

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Волгоградский государственный аграрный университет»**

На правах рукописи

**Каширина Анастасия Александровна**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕЛОКСОДЕРЖАЩЕГО  
КОРМОВОГО КОНЦЕНТРАТА «ГОРЛИНКА»  
В КОРМЛЕНИИ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ**

**4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов  
и производства продукции животноводства**

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени кандидата биологических наук

Научный руководитель:

доктор сельскохозяйственных наук, доцент А.К. Карапетян

**Волгоград – 2024**

## Оглавление

Введение.....	4
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	12
1.1 Роль отдельных питательных веществ и обменной энергии в кормлении объектов аквакультуры.....	12
1.2 Использование нетрадиционных кормов в питании объектов аквакультуры.....	22
1.3 Эффективность использования продуктов переработки горчичного жмыха в кормлении сельскохозяйственных животных, птицы и объектов аквакультуры.....	42
2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ.....	48
3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	54
3.1 Оценка питательной ценности подсолнечного шрота и белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка».....	54
3.2 Эффективность использования белоксодержащего концентрата «Горлинка» в комбикормах для молоди радужной форели.....	59
3.2.1 Условия проведения первого научно-хозяйственного опыта.....	59
3.2.2 Физико-механические показатели комбикормов.....	63
3.2.3 Рыбоводные показатели молоди радужной форели.....	65
3.2.4 Гематологические показатели радужной форели.....	69
3.2.5 Морфологическая характеристика подопытной форели.....	72
3.2.6 Анатомическое развитие внутренних органов молоди радужной форели.....	75
3.2.7 Пищевая и биологическая ценность мяса форели.....	77
3.2.8 Органолептическая оценка мышечной ткани форели.....	84
3.2.9 Экономический эффект от использования белоксодержащего концентрата «Горлинка» в кормлении форели.....	85
3.3 ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВВОДА БЕЛОКСОДЕРЖАЩЕГО КОНЦЕНТРАТА «ГОРЛИНКА» В КОМБИКОРМА ДЛЯ ВЗРОСЛОЙ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ.....	87

3.3.1 Условия содержания и кормления рыбы .....	87
3.3.2 Физико-механические качества комбикормов.....	94
3.3.3 Рыбоводные показатели взрослой радужной форели .....	96
3.3.4 Показатели крови радужной форели.....	100
3.3.5 Морфологическая характеристика подопытной форели .....	103
3.3.6 Анатомическое развитие внутренних органов взрослой радужной форели .....	105
3.3.7 Оценка состояния микробиома радужной форели .....	108
3.3.8 Пищевая и биологическая ценность мяса форели.....	109
3.3.9 Органолептическая оценка мышечной ткани форели.....	118
3.3.10 Экономический эффект от использования белоксодержащего концентрата «Горлинка» в кормлении форели .....	119
4 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ АПРОБАЦИЯ .....	120
5 ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	122
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	132
ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ .....	134
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО ИССЛЕДОВАНИЯ .....	134
Список использованной литературы.....	135
ПРИЛОЖЕНИЕ .....	164

## Введение

Продовольственная безопасность – это основной путь к улучшению социально-экономического положения в любой стране мира для борьбы с недоеданием. Особое внимание отводится обеспечению человека белком животного происхождения (мясо, яйца, молоко), который играет ключевую роль в организме рыб, и именно он является дефицитным, дорогим компонентом рациона.

Продукция, полученная от объектов аквакультуры, является полноценным источником белка, длинноцепочечных полиненасыщенных жирных кислот (Омега-3), витаминов и минеральных веществ [161].

Одним из доступных путей наращивания объёмов производимой рыбной продукции является обеспечение объектов аквакультуры сбалансированным кормлением, которое играет ключевую роль в реализации генетического потенциала с целью получения максимальной продуктивности и поддержания нормального здоровья и физиологического состояния.

Для повышения полноценности кормления рыб и улучшения конверсии аквакомбикормов необходимы новые сведения о потребности и использовании питательных и биологически активных веществ.

Для Российской Федерации характерны разнообразие природно-климатических условий и обширность территорий, что является важным стратегическим ресурсом в формировании прочной кормовой базы.

Для обеспечения долгосрочной устойчивости аквакультуры необходим поиск альтернативных источников белковых кормов, поскольку стоимость традиционных кормов по-прежнему остается высокой. В организм рыб белки поступают как из животных, так и из растительных кормовых источников, входящих в состав комбикормов. Продукты переработки семян масличных культур являются популярными источниками растительного белка в рационах моногастричных животных, птицы и объектов аквакультуры [134].

Все большее внимание отдаётся предпочтению таким кормам, как продукты переработки семян горчицы, рыжика, сурепицы, жмыхов, шротов и т.д., которые частично или полностью вытесняют из рациона традиционные кормовые средства.

**Степень разработанности темы.** Исследования, приведенные в диссертационной работе, направлены на оценку влияния разработанных современных рецептов комбикормов с использованием в качестве альтернативного корма белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» взамен шрота подсолнечного на показатели здоровья, продуктивность радужной форели и качество получаемой от нее продукции. Данные исследования являются актуальными, так как аквакультура играет важную роль в производстве рыбопродукции и требует постоянного совершенствования методов кормления. Поиску и разработке новых альтернативных кормовых источников, а также совершенствованию способов удаления антинутриентов в их составе и влиянию на здоровье и продуктивность рыб на протяжении долгого периода времени занимаются многие отечественные ученые: Ю. А. Гусева (2014-2018 гг.); А. А. Бахарева, Ю. Н. Грозеску (2017-2019 гг.); В.Г. Калмыков (2016-2017 гг.); А.А. Васильев (2011-2023 гг.); А. Э. Ставцев (2019-2023 гг.); С. И. Николаев (2000-2023 гг.); А.К. Карапетян, С.В. Чехранова (2012-2023 гг.). Полученные результаты исследований имеют важное значение с точки зрения экологического, экономического, технологического и социального аспектов.

**Цель и задачи исследования.** Цель исследования – повышение продуктивности радужной форели за счет использования в комбикормах белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка».

