. Отклонений в поведении, анорексии у опытных рыб не наблюдалось. Выживаемость в контрольной и опытной группах в ходе исследования была 100 %.

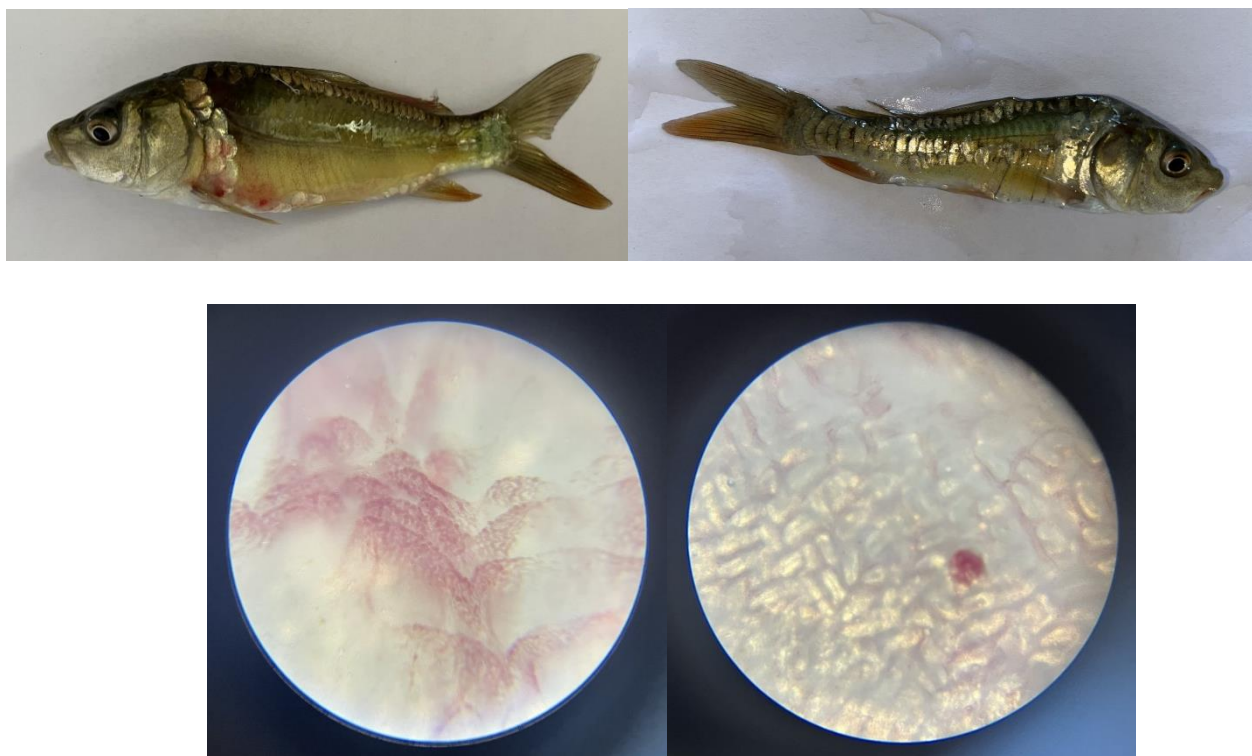


Рисунок 3 – Патологические изменения в организме карпа (внешний вид, стенки кишечника)

Заключение. УДЧ серебра в дозировке 0,1 ppm в качестве кормовой добавки в рационе карпа в нашем исследовании показали отрицательные результаты: патологические изменения в организме, угнетение роста. Оказывая антимикробное воздействие, Ag-S вызвал сильный токсический эффект. Для возможности использования серебра в форме нанокompозита в рационах гидробионтов исследования необходимо продолжать, чтобы выяснить оптимальные дозировки и механизмы действия на организм.

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

Список источников

1. Ажмулдинов, Е.А. Использование наночастиц серебра в кормлении животных и птицы // Е.А. Ажмулдинов, М.А. Кизаев, М.Г. Титов, И.А. Бабичева Вестник Пермского института ФСИН России. - 2019. - № 3 (34). - С. 73-78.
2. 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.
3. Басонов, О.А. Сравнительная характеристика гематологических показателей осетровых разных генотипов, выращенных в условиях замкнутого водоснабжения / О.А. Басонов, А.В. Судакова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2022. - № 4 (96). - С. 330-334.

4. Головина, Н.А. Ветеринарно-санитарная экспертиза гидробионтов. Лабораторный практикум / Н.А. Головина. - М.: Моркнига, 2010. – 198 с.
5. Килякова, Ю.В. Влияние нанокompозита Ag-C на рост и показатели крови карпа / Ю. В. Килякова, Е. П. Мирошникова, А. Е. Аринжанов, М. С. Мингазова // Международный вестник ветеринарии, 2025. - № 1. - С. 186-194.
6. Крылова, Т.Г. Влияние комбинированного стресса на гематологические показатели карпа (*Cyprinus carpio*) / Т.Г. Крылова, Д.И. Сафронов, Г.С. Крылов, П.В. Докучаев // Ученые записки учреждения образования УО ВГАВМ. – 2021. – Т.57. - №4. – С. 78-82.
7. Мирошникова, Е.П. Практикум по кормлению рыб / Е.П. Мирошникова, М.В. Клычкова, А.Е. Аринжанов. - М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург: ОГУ. - 2016. – 127 с.
8. Hasan, A.M. Response and recovery of Nile tilapia exposed to diesel oil - Behavioral, hemato-biochemical and morphological changes of erythrocytes / A.M. Hasan, S.R. Ferdous, S.M. Islam, M. Haghiri, M. Shahjahan // Toxicol Rep. – 2022. - Mar 29;9:549-555. DOI:10.1016/j.toxrep.2022.03.039.
9. Khursheed, S. Biogenic silver nanoparticles: Synthesis, applications and challenges in food sector with special emphasis on aquaculture / S. Khursheed et al. // Food Chem X. – 2023. - Dec 7;20:101051. DOI: 10.1016/j.fochx.2023.101051.
10. Michalak, I. The effect of metal-containing nanoparticles on the health, performance and production livestock animals and poultry / I. Michalak et al. // Vet Q. – 2022. - Dec;42(1):68-94. DOI: 10.1080/01652176.2022.2073399.
11. Mohammad, A. Impact of polyvinyl chloride microplastic and paraquat herbicide on the blood cells, biochemical parameters, liver enzymes and morphological changes of aqueduct fish / A. Mohammad, H. S. Mohammad, K.Javad // Chemosphere. - 2024. - Aug;362:142643. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2024.142643.
12. Nabi, N. Hematological and serum biochemical reference intervals of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* cultured in Himalayan aquaculture: Morphology, morphometrics and quantification of peripheral blood cells / N. Nabi, I. Ahmed, G.B. Wani // Saudi J Biol Sci. – 2022. - Apr;29(4):2942-2957. DOI: 10.1016/j.sjbs.2022.01.019.
13. Sharma, N. Behavioural changes, DNA damage and histological alterations in *Labeo rohita* fingerlings in response to organic-coated silver nanoparticles / N. Sharma et al. // Environ Sci Pollut Res Int. – 2024. - Jul;31(35):47789-47800. DOI:10.1007/s11356-024-34360-0.

© Килякова Ю.В., 2025

© Мирошникова Е.П., 2025

© Аринжанов А.Е., 2025

© Мингазова М.С., 2025

© Литвинова П.С., 2025

О сроках выпуска водных биоресурсов в целях искусственного воспроизводства в водные объекты рыбохозяйственного значения

Владимир Валентинович Кияшко¹, Алёна Сергеевна Пудовкина^{1,2}, Вячеслав Сергеевич Кретов^{2,3}, Максим Николаевич Горохов¹, Елена Анатольевна Зотова¹, Ирина Васильевна Поддубная²

¹Саратовский филиал Государственный научный центр Российской Федерации Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»,

г. Саратов

²Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,

г. Саратов

³АО «Саратовский рыбопитомник растительноядных рыб» (ИП Кретов В.С.), село Малоперекопное, Балаковский район, Саратовская область

Аннотация. Мероприятия по устранению последствий негативного воздействия на состояние водных биоресурсов и среду их обитания, направленные на восстановление их нарушаемого состояния, осуществляются посредством искусственного воспроизводства водных биоресурсов.

Настоящая статья посвящена определению сроков выпуска искусственно воспроизведённой молоди водных биоресурсов в водный объект рыбохозяйственного значения. Выпуск в рекомендуемые сроки позволит обеспечить наибольшую выживаемость молоди водных биоресурсов.

Ключевые слова: Искусственное воспроизводство, средняя масса, температура воды.

On the timing of release of aquatic bioresources for artificial reproduction in water bodies of fishery importance

Vladimir' V. Kiyashko¹, Alyona' S. Pudovkina^{1,2}, Vyacheslav' S Kretov^{2,3}, Maksim N. Gorokhov¹, Elena A. Zotova¹, Irina' V. Poddubnaya²

¹Saratov branch Russian Federal «Research Institute of Fisheries and Oceanography»,

Saratov

²Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov,

Saratov

³Saratov fish nursery of herbivorous fish (IP Kretov V.S), Maloperekopnoye village, Balakovsky district, Saratov region

Abstract. Measures to eliminate the consequences of negative impact on the state of aquatic biological resources and their habitat, aimed at restoring their disturbed state, are carried out through the artificial reproduction of aquatic biological resources.

This article is devoted to determining the timing of releasing artificially reproduced juveniles of aquatic bioresources into a water body of fishery importance. Releasing them at the recommended time will ensure the highest survival rate of juvenile aquatic bioresources.

Keywords: Artificial reproduction, average weight, and water temperature.

Строительство, реконструкция и эксплуатация предприятий и сооружений хозяйственного значения в большинстве случаев негативно влияют на водные биоресурсы и среду их обитания [2]. Мероприятия по устранению последствий негативного воздействия на состояние водных биоресурсов и среду их обитания, направленные на восстановление их нарушаемого состояния, осуществляются посредством искусственного воспроизводства водных биоресурсов. Результатом выполнения мероприятий по воспроизводству водных биоресурсов в целях компенсации ущерба является выпуск юридическим лицом (индивидуальным предпринимателем) искусственно воспроизведённой молоди рыб водных биоресурсов в водный объект рыбохозяйственного значения.

Рекомендованные для выпуска в водные объекты виды водных биоресурсов, средняя навеска воспроизводимой молоди рыб и предельно допустимый объём выпуска рассматриваются научными организациями, входящими в структуру Росрыболовства, и вносятся в ежегодные планы проведения мероприятий по искусственному воспроизводству водных биоресурсов рыбохозяйственных бассейнов.

Компенсационный выпуск искусственно выращенной молоди рыб в зоне ответственности Саратовского филиала ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («СаратовНИРО») рекомендован в Волгоградское (в границах Саратовской и Волгоградской областей), Саратовское (Самарская, Ульяновская и Самарская области), Кутулюкское (Самарская область) и Сорочинское (Оренбургская область) водохранилища [8].

Целью искусственного воспроизводства водных биоресурсов является восстановление, сохранение и пополнение запасов ценных видов водных биоресурсов в водных объектах рыбохозяйственного значения путем выпуска молоди рыб навеской, физиологически обоснованной для преодоления неблагоприятных условий среды. Вопрос о сроках выпуска водных биоресурсов в целях искусственного воспроизводства в водные объекты должен рассматриваться с точки зрения биологических закономерностей роста и развития водных биоресурсов, сроков биологического лета (физиологической активности рыб и состояния кормовой базы), региональных климатических условий.

Оптимальный срок выпуска молоди рыб в естественный водоём с физиологических позиций представляет собой период онтогенеза, характеризующийся относительной устойчивостью организма к различным

повреждающим факторам внешней среды, обеспечивающий ее высокую выживаемость в естественных условиях.

Поэтому важно при осуществлении выпуска искусственно выращенной молоди рыб контролировать не только среднюю массу выпускаемой рыбы, но и температуру воды.

Согласно Рекомендациям ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» по искусственному воспроизводству водных биологических ресурсов Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна на 2026-2028 гг. в водные объекты рыбохозяйственного значения Волгоградской, Оренбургской, Пензенской, Самарской, Саратовской и Ульяновской областей средняя масса выпускаемой молоди карповых видов рыб составляет: сазан – 20 грамм, толстолобики, белый амур – 25 грамм; средняя масса выпускаемой молоди стерляди 1,5 – 3,0 грамма.

Данные навески для карповых видов рыб физиологически обоснованы для преодоления молодью рыб неблагоприятных условий среды в зимний период [5,7], но в тоже время межвидовые взаимоотношения (хищничество) причиняют существенный урон выпускаемой молоди при температурах ниже значений 8–10°C физиологической активности хищников [6]. Как правило, в водных объектах указанных регионов понижение температуры воды до указанного порога происходит в конце октября – начале ноября месяца. Следовательно, выпуск молоди сазана, толстолобиков и белого амура должен осуществляться не позднее I декады ноября.

Изучение возрастной динамики устойчивости заводской молоди осетровых к экстремальным значениям экологически важных факторов, таких как высокая температура, высокая соленость, дефицит кислорода, длительное и краткосрочное голодание, показало, что оптимальный уровень этой устойчивости у всех исследованных видов наступает в период с 35-го по 45-й день с момента выклева, несколько различаясь у отдельных видов [4].

Рекомендованной средней массы в 1,5-3,0 грамма молодь стерляди, выпускаемая в Саратовское и Волгоградское водохранилища рыбоводным заводом «ПРВЗ – 01Э» и прудовыми рыбоводными хозяйствами, как и в естественных условиях, достигает за 35-45 дней. По данным В.И. Шилова [9], сеголетки стерляди естественной популяции в средней зоне реки Волги достигали массы 20 грамм, что обеспечивало им благоприятную зимовку в 6-7 месячный зимний период голодания. Нерестовые температуры воды для стерляди в водных объектах наступают как правило во II-III декаде мая. С учётом времени достижения стандартных навесок, в разных рыбоводных хозяйствах, оптимальный срок выпуска молоди стерляди – последняя декада июля, и выпуск должен осуществляться не позднее I декады августа. В оставшееся время вегетационного периода стерлядь сможет адаптироваться к новым условиям и до зимовки набрать необходимую массу.

Что касается сроков выпуска личинки щуки, нерест осуществляется после распада льда на подъёме температуры воды. Молодь в первые месяцы жизни питается зоопланктоном, а по достижении длины 4 см переходит на питание молодью рыб, преимущественно карповых и окуневых [1]. Следовательно,

триггером выпуска личинки щуки будет наличие в водных объектах достаточной биомассы зоопланктона, массовое развитие которого снижается к III декаде сентября [3]. Следовательно, выпуск личинки щуки должен осуществляться не позднее III декады сентября.

Таким образом, выпуск молоди сазана, толстолобиков и белого амура должен осуществляться не позднее I декады ноября; выпуск молоди стерляди – не позднее I декады августа; выпуск личинки щуки – не позднее III декады сентября.

Выпуск в рекомендуемые оптимальные сроки позволит обеспечить наибольшую выживаемость искусственно воспроизведённой молоди водных биоресурсов. Осуществление мероприятий по искусственному воспроизводству в более поздний период снижает данный показатель.

Изменение сроков выпуска возможно при аномально жарком и/или продолжительном летнем периоде, с учётом текущего состояния ихтиофауны водохранилищ и развития кормовой базы.

Список источников

1. Атлас пресноводных рыб России. – М.: Наука, Т. I., 2002 – С. 379.
 2. Белоусов А. Компенсации ущерба как биобаланс рыбного хозяйства // Журнал рыбное хозяйство. 2011. № 1. - С. 34-35.
 3. Волга и её жизнь. – Л.: «Наука», 1978 – С. 348.
 4. Лукьяненко В.И., Касимов Р.Ю., Кокоза А.А. Возрастно-весовой стандарт заводской молоди каспийских осетровых. – Волгоград: Волгоградская правда, 1984 – С. 229.
 5. Отчет по теме: «Рекомендации по вселению ценных видов рыб в водоёмы зоны ответственности Саратовского отделения ФГБНУ ГосНИОРХ (Волгоградское и Саратовское водохранилища)» – Саратов, Фонды «СаратовНИРО». 2008 – С. 83.
 6. Привезенцев Ю. А. Власов В.А. Рыбоводство. – М.: Мир, 2004 – С. 456.
 7. Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству. – М.: «Агропромиздат». 1986. Т. 1 – С. 260.
 8. Сони́на Е.Э., Зотова Е.А., Макаров С.Н., Пудовкина А.С., Гузеева Л.В. Роль компенсационных мероприятий в повышении рыбопродуктивности водных объектов Нижнего Поволжья // Актуальные проблемы освоения водных биологических ресурсов Российской Федерации: материалы всероссийской конференции ученых и специалистов, посвященной 160-летию Н.М. Книповича. Мурманск, 27–28 октября 2022 года / Полярный филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения "Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии". Мурманск, 2023. – С. 551-556.
- Шилов В.И. О рассах, росте, созревании и повторности нереста стерляди Волгоградского водохранилища. // Тр. Саратовского отд. ГосНИОРХ «Осетровые в Волгоградском и Саратовском водохранилищах» – Саратов, Т. 11, 1971 – С. 112-153.

©Кияшко В. В., 2025
©Пудовкина А. С., 2025
©Кретов В. С., 2025
©Горохов М. Н., 2025,
©Зотова Е. А., 2025
©Поддубная И. В., 2025

**Влияние липидного состава комбикормов на метаболизм объектов
аквакультуры**

Кристина Викторовна Колояниди¹, Анна Александровна Бахарева², Юлия Николаевна Грозеску¹

¹Астраханский государственный технический университет,
г. Астрахань

²Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского,
г. Москва

Аннотация. В статье предоставлен материал по липидным составляющим кормов для аквакультуры и их влиянию на метаболизм.

Ключевые слова: аквакультура, комбикорма, ЭПК, ДГК, рыбий жир, липиды

**The impact of the lipid profile of aquafeeds on the tissue fatty acid
composition of cultured species**

Kristina' V. Koloyanidi¹, Anna' A. Bahareva², Julia' N. Grozesku¹

¹Astrakhan State Technical University,
Astrakhan

²K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management,
Moscow

Abstract. The article provides information on the lipid components of aquaculture feeds and their impact on metabolism.

Keywords: Aquaculture, compound feeds, EPA, DHA, fish oil, lipids

Одной из основных статей затрат в товарной аквакультуре являются расходы на закупку комбинированных кормов. От их качества и сбалансированности зависит эффективность работы предприятия и конкурентоспособность продукции рыбоводства.

В условиях интенсивного развития аквакультуры, в результате беспрецедентных мер поддержки на федеральном и региональном уровнях численность рыбоводных хозяйств увеличилась, что привело к повышению потребности в кормах и развитию комбикормовых производств. В 2024 году производством комбикормов для объектов аквакультуры занимается около 25 предприятий кормопроизводства. В 2025 году ОАО «Мелькомбинат» анонсировано открытие крупнейшего в России завода по производству 100 тыс. тонн комбикормов в год. Основной продукцией этих предприятий являются комбикорма для осетровых и лососевых рыб.

Комбикорма для аквакультуры лососевых рыб должны отвечать высокой потребности видов в основных элементах питания и, главным образом, в белке и

жире, что заставляет производителей более ответственно относиться к выбору сырья и контролю его качества на всех этапах производства кормов: от доставки до конечного продукта.

В настоящее время, высокий спрос на рыбную муку и рыбий жир, а также снижение объемов их производства стимулируют исследования по поиску альтернативных источников белка и жира. Достаточно часто в качестве замены используют сырье растительного происхождения – различные растительные масла, глютен, белковые концентраты и прочие продукты переработки сельскохозяйственных культур.

Современные промышленные стартовые и продукционные комбикорма способны полностью удовлетворить потребность рыб в питательных и биологически-активных веществах на разных этапах развития. Их отсутствие или недостаток приводит к нарушению метаболизма, снижению темпа роста, нарушению формирования органов и тканей, ухудшению качества рыбной продукции.

Одним из наиболее важных компонентов метаболизма рыб являются липиды. Они играют важную роль в пластическом и энергетическом обменах, служат предшественниками стероидных гормонов, эйкозаноидов, а также выполняют ряд других функций. Весьма ценным источником незаменимых жирных кислот в составе кормов для объектов аквакультуры является рыбий жир, который характеризуется высокой переваримостью и наличием незаменимых полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК). Длинноцепочечные ПНЖК семейства омега-3, такие как эйкозапентаеновая (20:5n3, ЭПК) и докозагексаеновая (22:6n3, ДГК), являются важнейшими элементами питания холодолюбивых рыб, т. к. способствуют их адаптации к условиям низкой температуры за счет обеспечения текучести клеточных мембран и нормального функционирования клеток [1]. Такая особенность клеточного обмена веществ в организме рыб предусматривает наличие в составе кормов жиров, насыщенных омега-3 жирными кислотами. Однако, в составе растительных масел, которые применяются в кормах для рыб, преимущественно содержатся омега-6 жирные кислоты.

В литературе имеется большое количество научных публикаций, которые обосновывают необходимость корректировки кормов для рыб по жирнокислотному составу [2]. Изучено влияние полиненасыщенных жирных кислот на физиологические показатели и течение обменных процессов в различные периоды жизни лососевых, осетровых и карповых видов рыб [4]. Установлена роль отдельных жирных кислот в процессе адаптации рыб к воздействию внешних факторов. Так, например, воздействие пониженной температуры способствует повышению уровня ненасыщенности фосфолипидов мембран, в то время как влияние повышенной температуры приводит к увеличению насыщенности липидов. Загрязнение среды, бактериальные, грибковые и вирусные инфекции и паразитарные инвазии также изменяют метаболизм в тканях рыб, в частности, повышают уровень свободных радикалов и инициируют тем самым окислительную модификацию макромолекул и

оксидативный стресс. ПНЖК в составе мембранных липидов являются одной из мишеней оксидативных процессов, их дефицит, в конечном счете, может отразиться на физиологическом состоянии рыб и качественном составе получаемой из нее продукции [3].

В последнее время всё более остро встаёт вопрос о сокращении использования рыбьего жира в качестве компонента комбикормов для объектов аквакультуры. Рост производства продукции рыбоводства и, соответственно, комбикормов для них приводит к тому, что аквакультура оказывается не производителем, а потребителем ЭПК и ДГК [5]. Кроме того, рыбий жир на сегодняшний день весьма дорогой и ограниченный в производстве ресурс. Поэтому поиск альтернативных источников липидов для комбикормов является актуальной задачей.

В качестве возможных источников липидов для комбикормов рассматриваются различные растительные масла (подсолнечное, льняное, соевое, рапсовое, оливковое, пальмовое, хлопковое, горчичное), содержащие большую долю жирных кислот семейства омега3 и омега6. Некоторые из них особенно богаты альфа-линоленовой кислотой (18:3n3), которая может быть использована рыбами для собственного синтеза ЭПК и ДГК с помощью ферментов элонгаз и десатураз. Наличие этих ферментов в большей степени присуще рыбам низкого трофического уровня, в меньшей — хищным видам рыб. Поэтому зачастую замена рыбьего жира альтернативными источниками липидов снижает содержание ЭПК и ДГК в корме и выращиваемой рыбе. В этой связи для различных видов рыб актуальным является подбор состава липидных компонентов корма, который в необходимой степени мог бы обеспечить процессы элонгации жирных кислот в ходе метаболизма ЭПК и ДГК, на фоне сохранения высокой скорости роста и выживаемости.

Список источников

1. Гладышев М.И. Наземные источники полиненасыщенных жирных кислот для аквакультуры // Вопросы ихтиологии. 2021. Т.61. № 4. С. 471–485.
2. Соколов А.В., Дворянинова О.П. Оценка эффективности продукционного корма для радужной форели // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК — продукты здорового питания. 2019. № 3. С. 53–62.
3. Фокина, Н.Н., Лысенко, Л.А., Руоколайнен, Т.Р., Суховская, И.В., Канцерова, Н.П., Немова, Н.Н. Зависимость содержания липидов и ненасыщенных жирных кислот в скелетных мышцах радужной форели от условий выращивания и физиологического состояния рыб // Прикладная биохимия и микробиология. 2020. № 56(3), С. 305-312.
4. Gesto M., Madsen L., Andersen N.R., Kertaoui N.E., Kestemont P., Jokumsen A., Lund I. Early performance, stress- and disease-sensitivity in rainbow trout fry (*Oncorhynchus mykiss*) after total dietary replacement of fish oil with rapeseed oil. Effects of EPA and DHA supplementation // Aquaculture. 2021. V. 536. P. 336-446.