Задачи исследования были поставлены следующие:

1. Изучить химический состав и питательную ценность белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» и подсолнечного шрота.

2. Выявить влияние белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» на рыбоводные показатели радужной форели.
3. Изучить влияние белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» на гематологические показатели радужной форели.
4. Исследовать микрофлору кишечника у особей радужной форели, получавшей в составе комбикормов белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка».
5. Определить влияние белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» на товарные качества форели и химический состав ее мышечной ткани.
6. Оценить состояние внутренних органов форели, получавших в составе рациона белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка».
7. Установить экономическую целесообразность использования белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в комбикормах для радужной форели.

**Научная новизна работы.** Впервые в ходе исследования было выявлено, что при выращивании радужной форели в открытых бетонных бассейнах с использованием в комбикормах белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» наблюдалась положительная динамика приростов массы рыбы, сохранности, при этом наблюдалось снижение кормового коэффициента. Был проведен анализ микробиоты кишечника, гематологических показателей рыб, гистологических срезов внутренних органов, изучен химический и аминокислотный состав мышечной ткани. В заключение нами была выявлена экономическая целесообразность от применения исследуемого корма в кормлении форели. В ходе исследования были разработаны комбикорма с различными количествами ввода белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» вместо шрота из семян подсолнечника.

**Теоретическая и практическая значимость исследований.** Теоретическая значимость проведенных исследований определяется глубоким

познанием метаболических процессов, протекающих в организме рыб, в частности радужной форели, с вводом в отечественные комбикорма альтернативных кормов. Дорогостоящие традиционные кормовые источники до сих пор применяются в рационах рыб (рыбная мука, жмых и шрот из семян подсолнечника и т.д.). Однако с каждым годом наблюдается их дефицит и соответствующий скачок цен: это связано с ростом поголовья животных, птицы и объектов аквакультуры. В Волгоградской области хорошо растет горчица сизая (сарептская), которая является засухоустойчивой культурой, а получаемое из нее масло ценится своими высокими вкусовыми свойствами. Однако есть и отрицательные моменты: горчичный жмых содержит большое количество антинутриентов (глюкозинолаты, аллилгорчичное масло, тиогликозиды), что на протяжении долгих лет являлось сдерживающим фактором в кормлении животных, птицы и рыб. Многими исследованиями было доказано отрицательное влияние этих веществ на здоровье, количество и качество продукции, получаемой от животных. Разработанный волгоградскими учеными Николаевым С. И., Федоровой В. М., Карапетян А. К., Чехрановой С. В. и Струк М. В. способ обезвреживания горчичного жмыха путем гидробаротермической обработки позволил получить потенциальный источник растительного белка – белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка», в котором присутствие антипитательных веществ было не существенным (0,01 %).

Ввод горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» частично либо полностью взамен шрота из семян подсолнечника в комбикормах для молоди и взрослых особей радужной форели способствовал увеличению прироста массы тела на 2,76 – 6,75 % и 6,13 – 8,34 %, выходу мяса – на 0,78 – 1,43 % и 0,18 – 0,37 %, снижению кормового коэффициента – на 0,03 – 0,12 и 0,11 – 0,16, улучшению гематологических показателей и микрофлоры кишечника, а также росту уровня доходности на 3,73 – 4,55 % и 8,53 – 13,78 % соответственно.

На основании полученных результатов в ходе опытов по разработке новых рецептур комбикормов для радужной форели были разработаны научные рекомендации.

**Методология и методы исследований.** Объектами исследований были молодь и взрослые особи радужной форели породы «Адлер», а также разработанные комбикорма с горчичным белоксодержащим кормовым концентратом «Горлинка». Методологией исследований является комплексный подход к повседневной изучаемой проблеме, заключающийся в использовании аналитических данных научной литературы. Современное оборудование предприятий Волгоградской области (лаборатория «Анализ кормов и продукции животноводства» ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ) и Московской области (НИЦ «Черкизово» (центр испытания качества кормов и продукции животного происхождения) применялось для обобщения и сравнительного анализа результатов исследований с использованием классических и современных методов исследований: зоотехнических, физиологических, морфологических, биохимических, экономических и статистических.

**Основные положения, выносимые на защиту.**

1. Оценка химического состава белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» и подсолнечного шрота.
2. Введение в комбикорма белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» повышает рыбоводные показатели радужной форели.
3. Белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» в составе комбикормов улучшает гематологические показатели молоди и взрослых особей радужной форели.
4. Использование в составе комбикормов белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» улучшает микрофлору кишечника у взрослых особей радужной форели.

5. Введение белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в аквакомбикорма повышает питательную ценность и улучшает вкусовые качества мышечной ткани форели.

6. Доказан экономический эффект от применения комбикормов с разным уровнем включения белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» для радужной форели.

**Степень достоверности результатов исследований.** Исследования проводились с 2019 по 2024 года на кафедре «Кормление и разведение сельскохозяйственных животных» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет». Научные исследования и производственная проверка проводилась в условиях рыбоводного предприятия ИП Калмыкова И. О., в лаборатории «Анализ кормов и продукции животноводства» ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ и НИЦ «Черкизово». Достоверность результатов, полученных в ходе исследований, подтверждалась точно разработанной методикой научных исследований, соблюдением общепринятых методик. В достаточном объёме показаны результаты исследований, которые основываются на большом фактическом материале. Также на протяжении исследований цифровые значения подвергались биометрической обработке на персональном компьютере с использованием программного пакета Microsoft Office (Microsoft Excel 2016) с последующим определением достоверной разницы по соответствующей таблице (критерии Стьюдента). На заседании кафедры «Кормление и разведение сельскохозяйственных животных» ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ были доложены и рассмотрены основные положения диссертационной работы.

**Апробация работы и степень достоверности результатов.** Основные положения и результаты исследований диссертационной работы доложены, обсуждены и получили положительную оценку на конференциях и конкурсах различного уровня: национальной конференции с международным участием, посвященной 85-летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора,

Академика Петровской академии наук и искусств, почетного профессора Донского ГАУ, кавалера ордена Дружбы Коханова Александра Петровича «Развитие животноводства – основа продовольственной безопасности» (Волгоград, 12-13 октября 2022 года.), Международной научно-практической конференции «Региональные стратегии и проектное управление эколого-экономическим и социальным развитием территорий» (Москва, 29 марта 2023 года), национальной научно-практической конференции «Научное обоснование стратегии цифрового развития АПК и сельских территорий» (Волгоград, 07-08 декабря 2023 года), Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации», посвящённой 80-летию со дня основания ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (08-09 февраля 2024 г.), XVII Международной научно-практической конференции молодых исследователей «Наука и молодёжь: новые идеи и решения» (Волгоград, 30–31 марта 2023 года), Международной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию победы в Сталинградской битве «Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации» (Волгоград, 16–17 февраля 2023 года), Международной научно-практической конференции «Современные способы повышения продуктивных качеств сельскохозяйственных животных» (Саратов, 22 мая 2023 года), Всероссийском конкурсе на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых аграрных образовательных и научных организаций России (Волгоград, 2023-2024 г.; Владикавказ, 2023-2024 гг. Рязань, 2024 г.).

**Реализация результатов исследований.** Полученные результаты внедрены на рыбноводном предприятии ИП Калмыкова И.О. и применяются в учебном процессе на кафедре «Кормление и разведение сельскохозяйственных животных» ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ при подготовке специалистов, бакалавров, магистров и аспирантов.

**Публикации результатов исследований.** По материалам диссертации опубликовано 13 научных работ, в том числе 4 статьи в изданиях, включенных в перечень ведущих рецензируемых научных журналов, утвержденных ВАК Министерства науки и высшего образования России и рекомендованных для публикации основных научных результатов диссертации на соискание ученой степени.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 176 страницах компьютерного текста, состоит из введения, обзора литературы, материала и методики исследований, результатов собственных исследований, обсуждений результатов исследований, заключения, предложения производству, перспектив дальнейшего исследования и списка использованной литературы (включает в себя 176 литературных источников, из них 48 на иностранных языках, 9 приложениях). В работе описаны 42 таблицы, имеется 21 рисунок.

## **1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

### **1.1 Роль отдельных питательных веществ и обменной энергии в кормлении объектов аквакультуры**

Правильное и сбалансированное питание животных имеет важное значение для экономичного производства полноценных и безопасных продуктов высокого качества. В рыбоводстве (аквакультуре) питание играет решающую роль, поскольку на корма обычно приходится более 65 процентов производственных затрат.

В последние годы питание рыбы значительно улучшилось благодаря разработке новых сбалансированных рационов, способствующих оптимальному росту и обеспечивающих нормальное здоровье рыбы. Разработка комбикормов для конкретных видов рыб поддерживает индустрию аквакультуры, поскольку она расширяется, чтобы удовлетворить растущий спрос на недорогую, безопасную, высококачественную рыбу и морепродукты.

Промышленные комбикорма выпускаются как полнорационные, так и комбикорма-концентраты. Полноценные комбикорма содержат все необходимые компоненты питательности (белки, углеводы, жиры, витамины и минералы) для оптимального роста и здоровья рыбы. Это является важным фактором для получения рыбной продукции высокого качества.

Сбалансированное питание рыбы в системах животноводства не только обеспечивает их здоровье и рост, но и отражается на экономической эффективности производства. Обеспечение рыбы сбалансированным и качественным питанием помогает улучшить конкурентоспособность отрасли и удовлетворить потребности человека в высококачественных продуктах.

В целом правильное питание в аквакультуре играет важную роль в обеспечении роста и здоровья рыбы, а также в развитии и устойчивости индустрии аквакультуры. Разработка и использование сбалансированных комбикормов является ценным инструментом для повышения производительности и качества продукции в рыбоводстве.

Соблюдение установленных параметров в питании рыб влияет на их здоровье и благополучие. Одним из самых важных правил, которому необходимо следовать – это избегать перекорма рыб, так как это не только пустая трата дорогостоящих кормов, но и серьезное загрязнение воды. Избыточное кормление рыб приводит к тому, что особи не могут усвоить большую часть комбикормов и это становится причиной повышенной бактериальной нагрузки в воде. Более того, несъеденные остатки корма также увеличивают биологическую потребность рыбы в кислороде, что может привести к низкому уровню растворенного кислорода в воде.

В теории и практике нормированного кормления объектов аквакультуры на сегодняшний день требуется пересмотреть некоторые основные положения. Ранее разработанные рекомендации учёными Желтовым А. Ю., Пономарёвым С. В. по нормированному кормлению всех видов рыб устарели и требуют актуализации. Это связано с использованием в полнорационных комбикормах наиболее дешёвых и доступных кормовых компонентов, таких как мясная и мясо-костная мука, мука из членистоногих животных, соевые продукты, шелушённый люпин, продукты переработки масленичных культур и другие аналогичные им нетрадиционные корма [114, 88, 115, 35].

При выращивании объектов аквакультуры рыбоведам нужно уделять должное внимание оценке показателей здоровья и продуктивных качеств рыб. Добиться этого возможно в основном только за счёт сбалансированного экзогенного питания [43, 86, 9, 85].

Известно, что суточную дачу комбикормов для рыб нужно постоянно корректировать в зависимости от веса тела. При разработке норм кормления учитывают вид и индивидуальный вес рыбы, а также качество водной среды (температура, концентрация кислорода и т.д.). Существует прямая взаимосвязь между вышеперечисленными требованиями и кормовым коэффициентом. Так, при соблюдении всех технологических характеристик кормовой коэффициент минимален и наоборот, – максимален [1].

Добиться сбалансированности рациона для рыб по контролируемым показателям питательности (энергия, белок, жир, минеральные вещества, витамины и т.д.), на сегодняшний день, возможно за счет полнорационных комбикормов, включающих в свой состав большое разнообразие кормов и БАД (9-12 ингредиентов).