5. Tocher D.R., Betancor M.B., Sprague M., Olsen R.E., Napier J.A. Omega3 long-chain polyunsaturated fatty acids, EPA and DHA: bridging the gap between supply and demand // Nutrients. 2019. V. 11. P. 89.

© Колояниди К. В., 2025

© Бахарева А. А., 2025

© Грозеску Ю. Н., 2025

Влияние кормовых добавок на элементный профиль карпа

Марина Сергеевна Мингазова, Елена Петровна Мирошникова, Юлия Владимировна Килякова, Азамат Ерсайнович Аринжанов

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

Аннотация. В статье представлены результаты влияния кормовых добавок – ванилина и пробиотика – на элементный профиль мышечной ткани карпа. Выявлено, что оба препарата, в том числе при совместном использовании, не оказывали отрицательного действия на организм. Наилучшие результаты были получены при использовании ванилина в дозе 25 мг/кг корма, который способствовал увеличению ряда жизненно необходимых микроэлементов, при снижении токсических.

Ключевые слова: Кормовые добавки, ванилин, пробиотик, кормление, карп, аквакультура, элементный профиль.

The effect of feed additives on the elemental profile of carp

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

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

Abstract. The article presents the results of the effect of feed additives, vanillin and probiotic, on the elemental profile of carp muscle tissue. It was revealed that both drugs, including when used together, did not have a negative effect on the body. The best results were obtained when using vanillin at a dose of 25 mg/kg of feed, which contributed to an increase in a number of trace elements, while reducing toxic ones.

Keywords: Feed additives, vanillin, probiotic, feeding, carp, aquaculture, elemental profile.

Введение. Применение различных кормовых добавок в рационе рыб может повысить эффективность кормления, выживаемость и уменьшить число заболеваний [4]. Самые популярные и хорошо проверенные препараты – пробиотики, действие которых направлено на улучшение микрофлоры кишечника и повышении иммунитета организма.

Цель исследования – изучить действие ванилина, пробиотической добавки, ультрадисперсных частиц (УДЧ) диоксида кремния и их комплексов на прирост живой массы карпа.

Материалы и методы. Исследования выполнены на базе Оренбургского государственного университета на модели карпа (97 ± 2 г, $n=9$). Учетный период – 42 суток. Кормление осуществляли 4 раза в сутки через равные промежутки времени в светлое время, норма кормления – 2–5 % от массы тела. В течение эксперимента контроль потреблял основной рацион (ОР), а опытные группы кормовые добавки согласно рисунку 1.

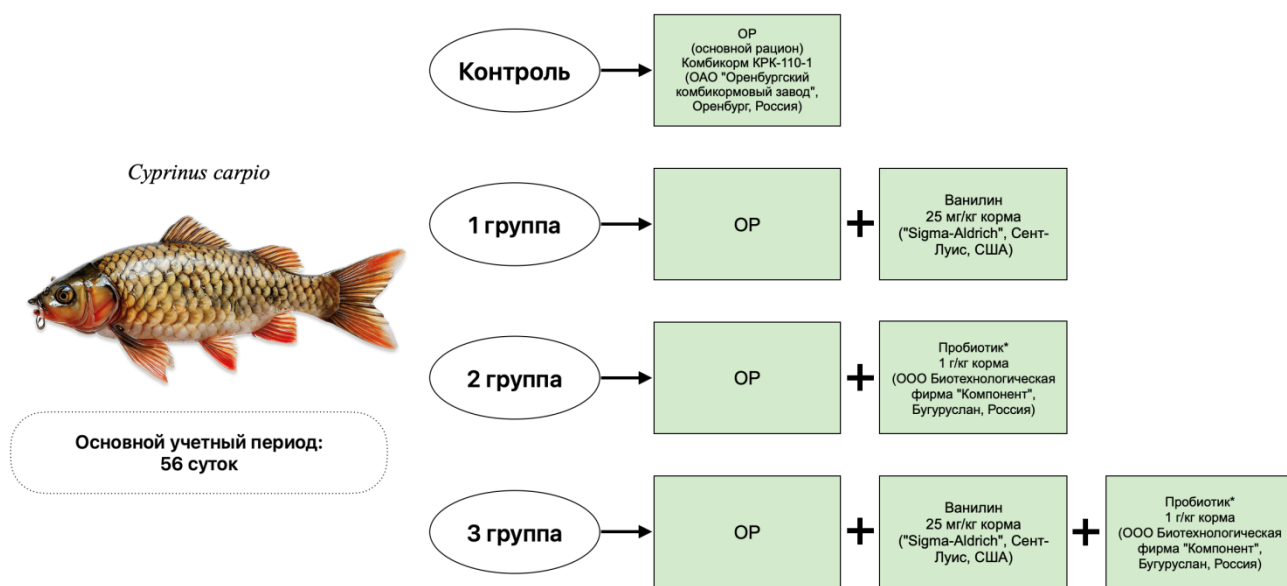


Рисунок 1 – Схема эксперимента

В основе пробиотика были штаммы *Enterococcus faecium* (2×10^{10} КОЕ), *Lactobacillus plantarum* (1×10^5 КОЕ), *Lactobacillus buchneri* (1×10^5 КОЕ), *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *Shermanii* (2×10^8 КОЕ), *Bifidobacterium bifidum* (1×10^9 КОЕ).

В исследованиях оценивали концентрацию химических элементов в мышечной ткани карпа. Для этого её отбирали при помощи стерильных инструментов после убоя, впоследствии передали в замороженном виде в АНО «Центр биотической медицины» (г. Москва).

Опытные группы сравнивались с контрольной группой с помощью пакета программ «Microsoft Office» («Microsoft», США) и программы «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты и обсуждение. Исследование элементного статуса позволяет оценить физиологическое состояния организма рыбы в связи с влиянием на концентрацию химических элементов различных факторов, в том числе от физиологического состояния организма, окружающей среды, кормления [3]. Изменение элементного статуса может оказать влияние на состояние рыб и отразиться на конечной продукции. Нами выявлено, что кормление карпа ванилином и пробиотиком, в том числе совместно, привело к изменению в химическом составе мышечной ткани.

При использовании ванилина в рационе карпа (рисунок 2) отмечено повышение некоторых макроэлементов – кальция и натрия – на 47 % ($P \leq 0,05$) и 15 % ($P \leq 0,01$) по сравнению с контролем. Среди микроэлементов установлено увеличение концентрации молибдена, железа, никеля и серебра – на 29 % ($P \leq 0,05$), 30 % ($P \leq 0,05$), 33 % ($P \leq 0,05$) и 80 % ($P \leq 0,05$). Среди токсических элементов заметно снизилась концентрация олова (на 91 ($P \leq 0,001$)), при повышении стронция на 66 % ($P \leq 0,05$)

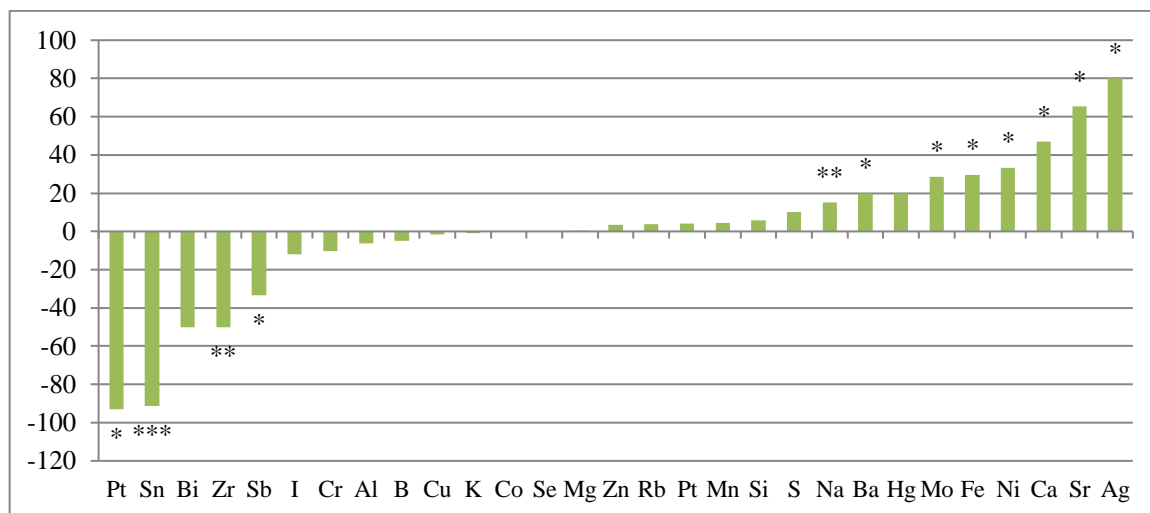


Рисунок 2 - Элементный профиль карпа 1 группы относительно контроля, %

Примечание: * – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$; *** – $P \leq 0,001$

Во 2 группе (рисунок 3) отмечено повышение уровня натрия и кальция по сравнению с контролем – на 8 % ($P \leq 0,05$) и 33 % ($P \leq 0,05$) соответственно.

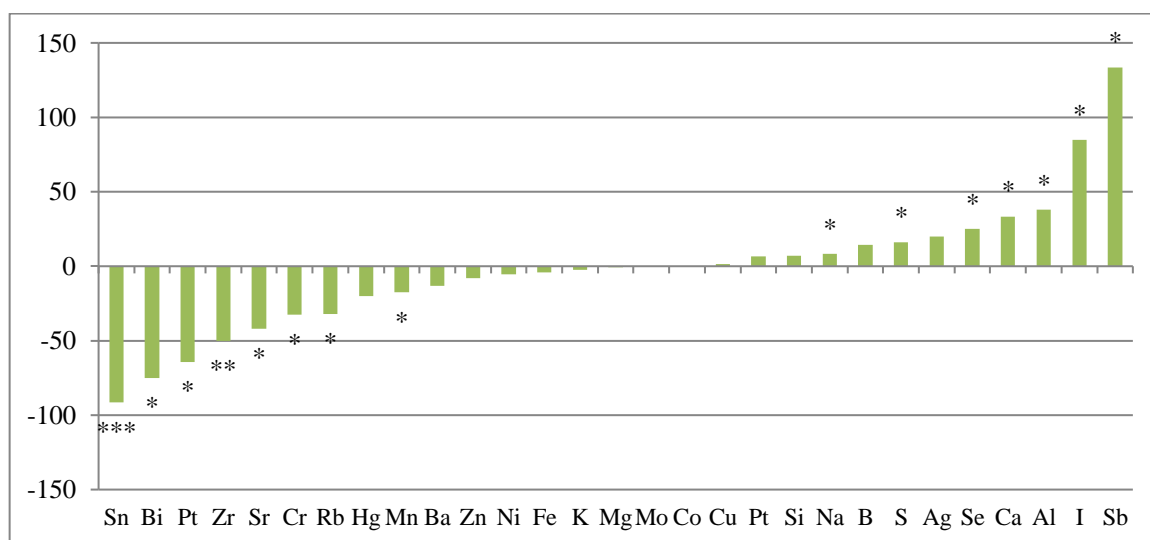


Рисунок 3 – Элементный профиль карпа 2 группы относительно контроля, %

Примечание: * – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$; *** – $P \leq 0,001$

Среди микроэлементов повышение зафиксировано для концентрации серы – на 16 % ($P \leq 0,05$), селена – на 25 % ($P \leq 0,05$) и йода – на 83 % ($P \leq 0,05$), при снижении хрома на 33 % ($P \leq 0,05$). Токсические элементы в основном снижались.

Так, рубидий, стронций, цирконий, олово, барий, висмут снижались от 13 % до 91 % по сравнению с контролем. Однако концентрация алюминия и сурьмы повышалась на 37,8 % ($P \leq 0,05$) и 133 % ($P \leq 0,05$) соответственно.

В 3 группе (рисунок 4) значительные изменения зафиксированы только для токсических элементов. Так, концентрация олова снижалась на 86 % ($P \leq 0,001$), сурьмы – на 67 % ($P \leq 0,01$), платины – на 93 % ($P \leq 0,05$), в то же время возрастал уровень алюминия – на 189 % ($P \leq 0,001$), циркония – на 38 % ($P \leq 0,01$), бария – на 13 % ($P \leq 0,05$). При этом в 3 группе увеличивался уровень натрия на 13 % ($P \leq 0,01$), при снижении хрома – на 69 % ($P \leq 0,01$).

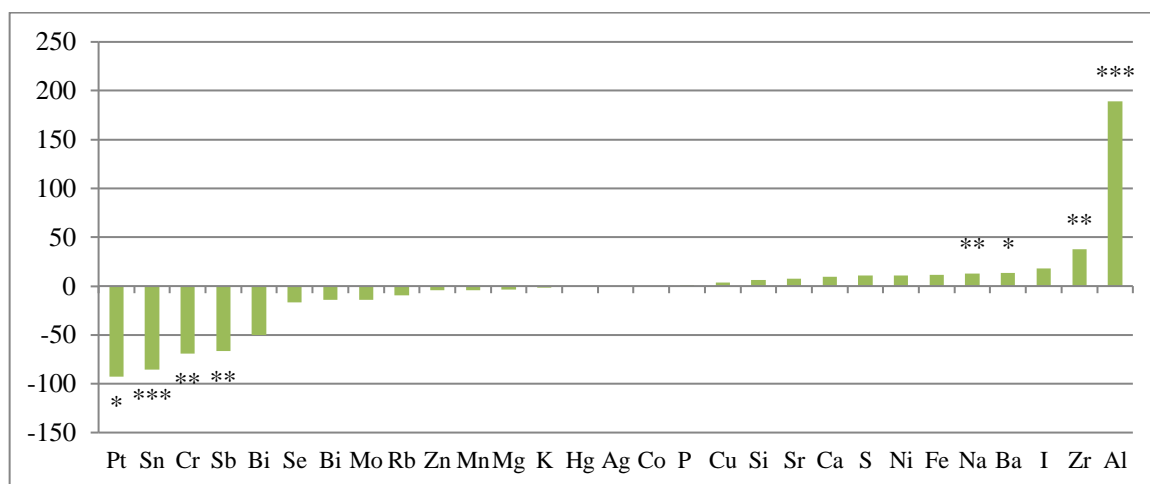


Рисунок 4 – Элементный профиль карпа 3 группы относительно контроля, %
Примечание: * – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$; *** – $P \leq 0,001$

Полученные результаты указывали, что ванилин и пробиотик как совместно, так и отдельно приводили к изменению химического состава мышечной ткани рыб. Повышение ряда макроэлементов может стимулировать улучшение обменных процессов за счет их участия как ко-факторов для некоторых ферментов [6]. Значительное сокращение концентрации ряда токсических элементов указывает на возможное снижение интоксикации организма и повышение биодоступности других макро- и микроэлементов [2, 5]. Однако при использовании в кормлении пробиотика отмечалось повышение алюминия, что может негативно отразиться на организме рыб [1].

Закключение. По результатам эксперимента выявлено, что ванилин и пробиотик в рационе карпа, в том числе при совместном использовании, не оказывали негативного действия на элементный профиль мышечной ткани рыб. Наиболее значительные результаты были получены в 1 группе, при использовании ванилина в дозировке 25 мг/кг корма. Так, он способствовал увеличению уровня некоторых жизненно необходимых элементов (кальция, железа, никеля), в то же время снижая содержание стронция и олова.

Список источников

1. Napolitano, G. Aluminum induces a stress response in zebrafish gills by influencing metabolic parameters, morphology, and redox homeostasis / G. Napolitano

[et al.] // Comparative Biochemistry and Physiology. Toxicology & Pharmacology. 2023. V. 271. – P. 109633.

2. Phoonaploy, U. Effects of electronic waste on cytogenetic and physiological changes in snakehead fish (*Channa striata*) / U. Phoonaploy, B. Tengjaroenkul, L. Neeratanaphan // Environmental Monitoring and Assessment. 2019. V. 191. – P. 363.

3. Pinto, F.R. Annual variations in the mineral element content of five fish species from the Portuguese coast F.R. Pinto [et al.] // Food Research International. 2022. V. 158. – P. 111482.

4. Sekhon, B.S. Nanotechnology in agri-food production: an overview / B.S. Sekhon // Nanotechnology Sciences and Applications. 2014. V. 7. – P. 31–53.

5. Varol, M. Macroelements and toxic trace elements in muscle and liver of fish species from the largest three reservoirs in Turkey and human risk assessment based on the worst-case scenarios / M. Varol, M.R. Sünbül // Environmental Research. 2020. V. 184. – P. 109298.

6. Zoroddu, M.A. The essential metals for humans: a brief overview / M.A. Zoroddu [et al.] // Journal of Inorganic Biochemistry. 2019. V. 195. – P. 120–129.

© Мингазова М.С., 2025

© Мирошникова Е.П., 2025

© Килякова Ю.В., 2025

© Аринжанов А.Е., 2025

Природный пребиотик инулин и его применение в рыбоводстве и животноводстве

Дмитрий Анатольевич Поддубный, Владимир Петрович Лушников

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

Аннотация. В статье представлен обзорный материал об использовании пребиотика инулин в кормлении рыб, и сельскохозяйственных животных, его польза и основные источники, а также опыт применения

Ключевые слова: пребиотики, кормовые добавки, инулин, кормление в рыбоводстве, кормление в животноводстве

Natural prebiotic inulin and its application in fish farming and animal husbandry

Dmitry' A. Poddubnyy, Vladimir' P. Lushnikov

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

Abstract. The article presents a review of the use of the prebiotic inulin in the feeding of fish and farm animals

Keywords: prebiotics, feed additives, inulin, feeding in fish farming, feeding in animal husbandry

В современной аграрной политике акцентируется внимание на стимулирование роста национального рыбоводства и животноводства. Особое внимание уделяется поиску эффективных и доступных кормовых добавок, способных повышать продуктивность рыб и сельскохозяйственных животных, а также стремлению к замещению импортных кормов национальными аналогами. В этом контексте приобретают ключевую значимость научные исследования и эксперименты в сфере аквакультуры и агропромышленного комплекса.

Исследование и разработка рационов для аквакультурных и сельскохозяйственных животных актуально из-за значительной доли кормов в общих производственных издержках. Внедрение безопасных кормовых добавок, включая пробиотики, пребиотики, и синбиотики, набирает популярность благодаря их способности повышать ростовые показатели и обеспечивать здоровье и жизнеспособность аквакультуры и скота при экономически выгодных условиях. Здоровое, сбалансированное питание становится фундаментом для долголетия и качества человеческой жизни, подчеркивая важность развития

доступных и полезных источников питательных веществ, включая рыбную и мясную продукцию, и исследований кормовых добавок натурального происхождения, улучшающих рост и биохимические показатели животных и рыб. Особое внимание в этом контексте заслуживает изучение инулина, природного компонента с потенциалом значительного положительного воздействия.

Инулин, природный полисахарид, начинает привлекать внимание ученых как эффективный пребиотик, хотя механизм его работы еще полностью не изучен. Этот компонент активно применяется в аквакультуре и животноводстве в виде кормовой добавки, что способствует улучшению роста, общего здоровья и продуктивности животных. Он также играет ключевую роль в поддержании здоровья микрофлоры пищеварительного тракта. Источниками инулина являются клубни и корни некоторых растений, в том числе цикорий, топинамбур, различные виды лука, чеснок, одуванчик и якон (таблица 1), где он функционирует как запасующий полисахарид [2, 11, 12].

Таблица 1 - Лидеры по содержанию инулина

Вид	Органы растения	Содержание инулина, %
Девясил высокий	Корневище	36,9-39,1
Топинамбур	Клубни	20–22
Стевия медовая	Листья	18-23
Георгина	Клубни	15-20
Козлобородник	Корень	15-20
Цикорий	Корень	13-23
Одуванчик лекарственный	Корень	12-15
Спаржа лекарственная	Клубни	10-15
Якон	Клубни	До 19

Извлечение инулина впервые произошло в 1804 году, когда немецкий ученый Роуз из девясила осуществил его выделение, после чего полисахарид был назван по латинскому наименованию этого растения – Inula [7]. Этот природный полимер встречается более чем у нескольких десятков тысяч видов флоры, хотя его степень полимеризации и уровень содержания варьируются в зависимости от вида [5]. Инулин играет критическую роль в растениях, служа запасным углеводом и занимая второе место по распространённости, уступая только крахмалу.

Инулин — это полифруктозан, представляющий собой полимер, включающий в себя фруктозные остатки (от 10 до 36), соединённые через β -2,1 гликозидные связи в форме β ,D-фруктофуранозы, и завершающийся единичным остатком α ,D-глюкопиранозы [14]. Его молекулярная масса варьируется примерно от 5000 до 6000 Да. Инулин может кристаллизоваться или существовать в аморфном состоянии и хорошо растворяется в тёплой воде, в

отличие от холодной. При кислотном или ферментативном расщеплении высвобождается D-фруктоза и небольшое количество глюкозы, возникающие в результате лизиса инулиновые фрагменты (инулиды) не обладают восстановительной активностью [15]. За счет фотосинтеза инулин образуется в листьях и накапливается в стеблях и корнях некоторых растений, где хранится в вакуолях в форме сферокристаллов [8]. В корневых паренхимных клетках это сопутствует тканям флоэмы. Накопление инулина максимально в летний период у растений как цикорий, топинамбур и одуванчик, с осенним уменьшением уровня фотоассимилятов происходит его деградация [15].

Инулин, устойчивый к действию ферментов тонкого кишечника, достигает толстого кишечника в неизменном виде, где подвергается ферментации микрофлорой. Это влияние инулина на рыб способствует положительным изменениям в функционировании различных систем организма, включая:

- активация развития благотворных бактерий в кишечнике рыб, что усиливает иммунитет и способствует повышению резистентности к инфекциям;
- оптимизация диспепсии — инулин стимулирует функциональную активность ферментов пищеварительной системы (протеазы, амилазы, липазы), что способствует лучшей ассимиляции нутриентов;
- ассистирование рыбам в адаптации к абиотическим стрессорам, таким как колебания температуры и концентрации кислорода. Это критично в аквакультуре, где высокая плотность посадки зачастую приводят к стрессам из-за перемен в условиях обитания.

Инулин специфически способствует развитию и биохимической активности бифидобактерий и лактобацилл, что вызывает следующие эффекты:

- ингибирование патогенных бактерий — комменсальная микрофлора нарушает физиологический баланс pH в пользу неконкурентной среды, секретирует бактерицидные соединения, и конкурирует за питательные вещества и места для крепления;
- восстановление дисбаланса микрофлоры кишечника.

Предыдущие научные работы подтвердили эффективность использования инулина в аквакультуре для улучшения размножения рыб.

Использование инулина в рационе радужной форели (2 % инулина в комбинации с полностью растительной диетой без добавления углеводов) способствовало повышению ростовых характеристик этого вида рыб [9].

Интеграция инулина в рацион нильской тилапии способствовала снижению метаболических дисфункций, индуцированных углеводным избытком в корме, путем регуляции активности генов, задействованных в метаболических процессах и иммунных реакциях [10, 16].

Исследования, связанные с добавлением инулина в составе синбиотической кормовой добавки в рацион стерляди на уровне 5 % от общей массы корма, показали положительное влияние на ростовые характеристики этих рыб. Применение инулина способствовало повышению темпов прироста веса, который в экспериментальной группе вырос на 6,9 % [3].

Применение инулина в животноводстве [1] обеспечивает ряд значительных преимуществ. В частности, этот пребиотик улучшает функции пищеварительной системы, предотвращая запоры за счет стимуляции более эффективной работы кишечника. Инулин, как растворимая пищевая клетчатка, регулирует перистальтику и помогает нормализовать консистенцию фекалий. Особую роль эта добавка играет в метаболизме минералов, а именно кальция и магния, что критически важно для поддержания здоровья костей животных. Кроме этого, инулин укрепляет иммунную систему, способствуя повышению сопротивляемости болезням. Добавление инулина в рацион также ведет к уменьшению риска развития заболеваний желудочно-кишечного тракта, включая воспалительные процессы в кишечнике. Этот компонент также эффективен в регуляции аппетита и обеспечении более длительного чувства насыщения, что может способствовать оптимальному питанию и управлению весом.

В качестве компонента диетических добавок для скота широко используется инулин, получаемый из топинамбура. Этот пребиотик вводят в питание коров, поросят, телят и птицы для улучшения пищеварения и общего здоровья [4, 6].

Кроме того, определенные условия особенно акцентируют важность употребления инулина:

- у животных с ослабленным здоровьем инулин стабилизирует нормальную микрофлору кишечника, которая может быть нарушена использованием лекарственных препаратов для терапии разнообразных болезней;
- при чувствительной системе пищеварения. Питание, содержащее инулин, может оказаться полезным для таких животных, поскольку этот компонент помогает стабилизировать процессы переваривания пищи.

Для возрастных животных инулин способствует улучшению пищеварения, что критически важно для возрастных питомцев.

В состояниях стресса и при высоких нагрузках, уровень иммунитета может снижаться. Инулин способствует поддержанию иммунной системы, что особенно важно в такие периоды.

Подводя итог вышесказанному, стоит отметить значительную академическую и промышленную релевантность использования инулина в аквакультуре и животноводстве. Современные исследования подтверждают стабильный положительный эффект от включения в рацион пребиотических компонентов, таких как инулин. Тем не менее, необходимо подчеркнуть потребность в дополнительных исследованиях для верификации его безопасности при долгосрочном использовании, его потенциальной кумулятивной способности и воздействии, а также его способности к образованию стабильных соединений с другими элементами и веществами. Это подчеркивает актуальность и важность дальнейших научных исследований применения инулина в разнообразных областях науки.

Список источников

1. Горковенко Л.Г., Осепчук Д.В., Петенко А.И. Ресурсосберегающие подходы к кормлению птицы // Научный журнал КубГАУ. 2016. №115. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/resursosberegayuschie-podhody-k-kormleniyu-ptitsy> (дата обращения: 01.11.2025).
2. Караева И.Т., Хмелевская А.В., Черчесова С.К. Исследование основных классов биологически активных веществ девясила высокого (*Inula helenium* L.), произрастающего в Республике Северная Осетия–Алания // Известия Горского государственного аграрного университета. 2016. №53. С. 147–149.
3. Кощаев А.Б., Максим Е.А., Изучение влияния синбиотической кормовой добавки на показатели роста сеголетков стерляди // Труды Кубанского государственного аграрного университета, 2025 год, № 118.
4. Медведева А. Инулин из топинамбура оказался полезен для повышения удоев у голштинских коров. AGROXXI.RU. 2022.
5. Надежкина М.С., Сагина О.А. Инулин: свойства, применение. Мировой рынок инулина // Modern Science. 2020. № 1-2. С. 76–80.
Journal of Animal Science and Biotechnology volume 15, 2024. Article number: 6 (2024) Cite this article.
6. Осепчук Денис Васильевич, Скворцова Л. Н., Пышманцева Н. А., Омельченко Николай Андреевич, Мартынеско Е. А. Пребиотик в кормлении цыплят-бройлеров // Сборник научных трудов СКНИИЖ. 2013. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prebiotik-v-kormlenii-tsyplyat-broylerov> (дата обращения: 11.10.2025).
7. Сербяева Э.Р., Якупова А.Б., Магасумова Ю.Р., Фархутдинова К.А., Ахметова Г.Р., Кулуев Б.Р. Инулин: природные источники, особенности метаболизма в растениях и практическое применение // Биомика. 2020. Т.12(1). С. 57-79. DOI: 10.31301/2221-6197.bmcs.2020-5.
8. Boeckner L.S.; Schnepf M.I., Tungland B.C. Inulin: a review of nutritional and health implications // Advances in Food and Nutrition Research. 2001. V. 43. P. 1–63.
9. Defaix R., Lokesh J., Frohn L. et al. Exploring the effects of dietary inulin in rainbow trout fed a high-starch, 100% plant-based diet / Journal of Animal Science and Biotechnology. - 2024. - № 6. – P. 2-20
10. Ibrahem M. D., Fathi M., Meslhy S. & El-Aty A. M. A. (2010) «Effect of dietary supplementation of inulin and vitamin C on the growth, hematology, innate immunity and resistance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)» // «Fish & Shellfish Immunology». 2010, V. 29, № 2, P. 241–246.
11. Kreuzberger M., Hahn T., Zibek S., Schiemanna J. Seasonal pattern of biomass and rubber and inulin of wild Russian dandelion (*Taraxacum kok-saghyz* L. Rodin) under experimental field conditions // Europ. J. Agronomy. 2016. V. 80. P. 66–77.
12. Puchkova T., Pikhalo D., Karasyova M., About the universal technology of processing Jerusalem artichoke and chicory for inulin all-Russian research institute for starch products. Food systems. 2019. V. 2. No. 2. P. 36–43.

13. Paßlack Nadine, Vahjen Wilfried, Zentek Jürgen Dietary inulin affects the intestinal microbiota in sows and their suckling piglets / BMC Vet Res. – 2015. - №51 pp. 2-8. <https://doi.org/10.1186/s12917-015-0351-7>
14. Roberfroid M.B. Inulin-type fructans: functional food ingredients // J Nutr. 2007. - V. 137. - P. 2493S– 2502S. doi: 10.1093/jn/137.11.2493S.
15. Roover J., Vandenbranden K., Van Laere A., Van den Ende W. Drought induces fructan synthesis and 1-SST (sucrose:sucrose fructosyltransferase) in roots and leaves of chicory seedlings (*Cichorium intybus* L.). Planta. - 2000. - V. 210. - P. 808–814.
16. Yones A.-M. A., Mohamed E. I. A.-M., Ghobashy M. A. & Marzok S. S. (2020) Effects of dietary inulin as prebiotic on growth performance, immuno-haematological indices and ectoparasitic infection of fingerlings Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* // Aquaculture International. - 2020. - V. 43. - № 1. - P. 88–103.

© Поддубный Д. А., 2025

© Лушников В. П., 2025

Оценка влияния производных циклодекстриновых комплексов с левофлоксацином на рост и физиологическое состояние гибрида русского и сибирского осетра и клариевого сома, при введении их в рацион

Ирина Васильевна Поддубная¹, Оксана Николаевна Руднева¹, Оксана Александровна Гуркина¹, Юлия Николаевна Зименс¹, Галина Тимофеевна Урядова², Олеся Олеговна Бабичева¹, Арина Александровна Шьюрова¹

¹Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,

г. Саратов

²Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского,

г. Саратов

Аннотация. В статье представлены результаты исследования некоторых физиологических показателей гибрида русского и сибирского осетра при пероральном введении с комбикормом 10, 15 и 20 % левофлоксацина, антибиотика фторхинолонового ряда, включенного в комплекс хитозан-β-циклодекстрин для определения темпа роста, биохимических показателей крови.

Ключевые слова: аквакультура, комбикорм, кормление, циклодекстриновый комплекс, гематологические показатели.

Evaluation of the effect of cyclodextrin complex derivatives with levofloxacin on the growth and physiological state of a hybrid of Russian and Siberian sturgeon and catfish when introduced into the diet

Irina' V. Poddubnaya¹, Oksana' N. Rudneva¹, Oksana' A. Gurkina¹, Yulia' N. Zimens¹, Galina' T. Uryadova², Olesya' O. Babicheva¹, Arina' A. Shyurova¹

¹Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov,

Saratov

²Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky,

Saratov, Russia

Abstract. The article presents the results of a study of some physiological parameters of a hybrid of Russian and Siberian sturgeon upon oral administration with compound feed of 10, 15 and 20% levofloxacin, a fluoroquinolone antibiotic included in a chitosan-β-cyclodextrin complex to determine the growth rate and blood biochemical parameters.

Keywords: aquaculture, compound feed, feeding, cyclodextrin complex, hematological parameters.

В современных условиях в рыбоводстве быстрыми темпами развиваются биотехнологии по использованию наночастиц различной природы. Для повышения рыбопродуктивности используют биологически активные добавки хелатных форм металлов (железа, кобальта, меди), на основе наночастиц, обладающих высокой способностью влиять на активность ферментов, эффективно противостоять влиянию патогенной и условно-патогенной флоры за счёт активизации защитных иммунных функций [1, 3, 4, 6], а также по использованию наночастиц в качестве доставки лекарственных и профилактических препаратов организм животных. Для доставки лекарств могут применяться разнообразные типы наночастиц: липосомы, мицеллы, дендримеры, супермолекулы, нанокристаллы и другие [2]. Изучаются возможности использования производных комплексов циклодекстринов для повышения биодоступности лекарственных и профилактических веществ, изменяя в лучшую сторону их свойства по растворимости, стабильности, органолептике [5]. Они могут быть использованы для доставки лекарственных средств на определенные участки с пролонгированным выведением лекарств, что помогает предотвратить деградацию лекарств и белков.

В связи с этим, целью работы явилось исследование влияния комплексов хитозан-β-циклодекстрин, содержащих 10, 15 или 20% левофлоксацина, на ростовые процессы, биохимические показатели крови и состав микрофлоры повреждений мышечной ткани молоди гибрида русского и сибирского осетра и клариевого сома.

Эксперимент проводился в научно-исследовательской лаборатории «Прогрессивные биотехнологии в аквакультуре» кафедры «Генетика, разведение, кормление животных и аквакультура» ФГБОУ ВО Вавиловский университет г. Саратов в условиях аквариумной установки.

В начале проведения исследований методом пар-аналогов были сформированы по 5 групп осетров и сомов (n=10). Схема опытов представлена в таблице 1

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Состояние рыбы	Тип кормления
контрольная-1	повреждена	Основной рацион качественный корм (ОР)
контрольная-2	повреждена	Основной рацион некачественный корм (ОРН)
1-опытная	повреждена и получает лечение	ОР + комплекс хитозан-β-циклодекстрин с 20 % левофлоксацина
2-опытная	повреждена и получает лечение	ОР + комплекс хитозан-β-циклодекстрин с 15 % левофлоксацина
3-опытная	повреждена и получает лечение	ОР + комплекс хитозан-β-циклодекстрин с 10 % левофлоксацина

Для получения выраженного эффекта от введения комплекса хитозан-β-циклодекстрин в течение 10 дней до начала опыта осетровых рыб и клариевого сома кормили комбикормом с истекшим сроком хранения, с перекисным числом

24,68±2,22 и 18,40±1,66, % I, что предполагало модельное нарушение пищеварения и дисбиоз кишечника. Корм с препаратом рыбы получали ежедневно (3 раза в день). Особи 1-й и 2-й контрольных групп изучаемый комплекс не получали, кроме того, особи 2-й контрольной группы в процессе опыта продолжали получать в пищу некачественный корм. Опытные группы и 1-я контрольная группа гибрида осетра и клариевых сомов получали сбалансированные по питательным веществам комбикорма, соответствующие возрасту и определенным диаметром гранул. Опытным группам в комбикорм добавляли комплекс хитозан-β-циклодекстрин с различной дозировкой левофлоксацина (первая – комплекс с 20 % левофлоксацина, вторая – с 15 % левофлоксацина и третья – с 10 % левофлоксацина) в течение 7 суток.

Моделированные раны представляли собой надрезы мышечной ткани в районе спинного плавника без повреждения нервных окончаний длиной 2 см и глубиной 0,5 см. для определения влияния антибиотика на обсемененность ран и процессов заживления.

На протяжении всего опыта проводилась оценка физиологического состояния рыб, на 8 и 14 сутки рыба взвешивалась и измерялась, оценивались ростовые процессы. Из сердца 3-х особей из каждой группы бралась кровь на сывороточные показатели. Бралась смывы с ран для определения микробной обсемененности. Проведены микробиологические исследования: определено общее микробное число (ОМЧ) в смывах с ран рыб культуральным методом (методом последовательных разведений с последующим высевом на мясо-пептонный агар (МПА).

В опытах по использованию комплекса хитозан-β-циклодекстрин- с 20, 15, 10 % левофлоксацина во всех подопытных группах гибрида осетра наблюдалось увеличение средней массы тела кроме 2-й контрольной, где использовался корм с просроченным сроком реализации. Наилучшие результаты достигнуты в 3-й опытной группе, которой скармливался комплекс с 10 % левофлоксацина, средняя масса увеличилась на 510 г ($P \geq 0,999$), абсолютный, относительный и среднесуточный прирост также превышал на 29,6 г; 11,83 %, и 2,11 г аналогичные показатели 1-й контрольной группы (таблица 2).

Таблица 2 - Рыбоводно- биологические показатели гибрида осетра и клариевого сома

Показатель	Группа					
	рыба	контроль 1	контроль 2	1- опытная	2- опытная	3-опытная
Начальная средняя масса, г	Гибрид осетра	240,0 ±0,70	240,0 ±0,75	245,0 ±0,68	240,0 ±0,72	246,0 ±0,77
	клариевый сом	140,3 ±3,11	143,8 ±4,60	137,3 ±1,99	141,0 ±5,07	144,7 ±2,82
Конечная средняя масса, г	гибрид осетра	261,4 ±0,91	228,0 ±1,52***	272,9 ±0,60***	276,7 ±0,57***	297,0 ±1,02***
	клариевый сом	171,9 ±2,95	153,0 ±6,36	179,4 ±5,42	165,6 ±5,95	174,9 ±5,91

Абсолютный прирост, г	гибрид осетра	21,4	-	27,9	36,7	51,0
	клариевый сом	31,6	19,5	42,1	24,6	30,2
Относительный прирост, %	гибрид осетра	8,90	-	11,39	15,29	20,73
	клариевый сом	22,52	6,40	30,66	17,45	20,87
Среднесуточный прирост, г	гибрид осетра	1,53	-	1,99	2,62	3,64
	клариевый сом	2,26	1,39	3,01	1,76	2,16
Выживаемость, %	гибрид осетра	100	100	100	100	100
	клариевый сом	100	100	100	100	100

*** $P \geq 0,999$

В опытах с клариевым сомом по использованию комплекса хитозан-β-циклодекстрин- с 20, 15, 10 % левофлоксацина во всех подопытных группах наблюдалось увеличение средней массы тела. Наилучшие результаты достигнуты в 1-й опытной группе, где животные получали комплекс β-циклодекстрин с 20 %-ным содержанием левофлоксацина; максимальный показатель составил 179,4, что на 7,7 г больше по сравнению с 1-й контрольной группой. Абсолютный, относительный и среднесуточный прирост также превышал на 10,5 г; 8,14 %, и 0,75 г, соответственно аналогичные показатели 1-й контрольной группы.

При определении сывороточных показателей крови у гибрида осетра на 8 сутки прямой билирубин имел тенденцию к повышению во всех опытных группах. На 14 сутки и прямой и общий билирубин снизился во всех опытных группах по сравнению к значениям 8-х суток. Аминотрансферазы (АсТ и АлТ) на протяжении опыта у рыб 1-й и 2-й опытных групп были на уровне контрольных цифр. Количество общего белка, креатинина, на 8-е и 14-е сутки достоверно не отличалось у подопытных групп. Параметры щелочной фосфатазы на 14-е сутки незначительно снизились по сравнению с 8-ми сутками в 1-й опытной группе.

Таблица 3 - Биохимические показатели крови молоди осетра

Показатель	Сутки	Группа (n=3)				
		контроль 1	контроль 2	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Билирубин общий, мкмоль/л	8	9,80±0,80	8,50±2,01	8,77±0,48	8,90±0,25	12,90±1,42*
	14	7,93±0,52	9,87±0,18*	7,32±0,21	7,83±0,27	10,83±0,40*
Билирубин	8	1,67±0,41	1,40±0,46	2,90±1,79	2,33±1,02	3,83±0,85
	14	1,27±0,11	1,80±0,07*	2,00±0,07**	1,63±0,11	2,37±0,15**

прямой, мкмоль/л						
АсТ, ед./л	8	32,23±5,58	32,00±4,71	39,60±3,26	31,90±1,91	42,8±2,99
	14	33,53±0,22	34,40±0,46	33,27±0,18	34,00±0,21	43,73±0,22***
АлТ, ед./л	8	33,77±8,19	21,13±0,57	23,40±7,95	18,83±1,91	20,33±1,44
	14	32,40±0,19	26,83±0,11***	23,00±0,14	21,17±0,40	22,87±0,47***
Белок общий, г/л	8	72,43±1,51	73,23±3,30	70,80±3,56	64,43±2,38	67,53±5,45
	14	74,5±0,39	72,03±0,18**	65,17±0,15	61,67±0,25	68,10±0,19
Креатинин мкмоль/л	8	94,17±2,25	98,37±4,53	88,57±5,37	80,40±7,14	87,83±9,55
	14	87,57±0,43	93,73±0,41***	82,97±0,32**	82,60±0,25	85,07±0,29
Щелочная фосфатаза, ед./л	8	68,90±6,90	81,37±8,37	77,87±5,39	84,00±8,15	83,07±7,98
	14	67,10±0,19	81,50±1,54***	72,07±0,23	84,13±0,29***	83,30±0,19

*P≥0,95, **P≥0,99, ***P≥0,999

По сывороточным показателям крови у клариевого сома наблюдаются такие же изменения, как и у гибрида осетра. На 8 сутки прямой билирубин имел тенденцию к повышению во всех опытных группах. На 14 сутки и прямой и общий билирубин снизился во всех опытных группах по сравнению к значениям 8-х суток (таблица 4).

Таблица 4 - Биохимические показатели крови молоди клариевого сома

Показатель	Сут ки	Группа (n=3)				
		контроль 1	контроль 2	1- опытная	2- опытная	3- опытная
Билирубин общий, мкмоль/л	8	7,27±0,32	7,30±0,35	8,53±0,58	9,57±0,58*	9,13±0,75
	14	8,50±0,59	9,33±1,57	8,47±2,03	8,37±0,55	9,53±1,79
Билирубин прямой, мкмоль/л	8	2,17±0,73	2,40±0,12	1,13±0,03	1,53±0,29	2,93±0,58
	14	1,63±0,27	2,03±0,09	0,97±0,17	1,20±0,1	2,17±0,52
АсТ, ед./л	8	35,27±2,45	30,33±0,33	42,33±1,45	43,47±1,35	38,83±4,17
	14	41,00±6,08	37,77±5,43	38,33±3,53	38,67±1,33	36,83±2,80
АлТ, ед./л	8	58,30±6,95	79,50±9,21	65,13±3,48	39,97±6,79	38,30±3,37
	14	49,27±5,39	54,77±6,29	47,47±3,84	34,80±5,27	35,30±5,12
Белок общий, г/л	8	67,27±3,74	75,00±6,24	68,47±5,85	79,47±3,07	75,80±4,31
	14	77,77±4,72	73,17±2,46	74,47±2,60	81,50±1,32	76,63±1,71
Креатинин мкмоль/л	8	86,47±1,35	82,73±5,09	106,27±3,20**	107,83±1,59***	94,20±5,59
	14	81,63±3,03	104,93±5,47*	97,33±4,03*	92,97±6,65	91,90±0,74*
Щелочная фосфатаза, ед./л	8	82,50±3,82	84,83±4,48	68,33±3,18*	66,47±1,78*	67,00±4,36
	14	63,97±6,36	52,80±1,60	62,17±1,42	65,47±1,79	66,80±5,60

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

Аминотрансферазы на протяжении опыта достоверно не отличались от 1-й контрольной группы. Количество общего белка на протяжении опыта также незначительно колебалось. Наблюдался на 8-е сутки рост креатинина у 1-й и 2-й опытной группы ($P \geq 0,999$) при достоверном отличии от 1-й контрольной группы на 19,8 и 21,36 мкмоль/л, соответственно. Хотя к 14 суткам показатели креатинина в этих группах снизились и не имели достоверных отличий от контроля. Параметры щелочной фосфатазы у всех подопытных групп были примерно на одном уровне и на 14-е сутки незначительно снизились по сравнению с 8-ми сутками.

Исследование микрофлоры ран осетров выявило значительное влияние комплекса хитозан-β-циклодекстрин с левофлоксацином на общее микробное число (ОМЧ) резаных ран. В 1-й опытной группе рыб, получавших 20 % дозу антибиотика к 8 суткам установлено значительное снижение ОМЧ относительно 1 суток – в 1000 раз. У рыб 2-й опытной группы, получавших 15 % левофлоксацина, результаты подсчета ОМЧ на 8 сутки были сопоставимы с результатами в 1-й опытной группе и также ниже первой контрольной группы в 1000 раз, а по сравнению со 2-й контрольной группой – в 10000 раз. В 3-й опытной группе, получавшей с кормом лечебный комплекс с минимальной дозой – 10 % левофлоксацина, обсемененность ран снижалась к концу наблюдений в 100 раз по сравнению с 1 сутками, в 100 и 1000 раз по сравнению с 1-й и 2-й контрольными группами соответственно.

Таким образом, на 8 сутки наибольшее подавляющее действие на микрофлору ран рыб оказали комплексы с 15 и 20 % содержанием антибиотика.

В смывах с ран рыб контрольных групп клариевых сомов количество микроорганизмов вплоть до 14-го дня наблюдения не снижалось и даже возрастало, что свидетельствует о продолжении и развитии инфекционного процесса. К окончанию эксперимента ОМЧ во второй контрольной группе было в 10 раз больше по сравнению с таковым первой контрольной, что подтверждает влияние качества корма на рост и развитие микрофлоры ран рыб. Эффективное подавление микрофлоры ран, в том числе условно-патогенной, к восьмым суткам наблюдали в опытных группах с 20% и 15% содержанием антибиотика – в 10 раз по сравнению с 1-ми сутками. Эта тенденция сохранялась к концу эксперимента к 14-м суткам. У рыб третьей опытной группы, получавших минимальную концентрацию фторхинолона, уровень ОМЧ на 8-е сутки был сопоставим с результатами в контрольных группах, а на 14-е сутки – различий с 1 и 2 опытными группами не было.

Список источников

1. Аринжанов А.Е. Использование биодобавок и наночастиц железа в кормлении карпа. / А.Е. Аринжанов // Вестник ОГУ. 2015. № 6. С. 44-48.

2. Жданок С.А. Нанотехнологии в агропромышленном комплексе: монография / С.А. Жданок, З.М. Ильина, Н.К. Толочко; под ред. Н.К. Толочко. – Минск: БГАТУ. – 2012. – 172 с.

3. Маленкина К.А. Результаты исследований и рекомендации по использованию добавок микроэлементов в кормлении рыб: органические соединения, хелаты, наночастицы и комплексные препараты (обзор) / К.А. Маленкина, А.Е. Аринжанов // Проблемы биологии продуктивных животных. - 2024. - №1. – С. 27-49.

4. Мирошникова Е.П. Элементный статус рыб при введении в рацион наночастиц железа, ферментных и пробиотических препаратов. / Е.П. Мирошникова, А.Е. Аринжанов, Ю.В. Килякова // Микроэлементы в медицине. 2021. - Т. 22. - № 1. - С. 15-16.

5. Шипилов Д.А. Синтез монокатионных производных β -циклодекстрина / Д.А. Шипилов, Г.И. Курочкина, И.И. Левина [и др.] // Журнал органической химии. – 2017. – Т. 53, № 2. – С. 290-294.

6. Shiau S.Y. Ferric citrate is half as effective as ferrous sulfate in meeting the iron requirement of juvenile tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. / S.Y. Shiau, L.W. Su // J. Nutr. 2003. - Vol. 133. - nr 2. - P. 483-488.

© Поддубная И. В., 2025

© Руднева О. Н., 2025

© Гуркина О. А., 2025.