Несбалансированность комбикорма по одному из показателей питательности ведет к снижению резистентности организма, замедлению обмена веществ и как следствие – низкому набору массы тела и т.д.

Питательные вещества комбикорма играют важную роль в жизненных процессах животных, птицы и рыб. Они являются источником энергии, необходимой для переваривания, всасывания, роста и размножения. Важное значение имеет питательная ценность кормовых ингредиентов, которая зависит от их способности обеспечивать организм энергией [159].

Для расчета и балансирования энергетической ценности готовых рационов используются физиологические показатели расхода энергии. Обычно считается, что 1 грамм белка, углеводов и липидов содержит примерно 4,00, 4,00 и 9,00 килокалорий соответственно. Однако для создания оптимального рациона для каждого вида рыбы необходимо учитывать соотношение белков и липидов, а также общую энергетическую ценность.

Избыток энергии по отношению к содержанию белка в рационе может привести к накоплению жиров. Кормление рыб с диетами, содержащими избыточное количество энергии, может снизить их аппетит и вызвать проблемы с набором веса. Недостаточное содержание энергии в рационе также может привести к снижению прироста в весе, поскольку рыбам будет не хватать энергии для роста и развития [146].

Поэтому при разработке рационов для рыб необходимо учитывать их энергетические потребности и сбалансированность по содержанию белков, липидов и углеводов. Только таким образом можно обеспечить оптимальные условия для роста и размножения рыб, а также предотвратить проблемы, связанные с неравновесием энергетической ценности комбикорма. Так,

общеизвестным фактом является то, что белок, входящих в состав кормов, является самым дорогим питательным компонентом [12, 10, 90, 66, 130].

По всему миру ученые в области кормления постоянно акцентируют внимание на дефиците кормового белка, это связано с ростом поголовья сельскохозяйственных животных, птицы и объектов аквакультуры [175, 168, 170, 67, 29, 172].

Общеизвестен факт того, что белок является структурным элементом биологических объектов, играет ключевую роль в энергетическом обмене, обеспечении роста и обновления тканей (ткани постоянно формируются и расщепляются), поддержании иммунной системы и т.д.

Доказано также учеными и то, что существует прямая взаимосвязь между поступлением и использованием белка на его отложение в организме. Данная взаимосвязь позволяет судить о приростах живой массы и упитанности всех биологических объектов [132].

У рыб более высокая потребность в белке (примерно 40-60 г на 100 г комбикорма), чем у животных, это объясняется более высоким расходом азота (в 3-5 раз выше). Достичь такую сбалансированность комбикорма по протеину возможно с применением высокобелковых кормов.

По мнению Р. А. Руденко, для поддержания здоровья взрослых рыб достаточно того, чтобы содержание протеина составляло всего 25,00 – 35,00 % [94].

В таблице 1 приведён сравнительных анализ по содержанию сырого протеина в комбикормах для животных, птицы и рыб.

Таблица 1 – Сравнительных анализ потребностей в сыром протеине разных видов животных, птицы и рыб

Вид рыб	Содержание сырого протеина на 100 г комбикорма	Вид животного и птицы	Содержание сырого протеина на 100 г комбикорма
Лососевые	55-60	Яичные куры	16-20
Осетровые	45-55	Цыплята-бройлеры	20-23

Карповые	40-60	Свиньи (в зависимости от половозрастной группы)	13-25
----------	-------	--	-------

Кормовое сырье, содержащее в 100 граммах своего состава высокое количество протеина, – это мука животного происхождения: рыбная (59,00 – 71,00 %), мясная (45,00 – 60,00 %), мясо-перьевая (50,00 – 58,00 %), мяско-костная (40,00 – 50,00 %) и отходы маслоэкстракционного производства – шрот соевый (40,00 – 50,00 %) и подсолнечный (28,00 – 43,00 %) [69].

При этом многими учеными доказано, что судить о балансировании рациона только по сырому протеину – неверное решение при достижении высоких показателей в продуктивности животных, птицы и объектов аквакультуры. Необходимо уделять должное внимание аминокислотному питанию, а именно учитывать содержание незаменимых и заменимых аминокислот и их соотношение между собой в рационе [38].

Известно, что белки состоят из отдельных аминокислот, которые подразделяются на заменимые (аланин, аспарагин, аспартат, глутамат, пролин, серин), полузаменимые (аргинин, цистеин, глутамин, глицин, тирозин) и незаменимые (гистидин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, фенилаланин, треонин, триптофан и валин). Оценка качества кормового белка проводится по содержанию достаточного количества и соотношения всех незаменимых аминокислот к заменимым. Полноценными кормами по протеину являются те корма, в которых содержание незаменимых аминокислот превалирует над содержанием заменимых [138, 174].

Из простых молекул могут синтезироваться в организме заменимые аминокислоты. Скорость синтеза этой группы аминокислот достаточна для удовлетворения потребностей организма в них.

Из углеродного скелета других аминокислот способны синтезироваться полузаменимые, исключением являются молодняк и больные особи, у которых скорость метаболических процессов замедляется.

Изомерия углеродного скелета у незаменимых аминокислот препятствует синтезу их в организме.

При дефиците таких аминокислот, как метионин и триптофан у рыб отмечается замедление набора веса и снижение аппетита. Если рецепт комбикорма дефицитен по триптофану, то у рыб отмечается нарушение в развитии костной и хрящевой тканей.

При несбалансированности комбикормов по лизину и валину фиксируется высокий процент падежа (например, у карповых на 3-й неделе выращивания).

При нарушении соотношения аминокислот или избыточном содержании только незаменимых аминокислот в рецептах комбикормов у рыб отмечается жировое перерождение печени, некрозы и снижение показателей роста [81].

Учёные А. А. Васильев, М. Ю. Кузнецов в своей работе отразили физиологические потребности в незаменимых аминокислотах молоди лососевых и осетровых рыб (таблица 2) [14].

Таблица 2 – Потребность молоди лососевых и осетровых рыб в незаменимых аминокислотах, г/100 г

Аминокислота	Потребность рыб	
	Лососевых	Осетровых
Лизин	4,10	4,00
Метионин	0,97	1,00
Фенилаланин	3,90	2,40
Гистидин	1,25	0,60
Аргинин	4,87	3,30
Треонин	1,56	2,80
Валин	2,90	2,90
Лейцин и изолейцин	2,92	3,40

Однако В. Кондратюк в своей научной работе утверждает, что ввод лизина (3,10 %) и метионина (1,05 %) в кормлении сеголеток форели приводит к повышению до 9,30 % интенсивности роста и уменьшению кормовых затрат на 12,50 %, в сопоставлении с рыбой, потреблявшей комбикорм с содержанием 3,00 % лизина и 1,00 % метионина. Уменьшение уровней исследуемых

аминокислот до 2,80 % и 0,90 % в комбикормах привело к снижению прироста массы тела до 17,30 % [58].

Следующий компонент питательной ценности, который учитывается при составлении рецептов комбикормов, это сырой жир – основной источник энергии. Данное органическое соединение состоит из эфиров жирных кислот в комплексе с трехатомным спиртом глицерином. Жирные кислоты входят в состав биомембран, ферментов и других важных органических веществ. У рыб перевариваются жиры в кишечнике под действием различных ферментов и желчи.

Известным фактом является то, что жирные кислоты классифицируются на насыщенные и ненасыщенные. Ненасыщенные жирные кислоты делятся на несколько комплексов кислот: омега-3 ( $\alpha$ -линоленовая, стеарионовая, эйкозапентаеновая кислоты), омега-6 (линолевая, дигомо- $\gamma$ -линоленовая, арахидоновая кислоты), омега-7 (пальмитоолеиновая кислота) и омега-9 (олеиновая, эруковая кислоты). Данная группа жирных кислот, содержащаяся в кормах, усваивается рыбой практически полностью (90,00 – 95,00 %). Стоит отметить, что насыщенные кислоты (пропионовая, пальмитиновая, стеариновая кислоты), наоборот, усваиваются хуже (60,00 – 70,00 %), по сопоставлению с ненасыщенными [60].

Ненасыщенные жирные кислоты снабжают организм рыб энергией, содействуют понижению непроизводительных затрат белка, тем самым высвобождают его для формирования массы тела. Введение масла растительного в комбикорм пресноводных рыб обогащает его ненасыщенными жирными кислотами, особенно линоленового ряда [20].

Функционально важными для рыб являются линолевая и линоленовая кислоты и их производные: арахидоновая, эйкозопентаеновая, докозапентаеновая и докозагексаеновая жирные кислоты.

Несбалансированность рецепта комбикорма по содержанию сырого жира и незаменимых жирных кислот ведет к нарушению в организме метаболических процессов, снижению показателей здоровья, естественной

резистентности, что приводит к понижению аппетита, и в дальнейшем негативно сказывается на показателях продуктивности, воспроизводства, а также жизнеспособности рыб.

Для лососевых рыб оптимальное соотношение протеин/жир составляет 1:3 при уровне протеина 50 % и 1:6 при уровне протеина 30 %. Если в комбикормах это соотношение нарушено и доля протеина превышает указанные значения, то протеин будет использоваться в качестве источника энергии, а не для роста и обновления тканей [94].

Углеводному питанию рыб также уделяют особое внимание. Одна из важных задач при составлении рациона рыбы – точное сбалансирование содержания углеводов. Рацион с правильно сбалансированным содержанием углеводов помогает поддерживать оптимальные показатели роста, здоровья и развития рыбы, так как углеводы являются наиболее доступным и дешевым источником энергии. Разбалансированность рационов по вышеуказанному компоненту приводит к возникновению жирового перерождения печени и гонад, анемии, увеличению размера почек, что ведет к снижению репродуктивных и продуктивных качеств у рыб. Например, у таких видов рыб, как лосось и форель количество углеводов не должно превышать 25,00 %, а для карпа – 45,00 % от общего содержания комбикорма [60, 94].

В практике кормления оценку углеводной питательности проводят по наличию в кормах легко- (сахар и крахмал) и трудноперевариваемых (клетчатка) углеводов.

Ludwig Spannhof и Harald Plantikow доказали, что форель плохо переваривает крахмал. Использование продуктов с растворимым крахмалом в комбикормах для форели ведёт к увеличению объема выделенного секрета желез слизистой оболочки кишечника. Содержащийся в комбикормах сырой крахмал снижает активность амилазы, что приводит к ингибированию гидролиза крахмала [169].

В тонком кишечнике моногастричных животных пищевые волокна не перевариваются из-за недостатка целлюлолитических ферментов.

Некрахмалистые полисахариды (НПХ) – основной компонент пищевых волокон, в состав которых входят  $\beta$ -глюканы, пектин, камедь, лигнин, гемицеллюлоза и целлюлоза. НПХ, содержащиеся в рационе, относят к антипитательным факторам, поскольку они способны ограничивать усвоение питательных веществ в организме рыб (вследствие замедленной эвакуации из кишечника и сниженного ферментативного гидролиза питательных веществ), что приводит к негативному влиянию на рыбоводные показатели.

Для снижения стоимостных затрат на комбикорма для объектов аквакультуры используют сырьё растительного происхождения, которое зачастую содержит в своём составе некрахмалистые полисахариды. Влияние сложных углеводов (НПХ) на показатели здоровья и продуктивность особей зависят прежде всего от их видового состава, количества включения того или иного растительного компонента (пшеница, ячмень, подсолнечный жмых и т.д.), а также вида половозрастной группы рыб [140].

Необходимо вести строгий учёт минеральных веществ в кормлении объектов аквакультуры. Известным фактом является то, что макро- и микроэлементы не обладают питательной ценностью, но выполняют ключевую роль в протекании физиологических и обменных процессов в организме рыб. Кальций (Ca), фосфор (P), магний (Mg), калий (K), натрий (Na), хлор (Cl), сера (S) – относятся к макроэлементам; железо (Fe), медь (Cu), марганец (Mn), цинк (Zn), кобальт (Co), селен (Se), йод (I), хром (Cr) – к микроэлементам [3, 79, 78].