© Зименс Ю. Н., 2025

© Урядова Г. Т., 2025

© Бабичева О. О., 2025

© Шьюрова А. А., 2025

Эффективность выращивания лососевых рыб с использованием капсулированной формы пробиотика «ЛикваФид»

**Александр Александрович Прозоров¹, Тамара Алексеевна Нечаева¹,
Василий Александрович Назаров¹, Мария Игоревна Ковальчук¹, Вероника
Христофоровна Меликиди², Николай Николаевич Олихин³**

¹Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
Санкт-Петербург, г. Пушкин

²ООО «Биотроф»,
Санкт-Петербург, г. Колпино

³ООО «МЗТА», г. Муром

Аннотация. В статье представлены материалы по применению капсулированной формы пробиотика «ЛикваФид» у молоди ладожской палии и радужной форели при выращивании в условиях индустриальных хозяйств. В результате экспериментальной работы наблюдали статистически достоверное увеличение хозяйственно значимых признаков – массы и длины тела в подопытных группах. Пробиотик «Ликвафид» в капсулированной форме способствовал росту нормальной кишечной микрофлоры и подавлял патогенную и условно-патогенную микрофлору. Это привело к улучшению всасываемости питательных веществ в желудочно-кишечном тракте, и как следствие – более активному росту молоди лососевых рыб.

Ключевые слова: пробиотики, лососевые рыбы, индустриальная аквакультура, морфо-биологические показатели, иммунитет

Efficiency of salmon fish rearing using an encapsulated form of the probiotic «LikvaFeed»

**Alexander' A. Prozorov¹, Tamara' A. Nechaeva¹, Vasily' A. Nazarov¹,
Maria' I. Kovalchuk¹, Veronika' C. Melikidi², Nikolay' N. Olikhin³**

¹St. Petersburg State Agrarian University,
St. Petersburg, Pushkin

²«BIOTROPH Ltd»,
St. Petersburg, Kolpino

³LLC «МЗТА», Murom

Abstract. The article presents materials on the use of the capsulated form of the probiotic "LikvaFid" in young Ladoga palia and rainbow trout when growing in industrial farms. As a result of experimental work, a statistically significant increase in economically significant signs - weight and body length in the experimental groups was observed. The probiotic "Likvafide" in encapsulated form promoted the growth of

normal intestinal microflora and suppressed pathogenic and opportunistic microflora. This helped to improve the absorption of nutrients in the gastrointestinal tract, and, as a result, to more active growth of juvenile salmon fish.

Keywords: probiotics, salmon fish, industrial aquaculture, morpho-biological indicators, immunity

В современных рыбоводных хозяйствах Северо-Западного региона России ведущим объектом выращивания является радужная форель. Этот вид лососевых рыб отличается относительно высокой пластичностью и сравнительно легко адаптируется к индустриальным условиям выращивания. В то же время некоторые предприятия Ленинградской области занимаются выращиванием озерной формы арктического гольца – ладожской палии для воспроизводства естественной популяции Ладожского озера [1, 2]. При этом высокие плотности посадки, органическое загрязнение и неизбежные стрессы на фоне сортировок и пересадок рыбы приводят к снижению иммунно-физиологического статуса лососевых рыб. Впоследствии возможно развитие бактериальных инфекций.

В этой ситуации необходимыми становятся препараты, поддерживающие иммунитет рыб на надлежащем уровне, а именно пробиотики [6]. Однако при традиционном внесении их в корм способом орошения возможна потеря эффективности воздействия препаратов. Решением проблемы является внесение пробиотиков в форме микрокапсул. Они не растворяются в воде, а выход вещества-наполнителя капсулы осуществляется непосредственно в кишечник. Поэтому такая форма внесения может быть наилучшей для бассейновых хозяйств и установок замкнутого водоснабжения (УЗВ).

По результатам предварительных исследований был выбран пробиотик «ЛикваФид» производства ООО «Биотроф» (Санкт-Петербург). Препарат создан на основе штаммов *Bacillus megaterium* и *Bacillus subtilis* [3, 4]. Капсулы были изготовлены по технологии, разработанной ООО «МЗТА» и на оборудовании данного предприятия [5].

Целью данной работы являлось изучение применения капсулированной формы пробиотика «ЛикваФид» при выращивании лососевых рыб в индустриальных хозяйствах.

Материалы и методика. Исследования применения препарата у ладожской палии в возрасте годовика были проведены в октябре-ноябре 2024 года на рыбоводном предприятии ИП «Романов» (Ленинградская область, п. Лопухинка). Это бассейновое холодноводное хозяйство. Температура воды в течение года составляет от 4 до 12⁰С при содержании кислорода не ниже 9,0 мг/л. Проведено два курса кормления длительностью 20 дней каждый. Перерыв между курсами составил 27 дней. Препарат «ЛикваФид» вносили вручную перорально в капсулированной форме.

Изучение влияния капсулированной формы препарата «ЛикваФид» при выращивании годовиков радужной форели начались в ноябре 2024 года на в ФСГЦР филиал ФГБУ «Главрыбвод» (Ленинградская область, п.

Ропша).Форель содержали в бассейнах модуля УЗВ, где температура воды в течение всего периода выращивания оставляла 12-15⁰С при содержании кислорода не ниже 10,0-12 мг/л.Препарат «ЛикваФид» вносили перорально в капсулированной форме с помощью автокормушек. Был проведен один курс кормления продолжительностью 35 дней.

В обоих хозяйствах микрокапсулы с пробиотиком ЛикваФид в корм вводили в дозировке 0,2 г/кг ихтиомассы. В одной капсуле содержится 1,2*10⁵ КОЕ *Bacillus megaterium* и 1,2*10⁵ КОЕ *Bacillus subtilis* КОЕ.

В начале и в конце экспериментальных работ осуществляли бонитировку палии и форели по стандартной методике, принятой для лососевых рыб. Для анестезии использовали эфирное масло гвоздики. Это позволило избежать травм рыб в процессе бонитировки. В последующем результаты морфо-биологических исследований были подвергнуты статистической обработке с определением по каждому показателю средней арифметической с ошибкой и достоверности различий по критерию Стьюдента.

В процессе бонитировок сотрудниками ООО «Биотроф» был проведен отбор проб для исследования микрофлоры. При каждом обследовании отбирали по 5 экз. рыб из каждой группы. Изучение микрофлоры было проведено посредством метода qPCR (ПЦР в реальном времени), который используется для количественного анализа содержания конкретного микроорганизма, группы микроорганизмов или общего числа всех бактерий в пробах. В течение первых 5 дней начала опыта проводили отлов и вскрытие. Было установлено наличие капсул в желудке 90% обследованных рыб.

Результаты исследований. По данным бонитировки ладожской палии перед проведением экспериментальной работы и началом первого курса кормления средняя масса годовиков составляла 25,5 г. Заключительная бонитировка палии контрольной и подопытной групп была проведена после окончания второго курса препарата. Морфо-биологическая характеристика палии подопытной и контрольной групп представлена в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Морфо-биологические показатели годовиков палии контрольной группы в конце эксперимента, 25 экз.

Показатели	Max	min	$\bar{x} \pm m_{cp}$	σ	Cv, %
Масса, г	44,9	21,5	32,0±0,78	3,90	16,1
Длина туловища L, см	15,3	11,2	12,8±0,14	0,70	5,4
Длина по Смиту Ls, см	16,3	12,2	15,8±0,14	0,70	4,4
Высота в области спинного плавника H, см	4,2	3,1	3,4±0,04	0,20	5,8
Обхват тела O, см	8,7	6,4	7,6±0,08	0,40	5,2
Коэффициент упитанности по Фультону	1,5	1,0	1,1±0,02	0,08	6,6

Индекс прогонистости	4,5	3,7	4,0±0,04	0,21	5,2
Индекс обхвата	2,1	1,8	1,9±0,01	0,07	3,6

Абсолютный прирост в контрольной группе за время эксперимента составил 6,5 г при относительной скорости роста 25,5% и скорости роста по Броуди 22,6%.

Таблица 2 – Морфо-биологические показатели годовиков палии подопытной группы в конце эксперимента, 25 экз.

Показатели	Max	min	$\bar{x}_{\text{ср}} \pm m_{\text{ср}}$	σ	Cv, %
Масса, г	56,3	30,6	42,1±0,85	4,2	10,0
Длина туловища L, см	17,6	14,0	15,6±0,12	0,60	3,8
Длина по Смигу Ls, см	18,8	15,1	16,6±0,12	0,61	3,6
Высота в области спинного плавника H, см	4,4	3,3	3,6±0,04	0,20	5,5
Обхват тела O, см	9,2	7,5	8,3±0,06	0,30	3,6
Коэффициент упитанности по Фультону	1,4	0,9	1,1±0,02	0,08	6,3
Индекс прогонистости	4,9	3,7	4,2±0,05	0,27	6,4
Индекс обхвата	2,2	1,8	1,9±0,01	0,08	4,2

В экспериментальной группе, получавшей «ЛикваФид», абсолютный прирост составил 16,6 г, что в 2,5 раза выше, чем в контроле. Относительная скорость роста по Броуди достигла 49,1%, что в 2,1 раза выше таковой в контроле [14]. При этом максимальные показатели практически по всем значимым морфо-биологическим показателям, таким как масса и длина тела, выявлены у рыб, получавших пробиотик «ЛикваФид» (достоверно выше, чем в контроле при $p \leq 0,001$).

Анализ микрофлоры фекальных проб рыб выявил значимые изменения в составе микробных сообществ в группе, получавшей микрокапсулированный пробиотик «ЛикваФид», по сравнению с контролем. В контрольной группе (среднее значение по трем пробам), наблюдалось относительно низкое содержание ключевых представителей нормальной микрофлоры. Среднее количество *Bacteroides* spp. составило $6,0 \times 10^8$ геномов/г, что указывает на умеренную активность этих бактерий, важных для ферментации углеводов и усвоения питательных веществ. *Bifidobacterium* spp., известные своими пробиотическими свойствами, в контрольной группе присутствовали в количестве $5,0 \times 10^6$ геномов/г, что также говорит о необходимости улучшения их популяции. *Lactobacillus* spp., производящие молочную кислоту и создающие барьер против патогенов, были обнаружены в количестве $1,2 \times 10^7$ геном/г.

Контрольная группа также характеризовалась наличием условно-патогенных бактерий, таких как *Acinetobacter* spp. ($8,3 \times 10^6$ геном/г) и *Enterobacter* spp.

($1,0 \times 10^6$ геномов/г), а также *Escherichia coli* ($4,3 \times 10^5$ геномов/г) и *Citrobacter* spp. ($2,0 \times 10^5$ геномов/г). Наличие этих видов бактерий указывает на дисбаланс микробиоты. Также было выявлено наличие патогенов, в частности, *Proteus vulgaris mirabilis* ($2,0 \times 10^5$ геномов/г).

В группе, получавшей пробиотик «Ликвафид», выявили увеличение числа важнейших представителей нормальной микрофлоры кишечника. Среднее значение *Bacteroides* spp. достигло $3,4 \times 10^9$ геномов/г, что в 5,7 раз больше, чем в контрольной группе, и свидетельствует об улучшении ферментативных процессов в кишечнике. Содержание *Bifidobacterium* spp. увеличилось в 5,4 раза ($2,7 \times 10^7$ геномов/г), а количество лактобактерий *Lactobacillus* spp. – в 2,8 раза ($3,4 \times 10^7$ геномов/г). В экспериментальной группе зафиксировано отсутствие *Proteus vulgaris mirabilis*, патогенного микроорганизма, что указывает на улучшение общего состояния микробиоценоза [12].

Предварительную бонитировку радужной форели осуществили перед началом экспериментальной работы. При этом средняя масса годовиков радужной форели составляла 38,2 г. Вторая бонитировка проведена после окончания опыта. Статистическая обработка полученных данных позволяет представить морфо-биологическую характеристику обследованных рыб в конце эксперимента (табл. 3 и 4).

Таблица 3 – Морфо-биологические показатели годовиков радужной форели контрольной группы в конце эксперимента, 50 экз.

Показатели	Max	min	$\bar{x} \pm m_{cp}$	σ	Cv, %
Масса, г	154,8	13,2	$74,3 \pm 1,71$	12,0	16,15
Длина туловища L, см	20,5	9,0	$16,0 \pm 0,30$	2,12	13,25
Длина по Смитсу Ls, см	21,8	10,0	$17,2 \pm 0,31$	2,19	12,76
Высота в области спинного плавника H, см	5,5	2,2	$4,1 \pm 0,09$	0,63	15,28
Толщина, см	2,7	1,0	$1,9 \pm 0,04$	0,33	17,16
Коэффициент упитанности по Фультону	2,1	1,4	$1,7 \pm 0,05$	0,35	17,76
Индекс прогонистости	4,5	3,4	$4,2 \pm 0,10$	0,70	16,70

В контрольной группе коэффициент вариаций по всем морфо-биологическим показателям не превышает 25 %. Абсолютный прирост составляет 36,1 г. Относительный прирост – 94,5%, относительный прирост (скорость роста) по Броуди – 64,1%.

Таблица 4 – Морфо-биологические показатели годовиков радужной форели подопытной группы в конце эксперимента, 50 экз.

Показатели	Max	min	$\bar{x} \pm m_{cp}$	σ	Cv, %
Масса, г	169,8	14,1	81,1 \pm 2,0	13,5	16,6
Длина туловища L, см	21,0	9,3	16,4 \pm 0,31	2,22	13,52
Длина по Смиты Ls, см	22,5	10,2	17,6 \pm 0,32	2,27	12,91
Высота в области спинного плавника H, см	5,6	2,3	4,2 \pm 0,09	0,65	15,27
Толщина, см	2,9	1,0	2,0 \pm 0,05	0,36	18,23
Коэффициент упитанности по Фультону	2,3	1,5	1,8 \pm 0,04	0,30	16,6
Индекс прогонистости	4,4	3,9	4,2 \pm 0,10	0,7	16,7

В подопытной группе коэффициент вариаций также ниже 25 %. В целом больших различий по этому показателю в опыте и контроле не наблюдается. Абсолютный прирост составляет 43,1 г, а относительный прирост – 113,4%, что в 1,2 раза выше, чем в контрольной группе. Скорость роста по Бродис составляет 72,3%, что в 1,14 раза выше, чем в контрольной группе.

Анализ результатов экспериментальной работы по радужной форели показал статистически достоверное увеличение массы тела и повышение скорости роста в подопытной группе. Масса тела достоверно выше, чем в контроле при $p \leq 0,05$.

Анализ микрофлоры фекальных проб рыб показал заметные изменения в составе микробных сообществ в группе, получавшей капсулированный пробиотик «Ликвафид», по сравнению с контрольной. В контрольной группе (среднее значение по трем пробам) выявлено более низкое содержание нормальной микрофлоры. Среднее количество *Bifidobacterium* spp., составило $4,4 \times 10^6$. *Lactobacillus* spp., выявлены в количестве $1,4 \times 10^6$ геномов/г. Среднее количество *Bacteroides* spp. составило $3,4 \times 10^6$ геномов/г.

Представители патогенной микрофлоры в контроле и в опыте не обнаружены, однако в контроле выявлены условно-патогенные *Escherichia coli* в количестве $2,3 \times 10^5$.

В группе, получавшей пробиотик «Ликвафид», наблюдали увеличение числа ключевых представителей нормальной микрофлоры. Содержание *Bifidobacterium* spp. увеличилось до $5,0 \times 10^5$ геномов/г. Результаты *Lactobacillus* spp. также показывают рост до $6,7 \times 10^6$ геномов/г, что в 4,7 раз больше, чем в контрольной группе. Среднее значение *Bacteroides* spp. сопоставимо с количеством в контрольной группе $3,0 \times 10^6$ геномов/г. В подопытной группе содержание условно-патогенных бактерий *Escherichia coli* ($1,6 \times 10^4$). Это свидетельствует об улучшении общего состояния микробиоценоза в экспериментальной группе.

Выводы. Таким образом, при выращивании молоди форели и палии в условиях индустриальных хозяйств, пробиотик «Ликвафид» в капсулированной форме стимулировал рост нормальной кишечной микрофлоры и подавлял патогенную и условно-патогенную микрофлору. Это привело к улучшению

всасываемости питательных веществ в желудочно-кишечном тракте, и как следствие – более активному росту молоди лососевых рыб.

Максимальные показатели по всем значимым морфо-биологическим признакам выявлены у рыб, получавших пробиотик «ЛикваФид» в капсулированной форме по технологии и на оборудовании ООО «МЗТА». При этом надо отметить, что у ладожской палии темпы прироста выше, чем у форели. Это может быть связано с большей длительностью введения препарата. Важно отметить эффективность работы капсулированной формы пробиотика «ЛикваФид» при низких температурах воды (4-7⁰С при выращивании палии, 12-15⁰С при выращивании форели).

Результаты проведенных исследований позволяют рекомендовать применение пробиотика «ЛикваФид» в капсулированной форме у лососевых рыб при выращивании в условиях индустриальной аквакультуры. Дозировка 0,2 г/кг ихтиомассы при введении одним курсом кормления продолжительностью 35 дней или двумя курсами продолжительностью 20 дней, перерыв между которыми составляет 27 дней.

Список источников

1. Артамонова В. С. Генетическая дифференциация пород радужной форели, разводимых в Российской Федерации / В.С. Артамонова, В.А. Янковская, В.М. Голод, А.А. Махров // Труды Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. 2016. № 73(76). - С. 25 – 45.

2. Виноградов, П.А. Ладожская палия – ценный объект воспроизводства рыбных запасов на Северо-Западе России / П.А. Виноградов, В.М. Голод, В.Ю. Паньков, П.А. Попов // Рыбохозяйственная наука. История, современность, перспективы. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию создания «ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга. Москва, 2024. - С. 106-109.

3. Нечаева, Т.А. Сравнительная характеристика влияния пробиотиков «Ветом 2» и «ЛикваФид» при выращивании радужной форели в ИП Романов (Ленинградская область) / Т.А. Нечаева, Л.А. Ильина, В.А. Назаров, М.И. Ковальчук, В.А. Заикин // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2023. Т.17. № 11 (214). - С. 743-755.

4. Нечаева, Т.А. Эффективность выращивания арктического гольца с использованием пробиотиков «Ветом 2» и «ЛикваФид» / Т.А. Нечаева, В.А. Назаров, М.И. Ковальчук, С.А. Кошелева // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации. IX Национальная научно-практическая конференция с международным участием. Саратов. 2024. - С. 124-128.

5. Нечаева, Т.А. Применение пробиотика «ЛикваФид» в капсулированной форме при выращивании ладожской палии в ИП Романов (Ленинградская область) / Т.А. Нечаева, А.А. Прозоров, С.А. Кошелева, В.Х. Меликиди, А.И. Голубева, Н.Н. Олихин // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2025. – № 5 (232). - С. 350-362.

6. Нечаева, Т.А. Применение пробиотиков в форелевых хозяйствах Северо-Запада России / Т.А. Нечаева, С.В. Щепеткина // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2021. №10 (189). - С. 62-75.

©Прозоров А.А., 2025

©Нечаева Т.А., 2025

©Назаров В.А., 2025

©Ковальчук М.И., 2025

©Меликиди В.Х., 2025

©Олихин Н.Н., 2025

**Влияние температуры и минерализации воды на сроки жизни церкарий
Diplostomum chromatophora, *Cryptocotyle concava* и *Cryptocotyle lingua* –
паразитов рыб**

Владимир Викторович Прокофьев, Вера Владимировна Агасой
Псковский государственный университет,
г. Псков

Аннотация. Экспериментально исследовано влияние температуры и минерализации воды на продолжительность жизни церкарий *Diplostomum chromatophora*, *Cryptocotyle concava* и *Cryptocotyle lingua*. Показано, что для личинок *D. chromatophora* основным лимитирующим фактором выступает температура воды, тогда как для церкарий *C. concava* и *C. lingua* такими факторами служат как температура, так и солёность воды.

Ключевые слова: церкарии, сроки жизни, температура и минерализация воды

**The influence of water temperature and mineralization on the lifespan of
cercariae of *Diplostomum chromatophora*, *Cryptocotyle concava* and *Cryptocotyle
lingua* – fish parasites**

Vladimir' V. Prokofiev, Vera' V. Agasoi
PskovStateUniversity
Pskov

Abstract. The influence of water temperature and mineralization on the lifespan of cercariae of *Diplostomum chromatophora*, *Cryptocotyle concava*, and *Cryptocotyle lingua* was experimentally studied. It was shown that for *D. chromatophora* larvae, water temperature is the main limiting factor, whereas for cercariae of *C. concava* and *C. lingua*, both temperature and salinity of water serve as such factors.

Keywords: cercariae, lifespan, temperature and mineralization of water

Важной стороной жизнедеятельности церкарий служит продолжительность их жизни во внешней среде. Установлено, что поскольку личинки во внешней среде не питаются, время их существования прямо связано с запасами гликогена [3,5].

Существенное влияние на продолжительность жизни церкарий оказывает температура воды. С ростом последней расход гликогена увеличивается, а продолжительность жизни личинок, соответственно, уменьшается. [2,6,8 и др.].

Продолжительность жизни церкарий в значительной степени зависит от уровня минерализации воды. Для пресноводных личинок, как правило, повышение солёности ведёт к сокращению сроков жизни [1,10 и др.]. У личинок

морских видов трематод картина сложнее. Как правило, виды, живущие в условиях стабильной минерализации, менее эвригалинны, чем обитающие в районах с изменяющейся солёностью воды (литоральные ванны, эстуарии рек и т. д.) [2,7,10 и др.].

В условиях искусственного разведения промысловых гидробионтов акутальной задачей становится защита материала от паразитарных инвазий. Высокая концентрация материала в садках, прудах, на субстратах создаёт благоприятные условия массового заражения животных различными паразитами, в частности, церкариями трематод. Заражение последними приводит не только к потере товарного вида выращиваемых гидробионтов, но зачастую и к гибели заражённых особей. Наиболее эффективным методом борьбы с паразитарной инвазией, как с экономической, так и с биологической стороны, служит профилактика, основанная на прерывании жизненного цикла потенциального паразита, для чего необходимо чётко представлять особенности его биологии.

Одними из опасных паразитов способных нанести существенный вред рыбоводству служат, для пресноводных рыб, церкарии трематод семейства Diplostomidae, для морских – Heterophyidae, вызывающие, соответственно, диплостомозы и криптокотилёзы рыб.

Материал и методики

Материалом для исследований послужили церкарии *Diplostomum chromatophora* Brown, 1931 (= *D. spathaceum*, Dubois, 1938) (Diplostomidae), *Cryptocotyle concava* (Creplin, 1825) Lühe, 1899 и *Cryptocotyle lingua* (Creplin, 1825) Fischoeder, 1903 (Heterophyidae). Изучали влияние температуры, солёности и минерализации воды на сроки жизни указанных личинок.

Церкарий *D. chromatophora* получали из прудовиков *Lymnaea* spp. (Lymnaeidae), собранных на побережье Чудского озера (58°13'50" с. ш. 27°31'13" в. д.), а личинок *C. concava* и *C. lingua* из гастропод рода *Hydrobia* (Hydrobiidae) и *Littorina* (Littorinoidae) на литорали Белого моря в районе Беломорской биологической станции «Картеш» Зоологического института РАН (66°33'17" с. ш. 33°06'02" в. д.).

Перед проведением наблюдений группу моллюсков, заражённых определённым видом паразитов, помещали в сосуд с водой и в течение 30 минут освещали светом настольной лампы при E=20000–30000 лк. Затем моллюсков удаляли, а выделившихся личинок использовали для проведения опытов. Церкарий по 50–200 экземпляров рассаживали в микроаквариумы объёмом 50 мл. В опытах с морскими личинками сосуды наполняли водой различной солёности: 32‰, 24‰, 16‰, 8‰ и 0‰ (дистиллированная). В случае пресноводных церкарий применяли воду различной жёсткости. При этом брали воду солёностью 8‰, что соответствовало общей жёсткости (по гидрокарбонатам, сульфатам и хлоридам Ca и Mg) равной 30 мэкв/л, пресную (озёрную) общей жёсткостью 3 мэкв/л и дистиллированную (0 мэкв/л) воду.