В животном организме минеральные элементы входят в состав опорно-двигательной системы, мягких и покровных тканей рыб. Неорганические вещества являются одним из компонентов, входящих в состав гормонов и ферментов, в клетках они обеспечивают протекание большинства химических реакций [60].

Потребность в минеральных веществах у рыб восполняется не только за счёт потребления их с комбикормом, но и поступлением, большей их частью, через жабры и кожный покров.

И. В. Грехова и Д. П. Балдин, в свою очередь сообщили, что рыбы способны активно поглощать из водной среды минеральные элементы, такие как кальций, магний, натрий, калий, фосфор, серу, хлор и другие [2].

Избыточное или недостаточное поступление в организм рыбы минеральных веществ приводит к ухудшению использования комбикормов, снижению показателей физиологического состояния, продуктивности и повышению затрат на выращивание.

Важными органическими веществами в кормлении рыб являются витамины, которые не синтезируются в их организме (исключением является холин - витамин В<sub>4</sub>). Они необходимы для обеспечения нормального течения метаболических процессов, поддержания нормального роста и общего здоровья рыбы. Данные биологически активные вещества являются незаменимыми, так как самостоятельно не синтезируются в организме рыб и должны поступать с комбикормом.

Существуют два класса витаминов: жирорастворимые и водорастворимые. Жирорастворимые витамины (А, D, Е и К и провитамин β-каротин) достаточно легко кумулируются. Водорастворимые витамины (тиамин, рибофлавин, ниацин, пантотеновая кислота, пиридоксин, биотин, фолиевая кислота и кобаламины, инозитол, холин и аскорбиновая кислота), в отличие от жирорастворимых, наоборот, достаточно трудно накапливаются в организме.

## **1.2 Использование нетрадиционных кормов в питании объектов аквакультуры**

В настоящее время в мире наблюдается растущее потребление рыбных продуктов, что подразумевает и увеличение производства комбикормов для рыбоводных хозяйств. Однако основным ограничением в производстве комбикормов для рыб является нехватка традиционных кормовых источников, которые обладают высокой биологической ценностью. Кроме того, применение некоторых традиционно используемых ингредиентов может привести к негативным экологическим последствиям [155].

В связи с этим, поиск альтернативных кормовых источников для рыб стал актуальной задачей [153, 144, 165].

Одним из возможных решений может быть использование растительных компонентов в комбикормах. Растительные компоненты обладают большим потенциалом в качестве источников белка и энергии, при этом они более доступны и экологически устойчивы [135].

В качестве альтернативных кормовых источников уже изучаются различные виды зерна и продукты переработки семян масличных культур. Тем не менее, необходимо провести дополнительные исследования, чтобы оценить пользу и эффективность этих альтернативных источников. Одна из главных задач – определить оптимальные пропорции и соотношения между традиционными и альтернативными кормами, чтобы обеспечить рыбам необходимое питание для роста и развития.

Также важно учитывать, что рыбоводные хозяйства могут иметь различные требования в зависимости от вида рыбы и условий содержания. Поэтому применение альтернативных кормовых источников и разработку рецептов комбикормов на основе них необходимо адаптировать к конкретным потребностям и условиям каждого хозяйства.

В целом поиск альтернативных кормовых источников в комбикормах для рыб является актуальной и перспективной областью исследований [152].

Разработка новых кормовых компонентов и методов их использования способна улучшить эффективность производства комбикормов, снизить зависимость от традиционных рыбопродуктов и содействовать устойчивому развитию рыбоводства [157, 145].

За последние два десятилетия произошел всплеск интереса к изучению использования насекомых в качестве корма, о чем свидетельствует экспоненциальный рост исследований. Одним из самых перспективных компонентов комбикормов для рыб являются личинки насекомых, что связано с высоким содержанием в них белка и сбалансированным аминокислотным составом, благодаря чему обеспечивается повышение эффективности роста и улучшение показателей здоровья рыб. В отличие от основных высокобелковых растительных компонентов, состав личинок насекомых лишен антипитательных веществ.

Более того, личинки насекомых обладают высокой вкусовой привлекательностью для рыб, способствуют активному потреблению комбикормов, что особенно важно при разведении и выращивании рыб в промышленных масштабах.

Анализ полученных данных подтверждает высокое содержание протеина в личинках большого мучного хрущака 60,69 %, *Zophobas morio* 57,38 %. По сравнению с вышеперечисленными альтернативными источниками, наименьшее содержание протеина наблюдалось в биомассе личинок черной львинки 42,39 %.

При исследовании в различных компонентах содержания сырого жира было отмечено большее его содержание у личинок черной львинки (41,50 %), затем у личинок *Zophobas morio* (37,60 %). При этом наименьшее содержание сырого жира было выявлено в рыбной муке (5,70 %).

Однако по содержанию минеральных веществ в исследуемых кормовых источниках лидировала рыбная мука (5,70 %), в то время как наименьшее их количество находилось в биомассе личинок черной львинки [55].

В последние годы значительно возрос интерес к личинкам черной мухи-солдатика (*Hermetia illucens*) в качестве устойчивого источника белка в кормлении животных. Мухи данного вида эффективно утилизируют органические отходы, которые не могут быть переработаны другим видами биологических объектов.

Личинки черной львинки являются ценным источником питательных веществ, и их питательная ценность зависит от субстрата, на котором они выращиваются. В основном содержание протеина в личинках варьирует от 30 до 40 %, а на долю липидов приходится от 20 до 40 %.

Личинки черной львинки богаты также медью, цинком, кальцием, фосфором, калием, натрием, железом и магнием. Более того, они содержат витамины группы А и В, такие как рибофлавин (В<sub>2</sub>), пантотеновая кислота (В<sub>5</sub>), биотин (В<sub>7</sub>) и фолиевая кислота (В<sub>9</sub>).

Согласно результатам, полученным при выращивании молоди осетровых рыб в промышленных условиях Пономаревым С. В., было выявлено, что замена рыбной муки на сухую биомассу из личинок мух черной львинки в количестве 50 % и 100 % в комбикормах оказала положительное влияние на комплекс рыбоводно-биологических показателей (абсолютный и относительный приросты, среднесуточная скорость роста и коэффициент массонакопления, кормовые затраты и сохранность) особей [82].