В каждом эксперименте использовали 3 группы микроаквариумов с указанными выше грациями солёности или жёсткости воды, причём одну

группу сосудов с личинками держали при температуре 20°C, другую — при 10°C и третью — при 3°C. Таким образом наблюдали за длительностью жизни личинок при трёх значениях температуры, пяти — солёности (для морских личинок) и трёх — жёсткости (для пресноводных церкарий) воды. С интервалом в 2 часа сосуды просматривали под биноклем для оценки активности церкарий, а также для подсчёта и удаления погибших личинок. Погибшими считали животных, не проявляющих никакой двигательной активности. Одновременно воду в микроаквариумах меняли на свежую. Все эксперименты для каждого вида церкарий повторяли по 5 раз. Освещённость во всех случаях составляла 1000 лк.

Наблюдения за выживаемостью личинок вели до момента гибели всех особей в сосуде. Затем определяли показатель LT_{50} , то есть время, через которое погибало 50% животных и принимали его за среднюю продолжительность жизни церкарий. Таким образом, в каждом опыте получали значение LT_{50} при всех сочетаниях температуры и солёности (жёсткости) воды. При построении гистограмм брали среднее значение LT_{50} по результатам 5 наблюдений.

Для приготовления воды различной солёности брали морскую воду и доводили степень её минерализации до нужного значения путём выпаривания или добавления дистиллированной воды. При этом контроль за уровнем солёности проводили с помощью ареометров или солемера ГМ-65. Жёсткость воды определяли путём титрования раствором Трилона Б в присутствии эрихрома чёрного Т.

Для корректной интерпретации результатов экспериментов, полученные данные были обработаны методом двухфакторного дисперсионного анализа, отдельно для каждого вида личинок с помощью программы Statistica 8.0. При проведении анализа выделяли следующие градации факторов:

а) для морских личинок — солёность 32‰, 24‰, 16‰, 8‰ и 0‰ ($A_{\phi 1}=5$); температура — 3°C, 10°C и 20°C ($A_{\phi 2}=3$), общее число наблюдений для каждого вида церкарий составило $K=75$ (комплекс с числом наблюдений в ячейке равным 5);

б) для пресноводных — жёсткость 30 мэкв/л, 3 мэкв/л и 0 мэкв/л ($A_{\phi 1}=3$); температура — 3°C, 10°C и 20°C ($A_{\phi 2}=3$), общее число наблюдений для каждого вида личинок составило $K=45$ (комплекс с числом наблюдений в ячейке равным 5).

Результаты

Результаты наблюдений показали, что на длительность жизни морских церкарий *Cryptocotyle concava* и *C. lingua* оказывают влияние как солёность, так и температура воды (рис. 1,2). Заметное снижение показателя LT_{50} при всех температурах наблюдается начиная с солёности 8‰. В дистиллированной воде (0‰) длительность жизни резко сокращается до 15–30 минут. В связи с тем, что при нулевой солёности значения LT_{50} у этих церкарий слишком малы, на графиках они не указаны.

Для пресноводных церкарий зависимость LT_{50} от жёсткости воды в целом выражена слабее, чем для морских личинок от солёности. Так в

дистиллированной воде (жѐсткость 0 мэкв/л), по сравнению с озѐрной (жѐсткость 3 мэкв/л), продолжительность жизни *Diplostomum chromatophora* фактически не изменяется (рис. 3). При повышении жѐсткости до 30 мэкв/л (8‰) показатель немного LT₅₀ снижается.

Максимальная продолжительность жизни у всех личинок (для каждого значения солѐности или жѐсткости) отмечена при температуре воды 3°C (рис. 1,2,3). Однако при такой температуре церкарии опускаются на дно сосуда и практически перестают двигаться, лишь время от времени слабо шевеля хвостом. Только отдельные особи могут кратковременно (на 1–3 сек.) всплывать и перемещаться с малой скоростью.

При температурах 10°C и 20°C срок жизни церкарий заметно уменьшается, однако их подвижность остаѐтся на характерном для каждого вида личинок уровне.

При солѐности 24–32‰ срок жизни *Cryptocotyle concava* и *C. lingua*, снижается в 2–4 раза при переходе от 3°C к 10°C (рис. 1,2). Для пресноводных личинок повышение температуры с 3°C до 10°C при любой жѐсткости воды снижение LT₅₀ менее выражено (в 2–3 раза) (рис. 3).

При переходе от 10°C к 20°C картина сложнее. При всех значениях солѐности церкарии *Cryptocotyle concava*, *C. lingua*, демонстрируют минимальную чувствительность (снижение LT₅₀ в 1,3–1,5 раза) (рис. 1,2), а личинки *Diplostomum chromatophora*, среднюю (снижение LT₅₀ в 1,7–2 раза) (рис. 3).

Результаты дисперсионного анализа в основном подтверждают сведения, полученные на основе простого сопоставления экспериментальных данных (табл. 1). Выживаемость морских церкарий с высокой степенью достоверности определяется как солѐностью, так и температурой воды. При этом показатель LT₅₀ для *Cryptocotyle concava* и *C. lingua* в большей степени зависит от температуры, чем от солѐности. Выживаемость церкарий *Diplostomum chromatophora* практически полностью определяется температурой воды. Влияние уровня минерализации воды на продолжительность их жизни выражено незначительно.

Таблица 1 – Влияние солѐности, жѐсткости и температуры воды на выживаемость церкарий

Вид церкарий	Факторы				
	солѐность (F _{эксп.})	жѐсткость (F _{эксп.})	температура (F _{эксп.})	солѐность + температура (F _{эксп.})	жѐсткость + температура (F _{эксп.})
<i>Diplostomum chromatophora</i>	–	10,2 (24,597)	76,5 (184,728)	–	6,0 (7,113)
<i>Cryptocotyle concava</i>	30,2 (499,034)	–	55,1 (1819,280)	13,8 (113,703)	–
<i>Cryptocotyle lingua</i>	32,5 (730,444)	–	53,5 (2404,718)	13,4 (150,180)	–

ПРИМЕЧАНИЯ. Числовые значения — доля дисперсии, объясняемая влиянием фактора (в %) при $P \leq 0,005$.

Обсуждение

Церкарии после выхода во внешнюю среду не питаются и живут исключительно за счёт запасов, накопленных во время развития в первом промежуточном хозяине. Главным энергетическим ресурсом для личинок служит гликоген (сконцентрированный, как правило, в хвосте личинки), а иногда, как дополнение, нейтральный жир экскреторной природы, депонированный в теле церкарии. Поэтому крупные личинки обычно живут дольше мелких.

Кроме того, продолжительность жизни церкарий напрямую связана со скоростью расходования питательных веществ, которая, в свою очередь, зависит от подвижности личинок и температуры воды.

Максимальная длительность жизни церкарий наблюдалась при температуре воды 3°C. Однако, при этом личинки проявляют очень слабую подвижность, пребывая в состоянии своеобразного «анабиоза», и не способны к поиску хозяина и его заражению.

При температурах 10–20°C срок жизни церкарий хотя и снижается, но отмечается характерная для них двигательная активность.

Повышение температуры для всех исследованных церкарий вызывает сокращение LT_{50} (рис. 1,2,3). Но устойчивость к высоким температурам у личинок пресноводных и беломорских видов трематод различна. В целом морские личинки более устойчивы к колебаниям температуры воды, чем пресноводные. Несомненно, что это связано с различными температурными условиями на литорали Белого и побережье Псковско–Чудского озера. На побережье Баренцева моря суточные колебания температуры воды могут достигать 20°C (в литоральных ваннах), тогда как в прибрежье Чудского озера они находятся в пределах 5–8°C.

Обращает на себя внимание устойчивость пресноводных церкарий к изменению ионного состава воды. Несмотря на то, что *D. chromatophora* живут в весьма стабильных, в отношении минерализации, условиях, их чувствительность к изменению солевого состава воды (в пределах теоретически возможного диапазона), по сравнению с морскими церкариями, выражена крайне незначительно (табл. 1, рис. 1,2,3). В отличие от последних, показатели LT_{50} у *D. chromatophora* практически равны как для воды жёсткостью 0 мэкв/л (дистиллированной), так и для 3 мэкв/л (озёрной). С повышением жёсткости в 10 раз, до 30 мэкв/л (8‰) продолжительность жизни *Diplostomum chromatophora* немного снижается. Таким образом, в известных пределах, пресноводные церкарии легче переносят значительное увеличение уровня минерализации воды, чем морские его снижение.

Подобное положение, на наш взгляд, связано с особенностями работы выделительной системы церкарий. Основная функция выделительной системы любых многоклеточных животных — это поддержание водно–солевого баланса. Особое значение эта функция приобретает для водных организмов с проницаемыми для воды покровами, так как тканевая жидкость в большей или

меньшей степени гипертонична по отношению окружающей воде. Именно к таким животным относятся церкарии. Указанием на проницаемость их тегумента служит тот факт, что морские личинки незадолго, а пресноводные непосредственно перед гибелью, начинают разбухать от избытка поступающей в их ткани воды (наши наблюдения). Очевидно, что в этих условиях выделительная система пресноводных церкарий должна работать более интенсивно и эффективно, чем морских.

Кроме того, известно, что гликокаликс, покрывающий тегумент церкарий, способен выполнять защитную функцию, препятствуя фильтрации ионов через плазматическую мембрану тегумента наружу. В частности, экспериментально было показано, что церкарии *Schistosomamansoni* (сем. Schistosomatidae) будучи лишены гликокаликса быстро погибают [4,9]. Можно предположить, что у пресноводных церкарий гликокаликсный барьер работает более эффективно, чем у морских. К сожалению, нам не известны работы, посвящённые сравнительному изучению строения и функционирования покровов у морских и пресноводных церкарий, а также физиологии их выделительной системы, поэтому пока мы можем оперировать лишь предположениями.

На наш взгляд, оба указанных выше фактора и определяют более высокую устойчивость пресноводных церкарий к изменению уровня минерализации воды.

Зависимость продолжительности жизни от размерных показателей, наглядно проявляется при сравнении близкородственных церкарий. Так размеры тела и хвоста — основного «резервуара» гликогена — у личинок *C. lingua* больше, чем у *C. concava* (табл. 2). Соответственно, при всех условиях показатель LT_{50} у *C. lingua* несколько больше, чем у *C. concava* (рис. 1,2). Приведённые примеры наглядно демонстрируют связь размеров (в первую очередь хвоста) исследованных церкарий с их средней продолжительностью жизни.

Таблица 2 – Размерные характеристики исследованных церкарий
Cryptocotyle concava и *Cryptocotyle lingua*

Вид церкарий	Длина тела мкм	Ширина тела мкм	Длина хвоста мкм	Ширина хвоста мкм
<i>Cryptocotyle concava</i>	150–170	55–65	320–330	17–20
<i>Cryptocotyle lingua</i>	180–215	70–90	270–420	33–40

Список источников

1. Мазина, В. В. Влияние минерализации воды на продолжительность жизни церкарий *Opisthorchis felineus* (Riv.) / В. В. Мазина, Ю. В. Белякова // Экология и морфология гельминтов Казахстана / Алма-Ата, 1990. — С. 50–52.
2. Прокофьев, В. В. Биология церкарий литоральных трематод Баренцева и Белого морей: Дисс. ... канд. биол. наук. / В. В. Прокофьев // С-Пб.: С-ПбГУ, 1995. — 161 с.

3. Прокофьев, В. В. Стратегии заражения животных-хозяев церкариями трематод: опыт анализа в экосистемах побережья морей и озёр северо-запада России: автореф.... докт. биол. наук: 03.00.19 / В. В. Прокофьев // С-Пб., 2006. – 50 с.
4. Eveland, L. K. *Schistosoma mansoni*: in vitro conversion of cercariae to schistosomula / L. K. Eveland, S. I. Morse // *Parasitology*. 1975. Vol. 71. — P. 327–335.
5. Galaktionov, K. V. The Biology and Evolution of Trematodes. An Essay on the Biology, Morphology, Life Cycles, Transmission, and Evolution of Digenetic Trematodes. / K. V. Galaktionov, A. A. Dobrovolskij // Boston, Dordrecht, London: Kluwer Academic Publ, 2003. — 620 p.
6. Pechenik, J. A. Effect of temperature on survival and infectivity of *Echinostoma trivolvis* cercariae: a test of the energy limitation hypothesis / J. A. Pechenik, B. Fried // *Parasitology*. 1995. Vol. 111. — P. 373–378.
7. Prokofiev, V.V. Influence of environmental factors on survival of trematode cercariae from littoral prosobranchs of the White Sea and the Barents Sea: experimental study / V.V. Prokofiev// *Bulletin of the Scandinavian Society for Parasitology*. 2000. Vol. 10. — P. 32–33.
8. Rea, J. G. The effects of age, temperature, light quantity and wavelength on the swimming behaviour of the cercariae of *Cryptocotyle lingua* (Digenea: Heterophyidae) / J. G. Rea, S. W. B. Irwin // *Parasitology*. 1992. Vol. 105. — P. 131–137.
9. Stirewalt, M. A. Cercaria of schistosomule (*Schistosoma mansoni*): absence of the pericercarial envelope in vivo and early physiological and histological metamorphosis of the parasite / M. A. Stirewalt // *Exp. Parasitol.* — 1963. — Vol. 13. — P. 395–406.
10. Styczynska-Jurewicz, E. Tolerance to salinity in some marine and fresh-water cercariae / E. Styczynska-Jurewicz // *Acta Parasitol. Pol.* 1971. Vol. 19. — P. 257–268.

©Прокофьев В. В., 2025

©Агасой В. В., 2025

Влияние кормовой добавки «Правад» на интенсивность роста радужной форели в условиях индустриальной аквакультуры

Елена Михайловна Романова, Василий Васильевич Романов, Васелина Николаевна Любомирова, Елена Васильевна Свешникова

Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина
г. Ульяновск

Аннотация. Работа посвящена оценке эффективности использования кормовой добавки «Правад» при товарном выращивании молоди радужной форели. Проведены исследования рыбоводно-биологической характеристики радужной форели на фоне применения кормовой добавки «Правад» и без нее. Применение новой кормовой добавки продемонстрировало увеличение показателей массы тела по отношению к контрольной группе посуточно, в абсолютном и относительном выражении. Работа имеет практическую значимость, поскольку результаты демонстрируют эффективность кормовой добавки «Правад» при выращивании лососевых.

Ключевые слова: индустриальная аквакультура, кормовая добавка «Правад», радужная форель, рост, развитие, оценка эффективности

Influence of the fodder additive "Pravad" on the growth intensity of rainbow trout in industrial aquaculture

Elena' M. Romanova, Vasily' V. Romanov, Vaselina' N. Lyubomirova, Elena' V. Sveshnikova

P.A. Stolypin Ulyanovsk State Agrarian University
Ulyanovsk

Abstract. This work is devoted to assessing the effectiveness of using the feed additive "Pravad" in the commercial farming of juvenile rainbow trout. The authors conducted studies on the fishery and biological characteristics of rainbow trout with and without the use of the feed additive "Pravad". The use of the new feed additive demonstrated an increase in body weight compared to the control group on a daily basis, both in absolute and relative terms. This work is of practical significance, as the results demonstrate the effectiveness of the feed additive "Pravad" in the farming of salmonids.

Keywords: industrial aquaculture, Pravad feed additive, rainbow trout, growth, development, efficiency assessment

Введение. В мировой аквакультуре особое место занимают лососевые виды рыб. Высокие вкусовые качества сделали их объектом рыборазведения во многих странах еще с давних времен [1,2].

Для обеспечения роста промышленного выращивания рыбы в России требуется больше высококачественного сбалансированного корма для рационов питания, особенно для хищных видов, таких как лосось, форель, сиг и осётр [2,3,5]. Исторически основу рациона этих рыб составляла рыбная мука, однако её текущего российского производства недостаточно для удовлетворения потребности отрасли. Благодаря созданию современных, хорошо продуманных рационов, качество кормления рыбы заметно возросло, что положительно сказывается на их развитии и общем состоянии здоровья [6,7].

Разработка специализированных кормовых составов для различных видов рыб стимулирует развитие аквакультуры, стремящейся обеспечить потребителей доступной, безопасной и качественной продукцией из рыбы и морепродуктов [8,9].

Чтобы гарантировать достаточное снабжение отрасли премиальными кормами, требуется изучение новых источников повышающих качество кормов. Многолетний опыт отечественных и международных исследователей свидетельствует о том, что использование биологически активных добавок может существенно помочь в преодолении дефицита высококачественных кормов [10,11,12].

Материалы и методы исследований.

В качестве объекта исследований использовали молодь радужной форели в условиях индустриальной аквакультуры. Для испытаний были сформированы две группы рыб: контрольная и экспериментальная в количестве 30 особей в каждой группе. Контрольная группа получала обычный рацион - заводские стандартные корма фирмы AQUAREX, вторая группа – экспериментальная, дополнительно к основному рациону кормовую добавку «Правад» из расчета 1 доза/кг корма. Продолжительность эксперимента – 60 суток. Суточную норму корма рассчитывали по общепринятой методике, с учетом температуры воды и массы рыбы. В процессе эксперимента регулярно осуществлялся контроль за основными гидрохимическими показателями и температурой воды в рыбоводных бассейнах.

Мониторинг динамики роста проводился в два этапа: в начале эксперимента и после его окончания, на 60-е сутки. Индивидуальное взвешивание и измерение особей форели позволили определить основные рыбоводные показатели и провести расчет валового и среднесуточного привеса, абсолютный, среднесуточный привес и коэффициент упитанности рыбы [6,10].

Степень упитанности форели определяли по формуле Фультона:

$$K = 100 m/l^3,$$

где: K — коэффициент упитанности; m — масса рыбы, г; l — малая длина (от конца рыла до конца чешуйчатого покрова), см [2, 6].

Абсолютный, среднесуточный и относительный приросты рассчитывали по общепринятым методикам [11,12].

Абсолютный прирост массы рыбы рассчитывали по формуле:

$$A = M_k - M_0, \text{ где}$$

A – абсолютный прирост, г,

M_к- масса рыбы в конце контрольного периода, г.

M₀ – начальная масса рыбы, г.

Среднесуточный прирост рассчитывали по формуле:

$$C = \frac{M_k - M_0}{T}, \text{ где}$$

C – среднесуточный прирост, г.

T – период времени между контрольным взвешиванием, сут.

Провели биометрическую обработку полученных данных с учетом среднего значения и ошибки средней. Достоверность различий средних значений оценивали по критерию Стьюдента.

Результаты исследований. Согласно результатам взвешиваний и морфометрического анализа испытуемой рыбы, на начальный этап эксперимента заметных различий по живой массе форели не наблюдалось. Средняя навеска рыбы составила - 516 гр. Это говорит о правильности составления экспериментальных групп форели по принципу аналогов.

Морфологические показатели форели всех групп соответствовали возрастным параметрам и, также сильных расхождений в показателях длины, высоты тела и др. не наблюдалось.

На 60-е сутки были проведены контрольные взвешивания и морфометрический анализ испытуемых рыб. Результаты эксперимента через 60 дней представлены в таблице 1. Возраст форели на конец эксперимента составил - 9 месяцев.

Таблица 1 – Параметры живой массы форели на старте и на 60 сутки эксперимента

Показатель: Форель молодь	Масса рыбы, (massa), г	
	M ± m	Cv (%)
Группа	0 сутки	
I	516,77 ± 6,02	6,38
II	517,67 ± 5,51	5,83
Группы	60 сутки	
I	719,7 ± 8,44	6,42
II	763,7 ± 6,57*	4,71

* p < 0,05 — различия статистически значимы по сравнению с контрольной группой

Анализ коэффициентов вариации (Cv) живой массы показал его значение менее 10% во всех группах. Учитывая, что вариабельность считается незначительной при CV до 10%, средней — от 10 до 30% и высокой — свыше 30%, можно заключить, что опытные группы являются статистически однородными и выравненными по массе. За 60 дней эксперимента по сравнению со стартовыми показателями живой массы прирост форели составил: в первой контрольной группе – 202,93г., во второй опытной группе – 246,03г. (таблица 2).

Таким образом, за 60-дневный период эксперимента форель, получавшая кормовую добавку «Правад», демонстрировала более высокие показатели привеса. Разница с контрольной группой, находившейся на основном рационе, составила 21,2%.

Таблица 2 – Анализ скорости роста рыб за 60 дней эксперимента

Форель (молодь)	Контроль (n=30)	Опыт (n=30)
Валовый вес (0 сутки), г	15503,00	15530,00
Валовый вес (60 суток), г	21591,00	22911,00
Валовый привес, г	6088,00	7381,00
Средний привес на особь (60 суток), г	202,93 ± 5,22	246,03 ± 3,92
Среднесуточный привес, г	3,38 ± 0,09	4,1 ± 0,07*
Коэффициент упитанности (0 сутки)	1,38 ± 0,02	1,38 ± 0,03
Коэффициент упитанности (60 суток)	1,45 ± 0,01	1,59 ± 0,02*

* $p < 0,05$ — различия статистически значимы по сравнению с контрольной группой

Достоверные различия между экспериментальными группами на 60-е сутки также наблюдались по показателям среднесуточного привеса: в опытной группе он составил $4,1 \pm 0,07$ г, что на 21,3 % ($p < 0,05$) выше значений контрольной группы.

Определение степени упитанности имеет существенное значение при анализе эффективности использования рыбой корма, прогнозах срока икрометания рыб, так как чем выше коэффициент упитанности, тем скорее следует ожидать наступления нереста.

В рыбоводной практике, сравнительная оценка упитанности рыб производится путем определения отношения высоты тела к ее длине; чем больше это отношение, тем рыба считается упитаннее. Так как и при очень высоком теле рыба может иметь низкую упитанность, наиболее надежным при определении этого показателя, является коэффициент упитанности Фультона.

Анализируя полученные данные, мы видим, что на старте эксперимента значения коэффициента упитанности во всех опытных группах находились в пределах ($1,38 \pm 0,02$) и не имели достоверных различий. На 60-е сутки в опытной группе на фоне кормовой добавки «Правад» коэффициента упитанности повысился до $1,59 \pm 0,02$, что по сравнению с контрольной группой форели выше на 9,6 %. (таблица 3).

Заключение. Изучение влияния кормовой добавки «Правад» на морфологические показатели молоди радужной форели показало эффективность использования биологически активной добавки на интенсивность роста исследуемой рыбы. По результатам исследований уже за 60 суток эксперимента особи опытной группы имели достоверное увеличение живой массы на 21,2 % ($p < 0,05$) по сравнению с контролем.

Эффективность введения кормовой добавки «Правад» подтверждают такие показатели как среднесуточный прирост и коэффициент упитанности, полученные значения которых на 60-е сутки опыта были выше по сравнению с контрольной группой рыб. В целом замечено, что используемая в кормах кормовая добавка оказала положительный эффект на параметры длины и высоты тела молоди форели опытной группы.

Таким образом, результатами опыта показана эффективность использования в кормлении молоди радужной форели кормовой добавки «Правад».

Данные исследования могут быть интересны специалистам, разрабатывающим эффективные системы кормления для ценных пород рыб.

Список источников

1. Власов В.А. Выращивание форели в садках на теплых водах с использованием кормовой добавки «Сангровит экстра» / В.А Власов, А.В. Елышов // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2021. № 11(196). С. 57-70.
2. Зыкина Е.А. Опыт товарного выращивания радужной форели в Пензенской области / Сурский вестник. 2021. № 2 (14). С. 42-47.
3. Лакин, Г. Ф. Биометрия: учеб. пособие / Г.Ф. Лакин. – Москва: Высшая школа, 1990. – 352 с.
4. Патент № 2777105 С1 Российская Федерация, МПК А23К 50/80. Функциональный кормовой комплекс для рыб: № 2021138181 : заявл. 21.12.2021 : опубл. 01.08.2022 / Е. М. Романова, В. А. Исайчев, В. В. Романов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина". – EDN CGUTWT.
5. Показатели эффективности кормовой добавки «Правад» при выращивании русского осетра в индустриальной аквакультуре / В. Н. Любомирова, Е. М. Романова, В. В. Романов, Е. С. Любомирова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 4(68). – С. 145-150. – DOI 10.18286/1816-4501-2024-4-145-150. – EDN CYGDXX.
6. Мурза И.Г., Христофоров О.Л. Об унификации расчёта коэффициента упитанности у лососевых рыб // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера: материалы XXVIII Междунар.конф. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. – С. 376–379.
7. Молчанова К. А. Определение морфометрических показателей радужной форели, выращиваемой в разнотипных рыбоводных хозяйствах / К. А. Молчанова, Е. И. Хрусталева // Научный журнал «Известия КГТУ», № 44, 2017 г. С. 38-45.
8. Пономарев С.В., Пономарева Е.Н. Технологические основы разведения и кормления рыб в индустриальных условиях. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2003. – 188 с.
9. Юрина Н. А., Максим Е. А., Мачнева Н. Л. Оптимизация кормовых рационов молоди осетра при использовании спороносодержащих пробиотиков // Аграрная Россия. 2017. № 3. С. 30-33.
10. Effects of probiotics on growth, the toll-like receptor mediated immune response and susceptibility to aeromonas salmonicida infection in rainbow trout oncorhynchus mykiss / Y. Dang, Y. Sun, Y. Zhou, X. Men, B. Wang, B. Li, Y. Ren // Aquaculture. 2022. I. 561.
11. Молчанова К.А., Хрусталева Е.И., Курапова Т.М. Морфофизиологическая характеристика радужной форели, выращиваемой в УЗВ // Рыбное хозяйство, № 5, 2017. С. 89 – 92.