Yanxian Li и др. рекомендовали для обеспечения оптимального роста и развития форели, получения от неё высококачественной продукции использовать в количестве до 40,00 % в комбикормах частично обезжиренную муку личинок [173, 51].

Ушакова Н. А. с соавторами научной работы выявляли оптимальные уровни включения муки из личинки черной львинки в комбикорма (25 %, 50 %, 75 % и 100 % взамен рыбной муки) для молоди мозамбикской тилапии. Полученные результаты показали, что замена 50 % рыбной муки мукой из личинок черной львинки привела к максимальному увеличению веса рыб [11].

Рыбе вида *Spaurus aurata* L. скармливали комбикорм, в котором частично заменяли рыбную муку на 25 %, 35 % и 50 % мукой *Hermetia illucens*. Питательная ценность данных комбикормов была следующей: 22 МДж/кг валовой энергии, 43 г / 100 г сырого протеина и 19 г / 100 г сырого жира. Продолжительность испытаний составила 186 дней. В конце опыта был проведен химический анализ мяса рыбы всех групп и было выявлено, что мука из насекомых в рационе не оказала негативного влияния на химический состав мяса и не повлияла на микробиологический профиль рыбы [164].

Личинки мучного хрущака (*Tenebrio molitor*) являются хорошим источником белка, витаминов, минералов и аминокислот для объектов аквакультуры. Различные уровни включения в комбикорма белковой муки из личинок *Tenebrio molitor* (в количестве 5,00 %, 7,50 %, 15,00 % и 25,00 %) привели к значительному увеличению массы молоди форели в экспериментальных группах, по сравнению с контрольными аналогами, получавшими рацион с 25,00 % рыбной муки [149]. Скармливание радужной форели на протяжении 154 дней комбикормов с содержанием муки из личинок *Tenebrio molitor* (в количестве 5,00 %, 10,00 % и 20,00 %) не оказало значительного влияния на протекание биохимических процессов в печени [156].

Увеличение числа бактерий рода *Proteobacteria*, *Bacteroidetes*, *Firmicutes* и *Actinobacteria* в кишечнике радужной форели после замены рыбной муки на биомассу высушенных личинок мучного хруща позволяет судить о лучшем переваривании питательных веществ [163].

Применение личиночной муки приводит к улучшению показателей здоровья, активации антиоксидантных процессов, снижению перекисного окисления липидов, повышению доступности белков и антибактериальной активности форели [141].

Личинки комнатной мухи (*Musca domestica*) представляют ценный источник питательных веществ для аквакормов. Так, рядом авторов был определен состав этих личинок в г/кг: сырой белок – 568 – 594, сырой жир –

200 – 224, зольность – 67 – 142, а также не содержащие азота экстракты (БЭВ) – 80,80 [176, 44].

Khan B. A. с коллегами выявил, что замена 50 % коммерческого комбикорма мукой из личинок *Musca domestica* не привела к изменениям в скорости роста форели. Так, в течение 50-дневного периода исследований среднесуточный прирост у особей контрольной и опытной групп составил 11,80 грамма в сутки [137].

Проведённые 9-недельные испытания St-Hilaire S. и др. выявили, что замена личинок мух в количестве 15,00 % от общего белка, содержащегося в комбикорме, не повлияло на потребление корма радужной форелью [147].

Высушенные куколки шелкопряда представляют собой ценный источник питательных веществ. Они содержат большое количество белка, составляющего от 50,00 до 70,00 процентов их общей массы. Кроме того, в них присутствует жир, составляющий от 24,00 до 33,00 процентов, а также жирные кислоты, такие как олеиновая (35,10 процента), пальмитиновая (29,10 процента), линоленовая (11,70 процента), линолевая (11,40 процента) и стеариновая (10,90 процента). Они также являются незаменимым источником аминокислот, необходимых для здоровья и хорошего пищеварения у рыб. Благодаря всем этим компонентам, высушенные куколки шелкопряда являются полезным и сбалансированным кормовым источником, который может быть использован в рационе различных видов рыб [167, 171].

Shakoori M., Gholipour H., Naseri S. была исследована возможность включения в рацион радужной форели личинок тутового шелкопряда (*Bombyx mori*). Исследованиями выявлено, что 5,00 % замена рыбной муки на изучаемый корм не оказала вредного влияния на рост рыб и коэффициент конверсии корма. Однако было выявлено, что включение более 10,00 % куколок в рацион радужной форели снижало их рост [166, 150].

Зарубежными авторами было доказано, что для достижения максимального уровня усвояемости белка из рациона, основанного на

куколках *Bombyx mori*, для радужной форели необходимо поддерживать оптимальную температуру окружающей воды на уровне 15,00 °С [139].

Использование молок с глицерином в соотношении 80:20 в составе комбикорма для форели в количестве 2,00 % от массы корма оказывает положительное влияние на продуктивность особей. Включение используемых добавок в кормлении рыб приводит к увеличению плодовитости на 2,80 % и снижению времени достижения ими 4-й стадии зрелости на 4,00 %, по сравнению с контролем, также наблюдается повышение рентабельности производства икры на уровне 4,40 – 7,10 % [18].

Использование 2,00 % добавки из молок и глицерина (соотношение 1:1) от массы комбикорма позволило увеличить прирост тела янтарной форели и повысить рентабельность производства на 2,80 – 4,40 % [41].

Добавление в корм африканскому сому измельченного мяса моллюска способствует значительному приросту в весе – на 52,50 % в сравнении с обычным комбикормом и на 40,50 % по сравнению с чистым фаршем [42].