12. Курицын А. Е., Ефремов С. А., Макарова Т. А. Морфофизиологические характеристики радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) и муксуна (*Coregonus muksun* (Pallas)) при садковом выращивании // Изв. ТСХА. М.: 2017. Вып. 3. С. 84–94.

©Романова Е. М., 2025

© Романов В. В., 2025

© Любомирова В. Н., 2025

© Свешникова Е. В., 2025

Результаты выращивания молоди осетровых рыб в промышленных условиях

Марина Евгеньевна Рубанова, Мирослав Владимирович Мишанин, Дарья Дмитриевна Панкова, Олег Анатольевич Чернов, Вячеслав Валерьевич Шатохин

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

Аннотация. Статья посвящена результатам выращивания молоди осетровых видов рыб в установке замкнутого водоснабжения (УЗВ). Рассматриваются темпы весового роста и конверсию корма в прирост живой массы.

Ключевые слова: осетровые рыбы, гибрид русско-ленского осетра, весовая динамика, рыбоводческие показатели, затраты корма.

Results of growing sturgeon fry under industrial conditions

Marina' E. Rubanova, Miroslav' V. Mishanin, Daria' D. Pankova, Oleg' A. Chernov, Vyacheslav' V. Shatokhin

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

Abstract. The article is devoted to the results of growing young sturgeon species in a closed-loop water supply system (CLWS). The article discusses the rate of weight growth and the conversion of feed into live weight gain.

Keywords: sturgeon fish, hybrid of the Russian-Lena sturgeon, weight dynamics, fish farming indicators, and feed costs.

Введение. Для расчета динамики роста молоди осетра и затрат кормов в условиях установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) важно учитывать несколько ключевых факторов, таких как температура, качество воды и корма, размер партии гидробионтов [1, 3, 5].

Температура воды: Оптимальная температура для выращивания осетров составляет около 20-25°C. Повышение температуры ускоряет метаболизм рыб, увеличивая скорость роста, однако чрезмерно высокая температура может привести к стрессу и снижению иммунитета.

Параметры качества воды включают уровень кислорода, pH, аммиак, нитриты и нитраты. Поддержание оптимальных значений этих показателей критически важно для здоровья и роста рыбы.

Корм должен содержать необходимое количество белков, жиров, углеводов, витаминов и минералов. Для осетровых рекомендуется высокобелковый корм с содержанием белка не менее 45 % [2, 6, 7].

Молодь осетра должна получать пищу регулярно, небольшими порциями, чтобы избежать переедания и загрязнения воды остатками пищи [8, 9].

Чем больше размер партии, тем ниже конкуренция за корм и пространство, что способствует лучшему росту.

Средняя суточная прибавка веса для осетра составляет примерно 0,5 % от текущего веса. Таким образом, за сутки рыба набирает около 0,5 г массы тела.

Коэффициент конверсии корма для осетра варьирует от 1,2 до 1,5.

Таким образом, для достижения цели потребуется:

Фактический рост и потребление корма зависят от множества переменных, включая качество корма, условия содержания и здоровье рыбы. Рекомендуется регулярный мониторинг состояния рыбы и условий среды для оптимизации процесса выращивания [10].

Материалы и методы. Объектом для исследований послужили гибридные особи русско-ленского осетра со средней массой около 1,0 г которых разместили и выращивали в бассейне УЗВ. Эксперимент проводился в течение 12 месяцев. В процессе опыта осуществляли контроль за ростом и развитием рыбы, наблюдали за параметрами водной среды. Для определения массы рыбы ежемесячно проводились контрольные обловы и ее взвешивание на электронных весах.

Получение качественной животноводческой продукции зависит в основном от поедаемости гидробионтами качественного комбикорма [4]. Именно из-за этого вопросу кормления молоди уделялось пристальное внимание. Осетров кормили вручную четыре раза в сутки до 50,0 г массы, а затем перешли на трех разовое кормление. Комбикорм соответствовал данному уровню продуктивности. Состав комбикорма был следующим: рыбная мука, мясокостная мука, мука кровяная, пшеница, глютен кукурузный, рыбий жир, премикс, незаменимые аминокислоты и витамины.

Результаты исследований. Итоговая информация по контрольным взвешиваниям осетровых представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Динамика роста массы молоди гибрида осетровых, г

Месяц	Начальная масса	Среднемесячный прирост	Итоговая масса
Январь	1,0	15,5	16,5
Февраль	16,5	19,6	36,1
Март	36,1	31,0	67,1
Апрель	67,1	36,0	103,1
Май	103,1	146,5	149,6
Июнь	149,6	54,0	203,6
Июль	203,6	62,0	265,6
Август	265,6	68,2	333,8
Сентябрь	333,8	75,0	408,8
Октябрь	408,8	86,8	495,6

Ноябрь	495,6	90,0	585,6
Декабрь	585,6	99,2	684,8

Представленная таблица демонстрирует поэтапный процесс набора массы молодью русско-ленского гибрида осетра в течение первого года выращивания в установке замкнутого водоснабжения (УЗВ).

Среднесуточный прирост постепенно увеличивается с января по декабрь, достигая пика к концу года. Так, если в январе ежедневный прирост составлял всего 0,5 г, то к декабрю этот показатель вырос почти до 3,2 г в сутки.

Важнейшими факторами, определяющими скорость роста, являются качество корма, температурный режим, содержание кислорода в воде и отсутствие стрессов. Для достижения высоких показателей роста важно поддерживать температуру воды в пределах 18,0 до 22,0°C обеспечивать высокое качество кормов и следить за параметрами воды.

Таким образом, представленные данные позволяют сделать вывод о значительных темпах роста молоди русско-ленского гибрида осетра в УЗВ при соблюдении оптимальных условий. К концу первого года средняя масса каждой особи достигает около 685 г, что подтверждает высокую эффективность данного способа выращивания. Прирост живой массы за период выращивания составил 683,8 г.

Расчёт затрат протеина и энергии необходим для оценки потребности в питательных веществах молоди русско-ленского гибрида осетра в зависимости от фазы роста. Важно учесть возрастающую потребность организма в белках и энергетическом обеспечении по мере увеличения размера тела.

Протеины и энергия требуются рыбе пропорционально массе тела и скорости роста. Потребление протеина чаще измеряется в процентах от сухой массы корма, тогда как потребление энергии оценивается в килоджоулях (кДж) или килокалориях (ккал).

Таблица 2 – Затраты кормов, протеина и энергии

Месяц	Сухое вещество корма, г	Белок, г	Энергия, кДж
Январь	11,48	5,74	183,68
Февраль	14,52	7,26	232,32
Март	22,96	11,48	367,36
Апрель	26,67	13,33	426,72
Май	34,44	17,22	551,04
Июнь	40	20	640
Июль	45,93	22,96	734,88
Август	50,52	25,26	808,32
Сентябрь	55,56	27,78	888,96
Октябрь	64,29	32,14	1028,64
Ноябрь	66,67	33,33	1066,72
Декабрь	73,48	36,74	1175,68

Суммарный объем затраченного корма за год был 506,52 г, суммарное потребление протеина составило 263,28 г, общая сумма энергии, полученной с кормом – 7304,32 кДж.

Затраты корма на прирост 1 кг живой массы составили 0,74 кг, соответственно затраты протеина 385,0 г.

Таким образом, для оптимального роста молоди русско-ленского гибрида осетра в УЗВ потребуется обеспечить подачу соответствующего объема качественного корма, содержащего достаточное количество протеинов и обеспечивающего необходимую энергию для поддержания быстрого роста.

Список источников

1. Васильев А.А., Руднева О.Н., Руднев М.Ю., Гуркина О.А., Торопова В.В. Планирование технологических процессов в аквакультуре: учебное пособие. Саратов, 2022. 135 с.
2. Гуркина О.А., Вилутис О.Е., Седов М.А., Герасимов В.В. Результаты выращивания ленского осетра и гибрида «ленский осетр × русский осетр» в садках // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации. Саратов, 2022. С. 33-39.
3. Гуркина О.А., Руднева О.Н., Буткевич А.Д. Эффективность выращивания гибрида ролов условиях садкового хозяйства, расположенного в IV рыболовной зоне // Водные биоресурсы и аквакультура Юга России. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. 2022. С. 36-39. 0
4. Гуркина О.А., Руднева О.Н., Вилутис О.Е., Бульина Ю.В. Оценка роста, развития и товарных качеств ленского осетра, выращенного в различных условиях // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2022. № 2 (69). С. 148-151.
5. Гуркина О.А., Руднева О.Н., Крюков А.В. Изучение влияния миллиметровой микроволновой терапии на рост и развитие ленского осетра при выращивании в УЗВ // Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии. Брянск. 2021. С. 41-45.
6. Гуркина О.А., Руднева О.Н., Михайлов И.В. Экономическая эффективность совместного выращивания рыбы и овощей в условиях аквакомплекса // Проблемы и перспективы инновационного развития мирового сельского хозяйства. Саратов, 2021. С. 32-35.
7. Гуркина О.А., Руднева О.Н., Рубанова М.Е., Краснов С.В., Краснов М.В. Выращивание осетровых рыб в садках на примере ИП «Вертей Владимир Владимирович» // Инновационное развитие животноводства в современных условиях. Брянск. 2021. С. 119-125.
8. Качественные корма – путь к получению высокой продуктивности животных и птицы и экологически чистой продукции/ Л.Н. Гамко, В.Е. Подольников, И.В. Малявко, Г.Г. Нуриев, А.Т. Мысик // Зоотехния. -2016. №5-С. 6-7.

9. Руднев М.Ю., Васильев А.А., Руднева О.Н., Гуркина О.А. Перспективы выращивания осетра в установке малой мощности с применением технологии аквапоники // Аграрный научный журнал. 2022. № 9. С. 72-75.

10. Торопова В.В., Гуркина О.А., Руднева О.Н., Кривова А.В. Импортозамещение в рыбной промышленности как определяющий фактор повышения уровня продовольственной безопасности // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации. Саратов, 2022. С. 181-187.

©Рубанова М. Е., 2025

©Мишанин М. В., 2025

©Панкова Д. Д., 2025

©Чернов О. А., 2025

©Шатохин В В., 2025

Эффективность выращивания осетровых рыб в условиях УЗВ

Максим Юрьевич Руднев, Максим Михайлович Баранов, Екатерина Геннадьевна Чернова

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

Аннотация. Статья посвящена результатам культивирования осетровых видов рыб в условиях установки замкнутого водоснабжения (УЗВ). Рассматриваются изменения массы тела, линейные размеры особей, биологические характеристики, экономическая эффективность выращивания осетров.

Ключевые слова: осетровые рыбы, русский осётр, ленский осётр, весовая динамика, размеры особей, рыбоводческие показатели, экономическая эффективность

Results of sturgeon cultivation in RAS conditions

Maxim' Yu. Rudnev, Maxim' M. Baranov, Ekaterina' G. Chernova

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

Abstract. This article examines the results of culturing sturgeon species in a recirculating aquaculture system (RAS). Changes in body weight, linear dimensions of individuals, biological characteristics, and economic efficiency of sturgeon farming are considered.

Keywords: sturgeon, Russian sturgeon, Lena sturgeon, weight dynamics, individual size, fish farming parameters, economic efficiency

Введение. Выращивание осетровых рыб в условиях установок замкнутого водоснабжения (УЗВ) позволяет эффективно контролировать качество воды, температуру, кормление и другие факторы, влияющие на рост и здоровье рыбы. Основные преимущества такого метода включают:

Преимущества выращивания осетровых в УЗВ

1. Контроль условий среды:

- возможность поддержания стабильной температуры воды, что важно для роста и развития осетровых;
- регулирование уровня кислорода и удаление отходов, что способствует улучшению качества воды.

2. Экономия ресурсов: в виде снижения потребления воды по сравнению с традиционными методами разведения; оптимизации использования корма благодаря контролю качества воды и условий содержания.

3. Повышение продуктивности за счет быстрого роста рыбы благодаря оптимальному микроклимату, рациону питания и увеличению выхода товарной продукции вследствие минимизации потерь и болезней.

4. Экологическая безопасность – минимальное воздействие на окружающую среду благодаря замкнутой системе водообеспечения, а также отсутствие сброса загрязненных сточных вод в природные водоемы.

Накопленный опыт свидетельствует, что выращивание осетровых в УЗВ позволяет достичь высоких показателей прироста массы тела и выживаемости молоди. Например, в некоторых хозяйствах удается добиться среднесуточного прироста около 1 г/сутки при начальной массе мальков 1-2 г. Это значительно превышает показатели традиционных методов разведения.

Кроме того, использование УЗВ позволяет сократить сроки достижения товарной массы (обычно 1-2 кг) до 18-24 месяцев, тогда как в открытых водоемах этот процесс занимает гораздо больше времени.

Таким образом, выращивание осетровых в условиях УЗВ является перспективным направлением аквакультуры, обеспечивающим высокую эффективность производства и экологическую устойчивость.

Материалы и методы. Объектом для исследований послужили особи русского и ленского осетров со средней массой около 130,0 г которые были разделены на 2 группы и размещены в бассейны УЗВ. Эксперимент проводился в течение 24 недель. В процессе опыта осуществляли контроль за ростом и развитием рыбы, наблюдали за параметрами водной среды. Для определения массы рыбы еженедельно проводились контрольные обловы и ее взвешивание на электронных весах.

Получение качественной животноводческой продукции зависит главным образом с использованием комбикормов высокого качества [4], поэтому в период эксперимента вопросам кормления особей уделялось пристальное внимание. Осетров кормили вручную три раза в сутки. Разовую порцию корма подбирали с учетом ее полной поедаемости гидробионтами. Комбикорм соответствовал данному уровню продуктивности. В его состав входили: рыбная мука, мясокостная мука, мука кровяная, пшеница, глютен кукурузный, глютен пшеничный, жир рыбий, премикс, незаменимые аминокислоты, а кроме того белки, жиры и витамины.

Результаты контрольных взвешиваний осетровых представлены на рисунке 1.

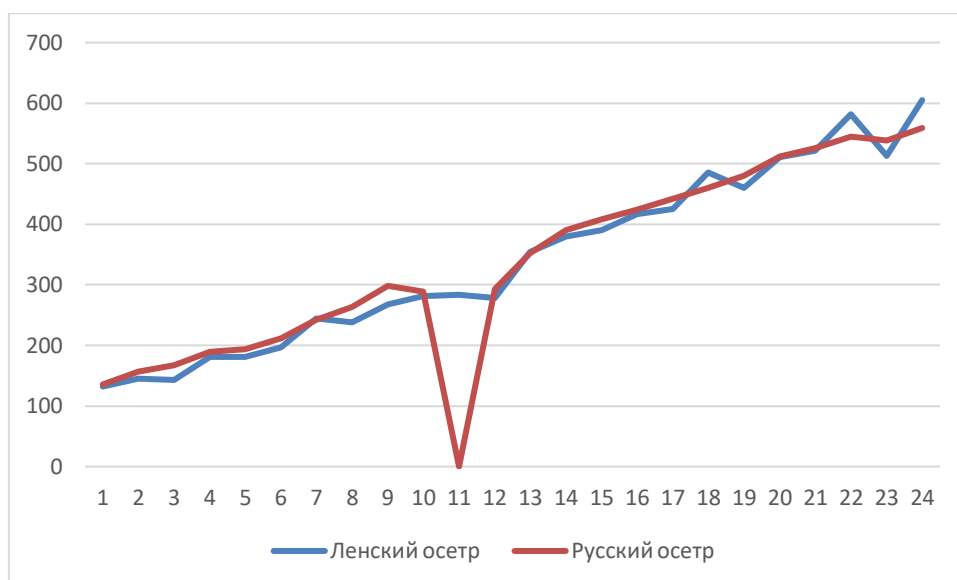


Рисунок 1 – Динамика роста массы осетровых, г

Приведённая таблица демонстрирует динамику роста массы двух видов осетровых рыб — ленского и русского осетров — в течение экспериментального периода продолжительностью 24 недели. Исходная масса обеих групп составила примерно одинаковую величину — чуть менее 135 граммов.

По мере прохождения каждой недели отмечается постепенное увеличение массы особей. Однако темпы роста значительно различаются между двумя группами. Уже начиная со второй недели видно преимущество русского осетра в скорости прибавления массы. К примеру, на четвертой неделе средний вес русского осетра составил 190 г, тогда как ленский осетр имел массу лишь 181,3 г.

Несмотря на некоторые колебания, общая тенденция к увеличению массы сохраняется вплоть до конца опыта. За полный период русские осетры продемонстрировали общий прирост массы на 423,7 грамма, тогда как ленские осетры набрали дополнительно 472,9 грамма. Таким образом, хотя исходные показатели были схожими, ленский осетр оказался немного эффективнее в плане абсолютного увеличения массы за всё время наблюдения.

Размерные параметры осетровых за период эксперимента отражены в таблице 1.

Таблица 1 – Размерные параметры осетровых

Показатель	Ленский осетр	Русский осетр
Начало эксперимента: длина тела, см	38,0	38,5
высота тела, см	4,0	4,1
обхват тела, см	11,9	12,0
Конец эксперимента: длина тела, см	53,0	50,0
высота тела, см	6,5	6,3
обхват тела, см	18,9	19,0

Таблица 1 отражает изменение основных размерных характеристик (длина, высота и обхват тела) ленского и русского осетров в ходе эксперимента. Ленский осетр увеличился в длине с 38,0 см до 53,0 см, что составляет прирост на 15,0 см. Русский осетр вырос с 38,5 см до 50,0 см, показывая прирост на 11,5 см.

Рыбоводно-биологические показатели осетровых демонстрирует таблица 2.

Таблица 2 – Рыбоводно-биологические показатели

Показатель	Ленский осетр	Русский осетр
Количество особей в начале опыта, экз.	300	300
Количество особей в конце опыта, экз.	240	246
Начальная масса, г	132,1	135,3
Конечная масса, г	605,0	559,0
Общая ихтиомасса в начале эксперимента, кг	39,63	40,59
Общая ихтиомасса в конце эксперимента, кг	145,20	137,51
Прирост за весь период, кг	105,57	96,92
Сохранность, %	80	82

Таким образом, ленский осетр проявил больший относительный прирост длины тела по сравнению с русским осетром. Начальная высота тела ленского осетра равнялась 4,0 см, а к концу эксперимента увеличилась до 6,5 см, увеличившись на 2,5 см. Высота тела русского осетра выросла с 4,1 см до 6,3 см, прирост составил 2,2 см. Здесь также наблюдается превосходство ленского осетра по росту высоты тела.

Первоначально обхват тела ленского осетра составлял 11,9 см, а к финалу эксперимента увеличился до 18,9 см, приведя к приросту на 7,0 см. Обхват тела русского осетра возрос с 12,0 см до 19,0 см, демонстрируя прирост на 7,0 см. Обхват тела у обоих видов изменился одинаково.

Ленские осетры демонстрируют большую интенсивность роста по основным параметрам размеров тела (длине и высоте), в то время как по параметру обхвата тела оба вида имеют одинаковые показатели прироста. Эти данные позволяют сделать выводы относительно морфологической адаптации и особенностей развития осетровых в контролируемых условиях.

Экономическая эффективность выращивания осетровых представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Экономическая эффективность выращивания осетровых

Показатели	Ленский осетр	Русский осетр
Стоимость 1 малька, руб.	45,0	45,0
Стоимость посадочного материала, тыс. руб.	13,5	13,5
Стоимость кормов, тыс. руб.	39,59	36,35
Прочие затраты, тыс. руб.	43,50	53,24
Себестоимость 1 ц рыбы, руб.	83,09	89,85
Цена реализации 1 ц рыбы, тыс. руб.	95,0	95,0
Прибыль от реализации 1 ц продукции, руб.	11,91	5,15
Уровень рентабельности, %	14,33	5,73

Таблица демонстрирует экономическую эффективность двух видов осетровых рыб (ленского и русского осетра) во время эксперимента. Себестоимость выращивания 1 ц ленского осетра оказалась на 6,76 тыс. руб. меньше по сравнению с русским осетром, соответственно и прибыль от реализации 1 ц ленского осетра была выше. Уровень рентабельности также у ленского осетра превысил на 8,6 % русского.

Список источников

11. Васильев А.А., Руднева О.Н., Руднев М.Ю., Гуркина О.А., Торопова В.В. Планирование технологических процессов в аквакультуре: учебное пособие. Саратов, 2022. 135 с.
12. Гуркина О.А., Вилутис О.Е., Седов М.А., Герасимов В.В. Результаты выращивания ленского осетра и гибрида «ленский осетр × русский осетр» в садках // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации. Саратов, 2022. С. 33-39.
13. Гуркина О.А., Руднева О.Н., Буткевич А.Д. Эффективность выращивания гибрида ролов условиях садкового хозяйства, расположенного в IV рыболовной зоне // Водные биоресурсы и аквакультура Юга России. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. 2022. С. 36-39. 0
14. Гуркина О.А., Руднева О.Н., Вилутис О.Е., Бульина Ю.В. Оценка роста, развития и товарных качеств ленского осетра, выращенного в различных условиях // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2022. № 2 (69). С. 148-151.
15. Гуркина О.А., Руднева О.Н., Крюков А.В. Изучение влияния миллиметровой микроволновой терапии на рост и развитие ленского осетра при выращивании в УЗВ // Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии. Брянск. 2021. С. 41-45.
16. Гуркина О.А., Руднева О.Н., Михайлов И.В. Экономическая эффективность совместного выращивания рыбы и овощей в условиях аквакомплекса // Проблемы и перспективы инновационного развития мирового сельского хозяйства. Саратов, 2021. С. 32-35.

17. Гуркина О.А., Руднева О.Н., Рубанова М.Е., Краснов С.В., Краснов М.В. Выращивание осетровых рыб в садках на примере ИП «Вертей Владимир Владимирович» // Инновационное развитие животноводства в современных условиях. Брянск. 2021. С. 119-125.

18. Качественные корма – путь к получению высокой продуктивности животных и птицы и экологически чистой продукции/ Л.Н. Гамко, В.Е. Подольников, И.В. Малявко, Г.Г. Нуриев, А.Т. Мысик // Зоотехния. -2016. №5-С. 6-7.

19. Поддубная И.В., Гуркина О.А., Руднева О.Н., Кудряшова Е.В. Влияние β-циклодекстринов с левофлоксацином на рост и развитие гибрида русского и сибирского осетра // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2023. № 1 (72). С. 70-74.

20. Руднев М.Ю., Васильев А.А., Руднева О.Н., Гуркина О.А. Перспективы выращивания осетра в установке малой мощности с применением технологии аквапоники // Аграрный научный журнал. 2022. № 9. С. 72-75.

21. Торопова В.В., Гуркина О.А., Руднева О.Н., Кривова А.В. Импортозамещение в рыбной промышленности как определяющий фактор повышения уровня продовольственной безопасности // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации. Саратов, 2022. С. 181-187.

©Руднев М. Ю., 2025

©Баранов М. М., 2025

©Чернова Е. Г., 2025

Исследования химического состава мяса африканских сомов

Оксана Николаевна Руднева, Ангелина Алексеевна Крикунова
Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. Настоящая работа посвящена изучению химического состава мяса африканских сомов. Исследование охватывает широкий спектр показателей, характеризующих пищевую ценность и безопасность продукта. Проведен комплексный анализ основных компонентов мяса, включая содержание белков, жиров.

Ключевые слова: химический состав, африканские сомы, аквакультура, белки, липиды, микроэлементы, питательная ценность

Studies of the chemical composition of African catfish meat

Oksana' N. Rudneva, Angelina' A. Krikunova
Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after
N.I. Vavilov,
Saratov

Abstract. This work is devoted to the study of the chemical composition of the meat of African catfish. The study covers a wide range of indicators characterizing the nutritional value and safety of the product.

A comprehensive analysis of the main components of meat, including the content of proteins, fats.

Keywords: chemical composition, African catfish, closed-circuit water supply system, aquaculture, proteins, lipids, trace elements, nutritional value

Введение. Африканский клариевый сом принадлежит к классу лучеперых рыб (Actinopterygii), отряду сомообразных (Siluriformes), семейству клариевых (Clariidae) и роду клариусов (Clarias). Согласно систематической классификации, семейство клариевых сомов (Clariidae) объединяет порядка 15 родов, объединяющих около 100 видов, распространение которых ограничено регионами Африки, Юго-Восточной и Малой Азии.

Африканский сом (*Clarias gariepinus*) весьма перспективен в качестве объекта рыборазведения благодаря ряду уникальных свойств. Эта рыба способна обитать в пресноводных водоемах с низкой прозрачностью воды, выдерживает значительные колебания температур и недостаточное количество кислорода [1].

Африканский сом легко приспосабливается к широкому диапазону климатических условий и типов водоемов.

Также он достигает товарных размеров за короткий период времени, обладая высокой скоростью набора веса и низким потреблением корма, что делает его экономически эффективным объектом разведения. Уже через 6-8 месяцев рыба достигает рыночного размера (около 500 грамм), а к первому году жизни масса сома может достигать 1 кг [2].

Один из ключевых аспектов успешности любого рыбоводческого проекта — это коэффициент конверсии корма, который для африканского сома находится в диапазоне от 1,2 до 1,5, то есть на каждый килограмм прибавленного веса расходуется примерно столько же килограммов корма.

Мясо сома высоко оценивается потребителями за низкую калорийность, нежность и сочность. Мясо африканского сома отличается хорошим вкусом, мягкостью и приятным ароматом. Оно содержит значительное количество белка и малое количество жира, что делает его подходящим продуктом для здорового питания. Содержание жирных кислот омега-3 и омега-6 придает мясу полезные свойства, важные для сердца и сосудов [3]. Благодаря крупным размерам и высокому выходу филе (до 60%), африканский сом отлично подходит для промышленной обработки.

Разведение африканского сома осуществляется несколькими способами.

Прудовая система предполагает создание специальных прудов, где выращиваются мальки сома. Такая технология проста в реализации и подходит для небольших фермерских хозяйств [4].

Установки замкнутого водоснабжения (УЗВ), позволяют контролировать температуру, кислородный режим и чистоту воды. Этот метод широко применяется в промышленном масштабе и позволяет добиться максимальной плотности посадки и ускоренного роста [5].

Интегрированные системы, объединяющие сочетание нескольких методов, например, комбинирование прудового и бассейнового подходов, что увеличивает общую эффективность предприятия [10,11].

Материал и методика исследований. Исследования проводились в Вавиловском университете в научно-исследовательской лаборатории «Прогрессивные биотехнологии в аквакультуре» кафедры «Генетика, разведение, кормление животных и аквакультура». Объектами исследований являлись особи африканского клариевого сома. Эксперимент осуществляли в условиях аквариумной установки.

Качество клариевого сома определяли по органолептическим, физико-химическим показателям.

Органолептическую оценку рыбы проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 7631-2008 [6], отбор проб и подготовку их к исследованиям – ГОСТ 31339-2006 [7].

Определение физико-химических показателей осуществляли по ГОСТ 7636-85 [8].

Результаты исследований. Результаты осмотра внешнего вида клариевого сома представлены в таблице 1.

Таблица 1– Результаты осмотра внешнего вида клариевого сома

Показатель	Характеристика
Глаза	Выпуклой формы, роговица прозрачная
Жабры	Ярко-красные, чистый внешний вид, отсутствуют запах и слизь
Слизь	Чистая, прозрачного цвета, без посторонних запахов
Мышечная ткань	Мышцы плотные и эластичные, при лёгком надавливании углубление мгновенно исчезает, мякоть крепко удерживается на костях, срез натурального оттенка
Брюшко	Брюшная область здоровая, без изменений и отклонений
Анальное отверстие	Розоватого цвета, ровное, без признаков припухлости
Внутренности при вскрытии	Ясно различимы, легко отделяются друг от друга, без запаха. Органы внутри тела чётко видны, свободно отделяются друг от друга

Данные, представленные в таблице помогают оценить степень свежести и качество рыбы, обеспечивая уверенность в её безопасности и высоком уровне пищевой ценности.

При определении длины, рыбу помещали на плоскую поверхность и измеряли линейкой по прямой линии от вершины рыла до начала хвостового плавника (для промысловой длины). Результаты измерений показаны в таблице 2.

Таблица 2 – Размеры клариевого сома, см

Показатель	Значение
Абсолютная длина	52,3
Промысловая длина	45,3
Длина головы	11,2
Длина хвостового плавника	7,0
Длина тушки	34,1
Высота тела	8,1

Массовая доля составляющих частей рыбы изменяется в зависимости от пола особи, ее физиологического состояния, сезона и прочих факторов. Так, разница в половом составе связана с неодинаковым размером и весом половых желез у самцов и самок, а изменения в течение года обусловлены колебаниями величины половых органов в ходе созревания и периода нереста, а также изменениями интенсивности питания и степени упитанности рыбы. По мере взросления рыбы наблюдается увеличение массы съедобных частей вследствие накопления жировой и мышечной тканей.

Данные, полученные в ходе разделки клариевого сома отражены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты разделки рыбы

Показатель	Масса частей тела	
	кг	% от общей массы
Целая рыба	1,050	100
Тушка	0,655	62,4
Филе	0,475	45,2
Икра	0,088	8,4
Голова	0,212	20,2
Плавники	0,036	3,4
Кости	0,094	8,9
Внутренности	0,102	9,7

Данные таблицы показывают, что процент выхода составляет 62,4 %, а чистого филе — 45,2 %. Объем внутренних органов составляет 9,7 % от общей массы рыбы. Практически полное отсутствие межреберных костей и значительная доля мышечной ткани делают клариевого сома привлекательным объектом для дальнейшей переработки.

Таблица 4– Химический состав мышечной ткани клариевого сома

Показатель	Значение, %
Влага	76,2
Липиды	6,7
Белок	16,8
Зола	0,3

Изучение качественных характеристик мяса клариевого сома выявило следующее: средний уровень влажности составил 76,2 %, содержание белка — около 16,8 %, а жира — примерно 6,7 % (таблица 4).

Заключение. Таким образом, африканский сом представляет собой интересный и многообещающий объект для развития рыбоводческой индустрии, способствующий увеличению ассортимента высококачественных продуктов питания и улучшающий экономику сельскохозяйственных предприятий.

Список источников

1. Власов В. А. Выращивание клариевого сома (*Clarias gariepinus* Burchell) при различных условиях содержания и кормления / В. А. Власов // Рыбоводство и рыб. хоз-во. – 2014. – № 5. – С. 23–32.
2. Власов В. А. Рост и развитие африканского сома (*Clarias gariepinus* Burchell) в зависимости от условий кормления и содержания / В. А. Власов // Изв. Тимирязев. с.-х. акад. – 2009. – № 3. – С. 148–153.
3. Использование биологически активных кормовых добавок для повышения пищевой ценности икры африканского клариевого сома / В.Н. Любомирова, Е.М. Романова, В.В. Романов, Е.В. Спирина // Вестник Ульяновской ГСХА. 2021. №4 (56). С. 102-107.

4. Клариевый сом *Clarias gariepinus* при задачах искусственного воспроизводства /М.Л. Калайда, Е.С. Пиганов, А.А. Калайда, М.Ф. Хамитова // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации: материалы V национальной научно-практической конференции, Калининград – 22-23 октября 2020 г. / под ред. А.А. Васильева; Саратовский ГАУ. – Саратов: Амирит, 2020. – 252 с.

5. Петрова Ю. В. Характеристика химического состава рыб / Ю. В. Петрова, В. Н. Любомирова, А. А. Либерман // Профессиональное обучение: теория и практика: Материалы IV Международной научно-практической конференции, посвященной актуальным вопросам профессионального и технологического образования в современных условиях, Ульяновск, 31 мая 2021 года. – Ульяновск: Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова, 2021. – С. 722-729.

6. Рыба, морепродукты и продукция из них. Метод определения массовой доли белка, жира, воды, фосфора, кальция и золы спектроскопией в ближней инфракрасной области: ГОСТ 31795-2012. – Введ. 01.01.2016. – Минск: Госстандарт, 2016. – 12 с.

7. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработка. Методы анализа: ГОСТ 7636-85. – Взамен ГОСТ 7636-55. Введ. 01.01.1986. – М.: Межгосударств. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1985. – 123 с.

8. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей: ГОСТ 7631-2008. – Взамен ГОСТ 7631-85; введ. РБ 01.09.09. – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2009. – 19 с.

9. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб: ГОСТ 31339-2006. – Взамен ГОСТ 7631-85; введ. 30.06.2008. – М.: Стандартиформ, 2010. – 12 с.

10. Таразевич Е. В., Яρμοш В. В. Отдельные этапы технологии формирования и использования ремонтно-маточного стада клариевого сома (*Clarias gariepinus*) // Животноводство и ветеринарная медицина. 2023. №1. С.14-20.

11. Фатталахи М. Весовой и линейный рост африканского сома (*Clarias gariepinus* Burchell) в зависимости от факторов среды и качества корма / М. Фатталахи // Рыбоводство и рыб. хоз-во. – 2008. – № 1. – С. 42–53.

© Руднева О.Н., 2025

© Крикунова А.А., 2025

Требования к качеству воды при выращивании молоди муксуна

Антон Адленович Савин, Василий Валентинович Сучков

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

Аннотация. Статья посвящена основным требованиям к качеству воды, необходимым для успешного выращивания молоди муксуна. Рассматриваются важнейшие физические и химические параметры водной среды, влияющие на жизнедеятельность и рост рыбы. Особое внимание уделено таким показателям, как температура воды, уровень растворённого кислорода, водородный показатель (pH), концентрация аммония, нитритов и нитратов. Приводятся предельно допустимые значения каждого параметра, позволяющие создать оптимальные условия для здорового развития молоди муксуна. Акцентируется необходимость регулярного мониторинга качества воды и принятия мер по устранению возможных нарушений, что обеспечит повышение эффективности процессов рыбоводства.

Ключевые слова: авакультура, сиговые, молодь, муксункачество воды, содержание кислорода, гидрохимия

Water quality requirements for breeding juvenile muksun

Anton' A. Savin, Vasily' V. Suchkov

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

Abstract. This article examines the key water quality requirements for the successful rearing of juvenile muksun. It examines the most important physical and chemical parameters of the aquatic environment that influence fish life and growth. Particular attention is paid to such parameters as water temperature, dissolved oxygen levels, hydrogen ion (pH), and ammonium, nitrite, and nitrate concentrations. Maximum permissible values for each parameter are provided, allowing for optimal conditions for the healthy development of juvenile muksun. The need for regular water quality monitoring and measures to eliminate potential violations is emphasized, thereby improving the efficiency of fish farming processes.

Keywords: aquaculture, whitefish, juvenile muksun, water quality, oxygen content, hydrochemistry

Муксун (*Coregonus muksun*) принадлежит к семейству сиговых и

распространён преимущественно в бассейне сибирских рек Северного Ледовитого океана. Особенность этого вида заключается в положительном восприятии слабосоленых морских вод, что открывает перспективы для его культивирования в специализированных хозяйствах России и стран Северной Европы [3, 12,14].

Форма тела муксуна характеризуется вытянутостью и уплощенностью с боков, переходящей плавно от приподнятой головы к туловищу. Внешняя окраска представлена тёмной спиной, серебристыми боками и почти белым животом [7,8]. По калорийности мясо муксуна обладает высоким показателем полезности — 121 ккал на 100 г продукта. Богатый источник полезных микроэлементов и витаминов, среди которых белок, витамины группы РР, а также микроэлементы (цинк, хлор, никель, молибден, фтор и хром), делают муксуна ценным пищевым продуктом, полезным для сердечно-сосудистой системы благодаря содержанию полиненасыщенных жирных кислот [5,6].

Процесс выращивания муксуна отличается высокими показателями выживаемости и продуктивности [11,13]. Один из ключевых объектов такого типа рыбоводства — Собский рыбоводный завод, расположенный на берегах реки Собь в Ямало-Ненецком автономном округе. Завод специализируется на восстановлении популяции ценных пород рыб, компенсируя ущерб окружающей среде, вызванный деятельностью предприятий в регионе. Оснащённый современными технологиями, завод осуществляет полный цикл воспроизводства муксуна и других сиговых, начиная от инкубации икры и заканчивая выращиванием жизнестойкой молоди в условиях замкнутого водоснабжения.

Основные этапы искусственного воспроизводства муксуна:

1. Заготовка производителей. Взрослые половозрелые особи отлавливаются в естественных местах нереста, чаще всего осенью.
2. Инкубация икры. Икра проходит стимуляцию посредством инъекций гормонов, после чего размещается в специально оборудованных инкубаторах при температуре от +1 до +3°C.
3. Развитие личинок. Спустя примерно 140-160 дней вылупившиеся личинки начинают питаться собственными запасами желтка, позже переключаясь на специализированные корма.
4. Уход и кормление. Молодь получает высококачественный рацион, богатый необходимыми веществами, а постоянный контроль за состоянием воды помогает поддерживать высокое качество рыбы.
5. Выпуск молоди. После достижения необходимой стадии развития молодь выпускается обратно в природные водоёмы, способствуя увеличению численности вида и улучшению экосистемы региона.

Искусственное воспроизводство муксуна служит важной частью усилий по сохранению и возобновлению популяций этой ценной промысловой рыбы [16,17].

При разведении рыб, в частности сиговых, очень важным является качество водной среды. О качестве водной среды обычно судят по величинам

гидрохимических показателей, знание которых позволяет многосторонне оценить абиотические условия и получить представление о возможностях развития биоты. При выращивании муксуна качество воды играет ключевую роль, поскольку этот вид рыбы чувствителен к условиям среды обитания. Основные требования к качеству воды включают физико-химические и биологические показатели.

Физико-химические показатели качества воды оказывают непосредственное влияние на жизнь и развитие рыб, поэтому важно обеспечивать их стабильность и соответствие оптимальным параметрам. К ним относятся (температура воды, концентрация растворенного кислорода, водородный показатель, аммонификация и нитрификация, солёность, жесткость воды, цветность и прозрачность, биологическую активность (БПК₅ и ХПК), углекислый газ [1,4,6].

Сиговые рыбы относятся к холодолюбивым видам. Оптимальная температура для их существования и активного роста — от +1 до +15°C. Повышение температуры выше +15°C негативно влияет на аппетит, развитие и выживаемость особей. Необходимое минимальное содержание кислорода в воде — не менее 6-8 мг/л. Низкий уровень кислорода вызывает стресс, снижает сопротивляемость болезням и приводит к массовому падежу рыбы. Необходимо поддерживать рН воды в диапазоне 6,5-8,5. Отклонения от этого диапазона отрицательно сказываются на обмене веществ и общем состоянии рыбы. Кислая среда отрицательно сказывается на здоровье рыб [9,10].

Максимальная допустимая концентрация аммония (NH₃) — не более 0,1 мг/л, нитритов (NO₂⁻) — не более 0,05 мг/л. Высоко токсичные соединения пагубно воздействуют на молодь и взрослых особей. Допустимо содержание нитратов (NO₃⁻) до 50 мг/л. Высокие концентрации нитратов подавляют аппетит и тормозят рост рыбы. Оптимальная солёность воды для сиговых рыб — менее 0,5 промилле (‰). Они прекрасно приспособлены к пресной воде и страдают от повышенного содержания солей.

Жесткость воды оптимальна в пределах 4—8° dH. БПК₅ не должно превышать 3 мг O₂/л, ХПК (химическое потребление кислорода) — 15 мг O₂/л. Высокая концентрация органических веществ снижает уровень кислорода и ухудшает условия содержания.

Одним из конечных продуктов метаболизма организмов является углекислый газ. Его содержание в воде в пределах 5-20 мг/л безопасно для жизни рыб. Значительное увеличение CO₂ выше 20 мг/л угнетает газообмен рыб и может привести к их гибели. Высокому содержанию CO₂ могут способствовать большие плотности посадки рыб, слабая проточность, обилие водорослей, поступление органических соединений извне.) [2].

Вода должна быть прозрачной, свободной от крупных взвесей и примесей, обладающей низкой цветностью, чтобы способствовать лучшей видимости и ориентированию рыб.

Также на состояние рыб оказывают влияние биологические факторы. В ней должны отсутствовать опасные бактерии, паразиты и прочие возбудители

инфекций, способные повлиять на здоровье рыбы [10,15]. Поэтому необходимо проводить регулярную очистку емкостей от органических остатков и ила.

Экспериментальные работы проводились в ООО «Научно-производственное объединение “Собский рыбоводный завод”. Технология бассейнового подращивания предусматривала поддержание необходимого температурно-газового режима, контроль за качеством воды, обеспечение нормативного уровня воды и её проточности, соблюдение режима кормления, контроль за поедаемостью кормов, своевременную чистку бассейнов от остатков несъеденного корма и прочих загрязнений, удаление погибших рыб, контроль за эпизоотическим состоянием, проведение профилактических и при необходимости лечебных мероприятий.

Для выращивания личинок использовали восьмиугольные пластиковые бассейны с круговым движением воды и центральным водосливом.

Цель исследований заключалась в изучении качества воды для выращивания муксуна. Для изучения гидрохимического состава воды использовали общепринятые методики. Измерение водородного показателя проводилось с помощью рН метра, а для определения количества нитритов, нитратов и др. соединений использовался спектрометр НАСН DR 3900 [2,13].

Результаты эксперимента. Результаты изучения физико-химических показателей водной среды приведены в таблице 1.

Гидрохимический состав среды в рыбоводных емкостях представлен в таблице 1.

Таблица 1 –Химические показатели воды в бассейнах

Показатель	Фактические данные	Требования ОСТ 15.372.87
рН	7,3	7,0–8,0
Кислород, мг/л	9,3	Не менее 9,0
Цветность, градусы	25	30,0
Азот аммонийных соединений, мг/л	0,47	0,50
Азот нитритов, мг/л	0,03	0,05
Азот нитратов, мг/л	0,9	1,0
Фосфаты, мг/л	0,3	0,3
Общая жесткость, мг–экв/л	9,7	8,0–12,0
Сероводород, мг/л	0	0
Железо общ., мг/л	0,1	0,1

Результаты проведенного гидрохимического анализа показали, что вода в рыбоводных емкостях в период научного опыта полностью соответствовала предъявляемым требованиям ОСТ 15.372.87. «Охрана природы. Гидросфера. Вода для рыбоводных хозяйств. Общие требования и нормы» для выращивания лососевых в бассейнах.

Заключение.

Соблюдение параметров качества воды позволяет создать подходящие условия для выращивания и повышения продуктивности муксуна. Регулярное

наблюдение и поддержание нужных характеристик воды способствуют снижению риска потерь и повышению прибыли предприятия.

Список источников

1. Анализ качественных показателей воды прудов ООО «Мечетка» (Саратовская область) при различных технологиях выращивания рыбы / О. А. Гуркина, И. В. Поддубная, О. Н. Руднева [и др.] // Аграрная Россия. – 2024. – № 4. – С. 40-43.
2. Арефьева Ю. В. Требования к качеству воды при выращивании муксуна в садках / Ю. В. Арефьева, О. А. Гуркина, И. А. Китаев // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации: материалы VI национальной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 06–07 сентября 2021 года. – Саратов: Амирит, 2021. – С. 4-9.
3. Богданова В.А. Особенности биологии муксуна, *Coregonus muksun*, золотистой окраски. / В.А. Богданова, В.В. Костюничев, Е.А. Кондакова //Мат. III нац. Научно–практической конференции «Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны», 2018. С. 26–31.
4. Влияние прудовой аквакультуры на качественные характеристики воды реки Караман / О. А. Гуркина, О. Н. Руднева, В. Б. Крючков, М. О. Стрыгин // Актуальные проблемы и перспективы рыболовства, аквакультуры и экологического мониторинга водных экосистем РФ: Материалы Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), Махачкала, 30 марта 2022 года. – Махачкала: ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, 2022. – С. 127-135.
5. Гайденок Н.Д. Анализ морфометрических показателей сиговых / Н.Д. Гайденок, А.И. Пережилин // Мат. межд. конф. «Современное состояние и развитие аквакультуры: экологическое и ихтиопатологическое состояние водоемов и объектов разведения, технологии выращивания», 2020.С. 233–239.
6. Гидробиологические и гидрохимические исследования реки Волга / Н. С. Цаплина, О. А. Гуркина, О. Н. Руднева, А. В. Гусаров // 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. 235-239.
7. Жуков О.Ю. Опыт выращивания молоди сиговых видов рыб в мини – УЗВ / О.Ю. Жуков, С.М. Семенченко // Современные научно–практические решения в АПК. 2017. С.301–306
8. Зайцев В.Ф.Искусственное воспроизводство муксуна *Coregonus muksun* (Coregonidae) в бассейне реки Иртыш. Проблемы и перспективы / В.Ф. Зайцев, Е.В. Егоров, А.К. Матковский, Е.А. Интересова, Л.А. Шиповалов// Вопросы рыболовства, 2019. Том 20. №4. С. 482–496
9. Исследование качества воды в прудах ООО «Энгельсский рыбопитомник» / И. В. Поддубная, О. А. Гуркина, А. А. Васильев [и др.] // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации: Материалы

VII национальной научно-практической конференции, Петропавловск-Камчатский, 05–08 октября 2022 года / Под редакцией И.В. Поддубной. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2022. – С. 141–149.

10. Колебание значений качественных характеристик водоемов саратовской области в течение вегетационного сезона / О. А. Гуркина, И. В. Поддубная, О. Н. Руднева, Т. М. Прохорова // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий: Материалы Международной научно-практической конференции, Саратов, 14–15 апреля 2022 года. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2022. – С. 460–466.

11. Колосовская Е.В. Исследование морфологии молоди муксуна природного происхождения и из аквакультуры/ Е.В. Колосовская // Мат. межд. науч.–прак. конф. «Актуальные вопросы рыболовства, рыбоводства (аквакультуры) и экологического мониторинга водных экосистем», 2018. С. 57–60.

12. Костюничев В.В. Методические рекомендации по выращиванию и формированию ремонтно-маточных стад сиговых рыб (пелядь, чир, муксун) в промышленных условиях на искусственных кормах / В.В. Костюничев, Л.М. Князева, А.К. Шумилина // Сборник методических рекомендаций по промышленному выращиванию сиговых рыб для целей воспроизводства и товарной аквакультуры. СПб.: ГосНИОРХ. 2012.- С.- 103–131.

13. Кузнецов В.В. Ленский муксун как перспективный объект рыбоводства и акклиматизации/В.В.Кузнецов //Вопросы рыболовства. 2012. Том 13. №: 2 (50) С. 294–306.

14. Литвиненко А. И. Современное состояние и проблемы восстановления запасов сиговых рыб Обь- Иртышского бассейна / А. И. Литвиненко, Я. А. Капустина, А. К. Матковский, С.М.Семенченко // Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб. 9 межд. науч.-производ. совещание. Тюмень, 2016. С. 57–60.

15. Маликов Б.Г. Из биологии муксуна бассейна р. Оби в связи с вопросом его охраны. Материалы по изучению Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 2001.- С.- 1–29.

16. Чаунина Е. А., Лаптев М. А., Перминов К. Л. Выращивание молоди муксуна в производственных условиях в Западной Сибири // ТППП АПК. 2021. №4. С.89–94.

17. Шумилина А.К. Сборник методических рекомендаций по промышленному выращиванию сиговых рыб для целей воспроизводства и товарной аквакультуры. / А.К. Шумилина. ФГБНУ «Государственный научно–исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства» (ФГБНУ «ГосНИОРХ»), ООО «Издательство Лема» 2012. 288 с.

© Савин А.А., 2025

© Сучков В.В., 2025

**Рыбоводно-биологическая характеристика карпа при использовании в
рационе поливалентной функциональной кормовой добавки**

**Елена Васильевна Свешникова, Елена Михайловна Романова, Василий
Васильевич Романов, Васелина Николаевна Любомирова**

Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина,
г. Ульяновск

Аннотация. В работе представлены результаты исследований по использованию в кормлении карпа поливалентной функциональной кормовой добавки «Правад».

Ключевые слова: карп, кормовая добавка, прирост, измерение, аквакультура

**Fish-farming and biological characteristics of carp using a polyvalent
functional feed additive**

**Elena' V. Sveshnikova, Elena' M. Romanova, Vasily' V. Romanov, Vaselina'
N. Lyubomirova**

Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin,
Ulyanovsk

Abstract: The paper presents the results of research on the use of the polyvalent functional feed additive "Pravad" in feeding carp fingerlings.

Key words: carp, fingerlings, feed additive, growth, measurement, aquaculture

Карп является основным объектом прудового рыбоводства в России. Благодаря быстрому росту, высоким пищевым и вкусовым качествам, широко распространено его выращивание как в специально созданных прудах, так и в природных водоёмах. При оптимальном уровне кормления карп показывает превосходные темпы развития и в условиях интенсивной бассейновой аквакультуры [3,4].

Современные методы рыбоводства ориентированы на ускоренный прирост массы и максимальную экономическую выгоду. Тем не менее, такие подходы часто нарушают баланс микроорганизмов в воде, способствуя распространению болезнетворных бактерий и ухудшению здоровья рыб, что негативно сказывается на показателях продуктивности [2,9].

В данных условиях целесообразно применять в рыбоводстве биологически активные добавки, улучшающие метаболизм и повышающие иммунитет рыб, что положительно сказывается на их биологическом состоянии и продуктивных качествах [1,9].

Поливалентная функциональная кормовая добавка «Правад» включает в себя культуру бактерий *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis*. Эти микроорганизмы устойчивы к неблагоприятным факторам ЖКТ, подавляют рост патогенных бактерий и способствуют нормализации кишечной микрофлоры [6]. В составе кормовой добавки также, присутствует комплекс витаминов (А, D₃, Е, В₁, В₂) и незаменимые аминокислоты [4,10].

Целью исследований стало изучение рыбоводных параметров карпа при использовании поливалентной функциональной кормовой добавки «Правад».

Материал и методы исследований.

В качестве объекта исследований использовали годовиков зеркального карпа (*Cyprinus spekularis*). Экспериментальная рыба (в количестве 60 особей) была разделена на опытную и контрольную группы. Исследования продолжались в течение 45 дней. В контрольной группе рыб использовали полнорационный гранулированный комбикорм (ОР). Карп в опытных группах вместе с основным комбикормом получал поливалентную функциональную кормовую добавку (КД) «Правад» в количестве 1 доза/кг корма.

Суточную норму корма рассчитывали по общепринятой методике, с учетом температуры воды и массы рыбы. Обогащение комбикорма кормовой добавкой проводили методом орошения.

В процессе эксперимента регулярно осуществлялся контроль за основными гидрохимическими показателями и температурой воды в рыбоводных бассейнах [8].

Контроль за ростом осуществлялся на старте опыта и по завершении (на 45-е сутки). Рыбоводно-биологические показатели определяли путём индивидуального взвешивания и измерения карпа. По результатам взвешиваний и измерений рыбы провели расчет коэффициента упитанности карпа [1,7].

Провели биометрическую обработку полученных данных с учетом среднего значения и ошибки средней в редакторе программы Microsoft Excel 2007. Достоверность различий средних значений оценивали по критерию Стьюдента [5].

Результаты исследований

Экспериментальные группы карпа формировали по принципу аналогов: одного возраста и одинаковой навески. Поэтому на начальном этапе исследований (0 сут.) значения живой массы карпа в контрольной и опытной группах были практически одинаковыми (рис. 1).

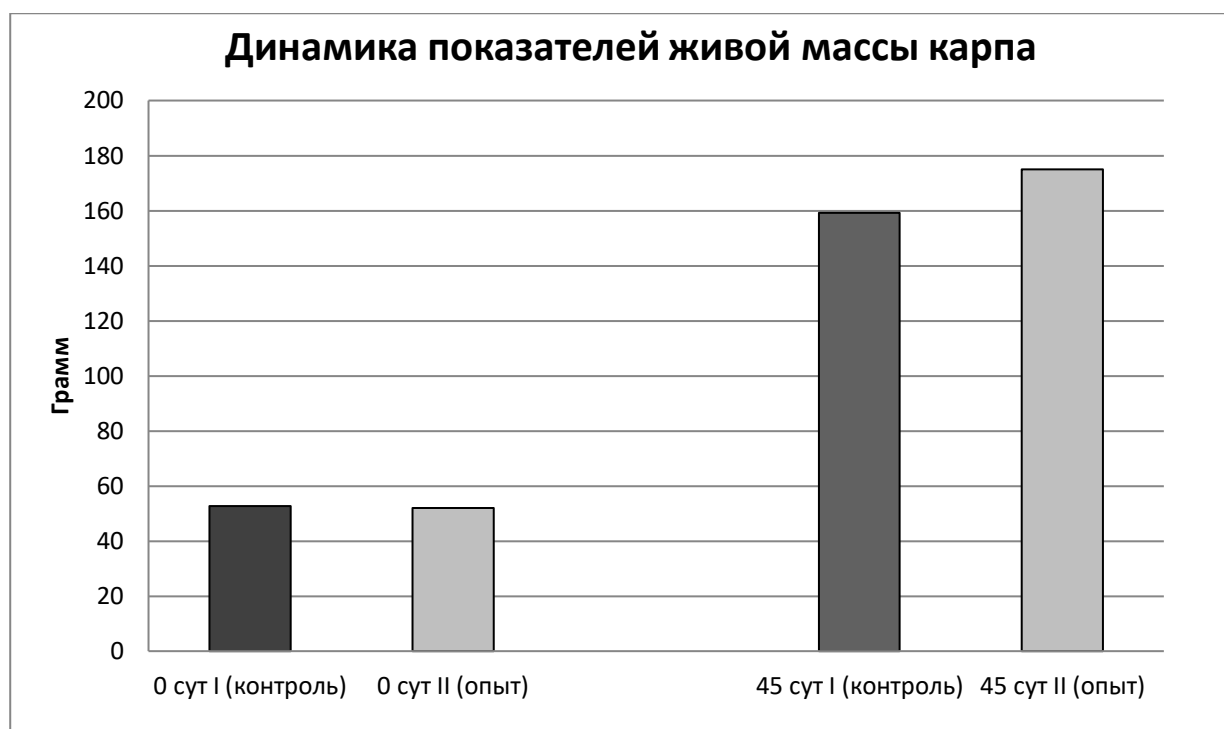


Рисунок 1 – Динамика значений живой массы карпа при использовании в
рационе КД «Правад»

Анализ динамики параметров живой массы карпа в ходе опыта показал, что применение исследуемой кормовой добавки оказало влияние на интенсивность роста рыбы. Так, средние значения живой массы карпа II-й опытной группы, получавшие с кормом КД «Правад» в конце контрольного периода (45 сут.) превышали на 10 % ($p < 0,05$) соответствующие параметры рыбы контрольной группы.

Расчет значений рыбоводных показателей карпа продемонстрировал достоверное увеличение средних приростов массы тела на 15,2 % у рыбы опытной группы, которой скармливали добавку «Правад» относительно особей контроля (таблица 1).

Таблица 1 – Рыбоводные показатели карпа

Карп (молодь)	Контроль (n=30)	Опыт (n=30)
Валовый вес (0 сутки), г	1580,90	1557,00
Валовый вес (45 сутки), г	4777,00	5233,00
Валовый привес, г	3196,10	3676,00
Средний привес на особь, г	$106,54 \pm 5,03$	$122,53 \pm 2,97^*$
Среднесуточный привес, г	$2,36 \pm 0,08$	$2,73 \pm 0,05^*$
Коэффициент упитанности (0 сутки)	$1,98 \pm 0,02$	$2,05 \pm 0,03$
Коэффициент упитанности (45 сутки)	$3,03 \pm 0,06$	$3,32 \pm 0,04^*$

Пояснение: * $p < 0,05$ в сравнении с контрольной группой

Анализ полученных данных показал, что средние суточные привесы карпа II экспериментальной группы увеличились на 15,6 % (при уровне значимости $p < 0,05$) относительно аналогичных показателей контрольной группы.

В результате, валовый привес карпа за период эксперимента во второй опытной группе составил 3676,0 г, что на 15 % больше соответствующих значений контроля.

При анализе рыбоводных характеристик карпа особое внимание уделяется показателю коэффициента упитанности (КУ). Наши исследования продемонстрировали, что исходные значения КУ у особей контрольной и экспериментальных групп были сопоставимы и варьировались в диапазоне от 1,98 до 2,05 (табл. 1).

По завершении эксперимента отмечалось значительное повышение массы тела у испытуемых рыб, причем значение КУ в каждой группе составило не ниже 3,03. Вместе с тем установлено статистически значимое повышение показателя КУ у карпов II экспериментальной группы, которое превысило аналогичные показатели контроля на 9,6 % ($p < 0,05$).

Результативность данных исследований возможно оценить посредством анализа экстерьерных характеристик карпа, полученных по итогам индивидуальных измерений. Морфометрические параметры карпа контрольной и опытной групп на фоне КД «Правда» приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Морфометрические параметры карпа на фоне КД «Правда»

Показатель	Исходные данные (0 сутки)		Данные на 45 суток	
	Группы		Группы	
	I Контроль	II Опыт	I Контроль	II Опыт
Зоологическая длина, (zoo_L), см	16,97 ± 0,19	16,66 ± 0,2	20,8 ± 0,26	20,83 ± 0,17
Промысловая длина, (com_L), см	13,8 ± 0,16	13,56 ± 0,18	17,34 ± 0,27	17,35 ± 0,16
Длина туловища, (body_L), см	9,68 ± 0,13	9,45 ± 0,17	12,33 ± 0,23	12,59 ± 0,13
Длина головы, (head_L), см	4,28 ± 0,05	4,23 ± 0,05	5,1 ± 0,07	5,09 ± 0,04
Длина хвостового стебля, (caudal_stem_L), см	2,05 ± 0,04	2,06 ± 0,04	2,99 ± 0,07	3,03 ± 0,05
Наибольшая высота тела, (body_height_max), см	5,3 ± 0,08	5,28 ± 0,08	6,79 ± 0,1	6,92 ± 0,11
Наименьшая высота тела, (body_height_min), см	1,65 ± 0,06	1,63 ± 0,06	2,5 ± 0,06	2,57 ± 0,05
Наибольший обхват тела, (body_girth_max), см	12,78 ± 0,12	12,75 ± 0,13	15,36 ± 0,22	15,78 ± 0,2
Наименьший обхват тела, (body_girth_min), см	3,92 ± 0,09	3,89 ± 0,08	5,46 ± 0,12	5,73 ± 0,08

Согласно полученным данным, использование биологически активной добавки в кормлении карпа не оказало статистически значимого влияния на морфометрические параметры исследуемой рыбы (табл. 2).

Стоит отметить, что за период эксперимента прирост общей (зоологической) длины карпа относительно первоначальных значений в опытных группах составил 3,8 см (контроль) и 4,2 см (II гр.).

Вместе с тем, наблюдалась тенденция к увеличению длины туловища у особей II опытной группы на 2,4 % относительно контроля, но данные значения не имеют статистической достоверности. Прослеживалась также, тенденция роста значений наибольшей высоты тела у особей II опытной группы (на фоне применения КД на 3,3 %, наибольшего обхвата на 3,0 % и наименьшего – на 5,0 % по сравнению с контролем, но результат статистически не подтверждается.

Выводы. Установлено, введение кормовой добавки «Правад» в комбикорма для карпа способствует увеличению его массы на 10 % ($p < 0,05$), а также повышению валового и суточных приростов на 15 %.

Список источников

1. 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.
2. Галатдинова И.А. Эффективность выращивания молоди карпа с использованием в кормлении препарата эмидонол / Вестник АПК Ставрополя. 2016. № 3 (23). С. 88-91.
3. Жигин А.В. Аквакультура как источник функциональных продуктов питания / А.В. Жигин, М.В. Сытова, Ю.И. Есавкин // Изв. ТИНРО. 2021. Т. 201. Вып. 4. С. 910–922.
4. Любомирова В.Н. Оценка эффективности использования кормовой добавки «Акваспорин» при выращивании карпа в условиях индустриальной аквакультуры / В.Н. Любомирова, Е.М. Романова, В.В. Романов, А.В. Васильев // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 1 (65). С. 178-184.
5. Лакин, Г. Ф. Биометрия: учеб. пособие / Г.Ф. Лакин. – Москва: Высшая школа, 1990. – 352 с.
6. Пономарева Е. Н. Сравнительная оценка молоди карпа, выращенной с применением пробиотических препаратов на основе различных штаммов *Bacillus* / Е.Н. Пономарева, М. Н. Сорокина, В. А. Григорьев, и др. // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2025. № 2. С. 83-96.
7. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Изд-во Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
8. Привезенцев, Ю. А. Использование теплых вод для разведения рыбы / Ю. А. Привезенцев. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 176 с.
9. Шленкина Т. М. Влияние поливалентной функциональной кормовой добавки «Правад» на показатели крови радужной форели в условиях аквакультуры / Т. М. Шленкина, Е. М. Романова, В. В. Романов, Е. С. Любомирова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 3(67). – С. 195-202.
10. Шленкина Т. М. Оценка влияния кормовой добавки "Правад" и ее компонентов на структуру лейкоцитарной формулы африканского сома / Т. М. Шленкина, Е. М. Романова, Л. А. Шадыева, А. В. Васильев // Вестник

Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 3(59). – С. 208-213.

©Свешникова Е. В., 2025

© Романова Е. М., 2025

© Романов В. В., 2025

© Любомирова В. Н., 2025

Научная статья
УДК: 576.8

**Неполное гельминтологическое исследование кеты тихоокеанской,
сентябрь 2025 г.**

Татьяна Сергеевна Шульга

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
г. Владивосток

Аннотация. В статье представлен материал по неполному гельминтологическому исследованию кеты тихоокеанской, обработанный автором в сентябре 2025 года.

Ключевые слова: кета тихоокеанская, гельминты, семейство *Anisakidae*

Incomplete helminthological study of Pacific chum salmon, September 2025

Tatiana' S. Shulgha

Far Eastern State Technical Fisheries University,
Vladivostok

Abstract. The article presents material on an incomplete helminthological study of Pacific chum salmon, processed by the author in September 2025.

Keywords: Pacific chum, helminths, family *Anisakidae*

Кета тихоокеанская является потенциальным носителем метациркаррий трематод вида *Nanophyetus saimincola schkhobalowi* опасных для здоровья человека в живом виде, согласно приложению 12 МУКа 3.2.3804-22, для выявления которых используется компрессорный метод [1].

Участок тела наиболее вероятной локализации метацеркариев освобождали от чешуи, затем острым скальпелем надрезали кожу по средней линии спины и двумя надрезами от первого надреза до боковой линии, выделяли участок средней трети спины. Кожу с вычлененного участка с помощью скальпеля отделяли, чтобы подкожная клетчатка оставалась на поверхности мышц. Затем срезали тонкие пластинки поверхностного слоя мышц толщиной 2-3 мм, размещали их на нижнем стекле компрессория, накрывая другим стеклом, сдавливали и просматривали с помощью микроскопа стерео.

Также кета тихоокеанская является потенциальным носителем личинок, плероцеркоидов *Dibothriocephalus nihonkainsis* (лентец дальневосточный) (*D. klebanovskii*, *D. luxi*), личинок семейства *Anisakidae* и личинок скребней рода *Corynosoma* и *Bolbosoma*, опасных для здоровья человека, согласно приложению 12 МУКа 3.2.3804-22, для выявления которых используется метод параллельных разрезов [1].

Мышечную ткань разрезали острым скальпелем на пластинки толщиной до 5 мм, затем раздвигали и просматривали в падающем свете невооружённым глазом.

Обнаруженных личинок гельминтов сравнивали с дифференциальными признаками и морфологическими особенностями личинок гельминтов (табл. 1) при помощи приложений 2-3, 5-11 МУКа 3.2.3804-22 [1].

Таблица 1 – Результат осмотра гельминтологического осмотра кеты тихоокеанской

Вид гельминта	Дифференциальные признаки и морфологические особенности личинок гельминтов
<i>Dibothriocephalus nihonkainis</i> (лентец дальневосточный)	Не соответствует
<i>Nanophyetussalminocolaschikhobalowi</i>	Не соответствует
<i>Anisakis simplex</i>	Соответствует
<i>Corynosoma, Bolbosoma</i>	Не соответствует

Таблица составлена по данным автора.

В результате осмотра были обнаружены личинки нематод семейства *Anisakidae* – *Anisakis simplex*.

Затем произвели подсчёт паразитов, выделенных в кете тихоокеанской (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты подсчёта выделенных личинок гельминтов из кеты тихоокеанской

Число паразитов в рыбе	Число экземпляров, содержащих соответствующие количества паразитов	Общие количества паразитов в кете, зараженной одинаково
0	4 – число незараженных рыб	0
1	2	2
3	3	9
7	2	14
13	1	13
22	1	22
43	1	43
132	1	132
56	1	56
58	1	58
83	1	83
88	1	88
95	1	95
132	1	132
174	1	174

205	2	410
Всего обследовано рыб	24	
Заражённые экземпляры	20	
Общее число паразитов в выборке		1331
Масса выборки, кг	35,296	

Таблица составлена по данным автора.

В процессе были подсчитаны следующие показатели: экстенсивность инвазии (Э. И.), интенсивность инвазии (И. И.), индекс обилия (И. О.) и среднее число паразитов на 1 кг массы ($K_{расч.}$).

1. Э. И.: $\frac{20}{24} \times 100 = 83,3 \%$;
2. И. И.: $0 \div 205$;
3. И. О.: $\frac{1331}{24} = 55,5$;
4. $K_{расч.}$: $\frac{1331}{35,296} = 0,03$.

Автором планируется дальнейшее гельминтологическое исследование кеты тихоокеанской в последующие года.

Список источников

1. МУК 3.2.3804-22 Профилактика паразитарных болезней. Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки // Утверждены Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации А.Ю. Поповой 2 декабря 2022 г.

© Шульга Т. С., 2025

Содержание

1	Байдоров И.В., Сафонова С.С., Кандыбин А.А., Пантелеев А.А., Бубунец Э.В. Применение препаратов SeraAquatane и ApiStresscoat+ при перевозке малька американского гольца (<i>Salvelinus fontinalis</i> Mitchell, 1814).	4
2	Бонк А.А.К вопросу использования гнезд-инкубаторов для искусственного разведения тихоокеанский лососей в Камчатском крае.	11
3	Бульина Ю.В. Профессиональная терминология в подготовке специалистов в сфере водных биоресурсов и аквакультуры как основа коммуникативной компетенции.	16
4	Волкова А.Ю., Хуобонен М.Э., Пояркова Т.А. Селекционно-племенная работа с радужной форелью в Республике Карелия.	19
5	Воронин В.Н., Кудрявцева Т.М., Печенкина А.А. Метацеркарии из мускулатуры пресноводных рыб водоёмов Северо-Запада РФ и их идентификация.	25
6	Гуркина О.А., Гашников А.С., Шатохин В.В. Результаты выращивания гибрида русско-ленского осетра в установке замкнутого водоснабжения.	32
7	Ермаков М.Д., Назаров О.О. Влияние комбикорма с добавкой вермимуки на рост и развитие молоди осетра.	37
8	Забелина М.В., Таловерко А.Ю. Динамика живой массы радужной форели при использовании в кормлении добавки на основе метанооксидающих бактерий.	44
9	Зименс Ю.Н., Немчинова А.С., Иванова В.Д. Результаты выращивания африканского сома в промышленных условиях.	49
10	Исаков А.Д., Поддубная И.В. Эффективность использования кормов при введении в рацион аттрактанта при выращивании гибрида осетра.	57
11	Карпова О.А. Актуальные вопросы охраны труда в аквакультуре.	61
12	Килякова Ю.В., Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Мингазова М.С., Литвинова П.С. Особенности действия ультрадисперсных частиц серебра на организм карпа.	64
13	Кияшко В.В., Пудовкина А.С., Кретов В.С., Горохов М.Н., Зотова Е.А., Поддубная И.В. О сроках выпуска водных биоресурсов в целях искусственного воспроизводства в водные объекты рыбохозяйственного значения.	70
14	Колояниди К.В., Бахарева А.А., Грозеску Ю.Н. Влияние липидного состава комбикормов на метаболизм объектов аквакультуры.	75
15	Мингазова М.С., Мирошникова Е.П., Килякова Ю.В., Аринжанов А.Е. Влияние кормовых добавок на элементный профиль карпа.	79
16	Поддубный Д.А., Лушников В.П. Природный пребиотик инулин и его применение в рыбоводстве и животноводстве.	84
17	Поддубная И.В., Руднева О.Н., Гуркина О.А., Зименс Ю.Н., Урядова Г.Т., Бабичева О.О., Шьюрова А.А. Оценка влияния производных циклодекстриновых комплексов с левофлораксацином на рост и физиологическое состояние гибрида русского и сибирского осетра и клариевого сома, при введении их в рацион.	90
18	Прозоров А.А., Нечаева Т.А., Назаров В.А., Ковальчук М.И., Меликиди В.Х., Олихин Н.Н. Эффективность выращивания лососевых рыб с использованием капсулированной формы пробиотика «ЛикваФид».	97
19	Прокофьев В.В., Агасой В.В. Влияние температуры и минерализации воды на сроки жизни церкарий <i>Diplostomum chromatophora</i> , <i>Cryptocotyle concava</i> и <i>Cryptocotyle lingua</i> – паразитов рыб.	105
20	Романова Е.М., Романов В.В., Любомирова В.Н., Свешникова Е.В. Влияние кормовой добавки «Правда» на интенсивность роста радужной форели в условиях промышленной аквакультуры.	112
21	Рубанова М.Е., Мишанин М.В., Панкова Д.Д., Чернов О.А., Шатохин В.В. Результаты выращивания молоди осетровых рыб в промышленных условиях.	118
22	Руднев М.Ю., Баранов М.М., Чернова Е.Г. Эффективность выращивания осетровых	123

	ыб в условиях УЗВ.	
23	Руднева О.Н., Крикунова А.А. Исследования химического состава мяса африканских сомов.	129
24	Савин А.А., Сучков В.В. Требования к качеству воды при выращивании молоди муксуна.	134
25	Свешникова Е.В., Романова Е.М., Романов В.В., Любомирова В.Н. Рыбоводно-биологическая характеристика карпа при использовании в рационе поливалентной функциональной кормовой добавки.	140
26	Шульга Т.С. Неполное гельминтологическое исследование кеты тихоокеанской, сентябрь 2025 г.	146

Научное издание

**СОСТОЯНИЕ И ПУТИ РАЗВИТИЯ АКВАКУЛЬТУРЫ
В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Материалы X Национальной 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.

Электронное издание

Адрес размещения:

<https://www.vavilovsar.ru/nauka/konferencii-saratovskogo-gau/2025-g>

ISBN 978-5-7011-0894-1



Размещено 25.11.2025 г.

Объем данных: 3,04 Мбайт. Аналог печ. л. 9,5

Формат 60x84 1/16. Заказ №894

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»

Тел.: 8(8452)26-27-83,

email: nir@vavilovsar.ru

410012, г. Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина зд. 4, стр. 3.