Для укрепления кормовой базы и повышения питательности комбикормов для рыб широко применяют различные белковые добавки и нетрадиционные виды кормов. Одним из таких вариантов являются яйца жаброногого рачка артемии (*Artemia salina*), который обитает в соленых озерах западной Сибири. Артемии содержат незаменимые аминокислоты, витамины, макро- и микроэлементы, полиненасыщенные жирные кислоты, что делает их высокоэнергетическим кормом для рыб. Многие исследователи отметили положительные результаты при использовании артемий в кормлении молоди ценных пород рыб. Таким образом, эта уникальная добавка не только обогащает комбикорма питательными веществами, но и способствует здоровому росту и развитию рыбы [99, 83].

Артемия относится к ракообразным класса жаброногих Branchiopoda, от их самки на протяжении 2 недель можно получить больше 300 яиц. Артемия является источником белка для многих видов животных, птиц и рыб. Ее яйца содержат богатый набор питательных веществ (57,20 – 72,97 % протеина,

10,00 – 15,00 % жиров и 3,20 – 4,50 мг% каротиноидов, обменной энергии – 9,52 МДж/кг). Для использования яиц артемии в качестве корма их часто высевают в специальные емкости с водой, где они развиваются и превращаются в личинки. Личинки артемии, известные как науплии, являются идеальным пищевым источником для малька рыб и ракообразных, так как они обладают маленьким размером и высоким содержанием белка [119].

Рыбный белковый гидролизат – это светло-бежевый порошок, легко растворимый в воде. Получаемый из отходов переработки рыбы путем термического гидролиза, он является полноценным и сбалансированным кормом с функциональными свойствами. В его составе содержится до 80,00 % сырого протеина, полный спектр легкоусвояемых незаменимых и заменимых аминокислот, а также до 5,00 % рыбьего жира. Усвояемость этого корма достигает 100,00 %. Замена 10,00 % рыбной муки на рыбный гидролизат в комбикорме привела к увеличению абсолютного и относительного приростов рыбы, а также снижению конверсии корма [73].

Абиопептид – это биологически активный препарат, содержащий 18 аминокислот и короткие пептиды. В составе препарата присутствуют такие аминокислоты, как валин, изолейцин, лейцин, фенилаланин, аланин, лизин, метионин, треонин, триптофан, аргинин, аспарагиновая кислота, гистидин, глицин, глутаминовая кислота, пролин, серин, тирозин и цистин. Количество пептидов в препарате составляет 70 – 80 %, а аминокислот – 20 – 30 %. В 100 мл 25 %-го раствора-концентрата содержание триптофана составляет не менее 20 мг. Гусева Ю.А. в своих научных работах рекомендует использование панкреатического гидролизата соевого белка в комбикормах для карповых, лососевых и осетровых рыб с целью улучшения качества товарной рыбной продукции. Исследования показали, что добавление панкреатического гидролизата соевого белка в рацион рыбы значительно увеличивает содержание сырого протеина в мышечной ткани. В особенности у карпа получается увеличение содержания сырого протеина в мясе на 4,90 %, у радужной форели – на 15,20 %, у ленского осетра – на 1,50 %. Это имеет

огромное значение для рыбохозяйственной отрасли, так как повышение качества товарной рыбы приводит к увеличению спроса на рыбную продукцию и повышению рентабельности рыбохозяйственных предприятий [67, 66, 29, 31, 30].

А. А. Бахаревой, Ю. Н. Грозеску, Ю. В. Сергеевой и другими был разработан стартовый и производственный рецепт комбикорма с совместным использованием крабовой и креветочной муки. При добавлении в рацион 0,75 г/кг комбикорма русскому осетру было отмечено правильное формирование осевого скелета, что обеспечило положительное влияние на рост и развитие ранней молоди [56, 26, 8].

Положительный эффект был установлен от замены в комбикормах для радужной форели рыбной на раковую муку, что способствовало стимуляции прироста живой массы, снижению конверсии корма, что привело к удешевлению стоимости комбикорма и впоследствии к увеличению экономического эффекта от выращивания [127].

Каныга представляет собой содержимое преджелудков крупного рогатого скота. Так, проанализированный химический состав А. Р. Габеевой и Р. Х. Гадзаоновым показал, что в 1 кг исследуемого корма содержится: 189 г сырого протеина, 4,40 г сырого жира, 13,00 г сырой клетчатки. Данные, полученные в ходе эксперимента, проведенного А. Р. Габеевой и Р. Х. Гадзаоновым, отразили положительное влияние каныги в количестве 50,00 % в составе рациона на скорость роста, потребление комбикормов подопытными особями карпа и вкусовые качества полученного от них мяса. При этом рентабельность производства товарного карпа достигла отметки в 45,30 % [22, 19].

Использование в экструдированных комбикормах 10,00 % молока сухого обезжиренного способствует эффективному усваиванию питательных веществ и накоплению белка в теле радужной форели [64].

Кормовая добавка «Винивет» содержит в своём составе ценные продукты пчеловодства – пергу и мерву. Также в составе добавки

присутствуют витамины, аминокислоты, макро- и микроэлементы, которые являются необходимыми для нормального развития и роста рыбы. Введение изучаемой добавки в дозировке 2,50 % от массы основного комбикорма с постепенным увеличением дозы до 5,00 % позволяет достичь максимальной рыбопродуктивности бассейнов при выращивании стальноголового лосося в УЗВ [33].

Использование высокобелковых компонентов (шрот и жмых масличных культур, зерно бобовых, кормовые дрожжи) в сочетании с зерном злаковых имеет ряд преимуществ при составлении рецептов комбикормов для рыб разных видов. Во-первых, позволяет сбалансировать комбикорм по основным контролируемым показателям, а во-вторых, – снизить его стоимость.

Однако существует несколько причин, почему эти компоненты пока не могут полностью заменить рыбную муку как источник протеина. Низкое содержание протеина означает, что нужно потреблять больше этих компонентов, чтобы восполнить требуемое количество протеина, что может быть экономически нецелесообразно. Неудачный баланс аминокислот означает, что протеин из этих компонентов может не содержать всех необходимых аминокислот в правильных пропорциях для полноценного питания животных. Высокое содержание непереваримых углеводов может вызывать проблемы с пищеварением и усвоением питательных веществ в организме рыб [89, 98].

Известно, что большинство потенциальных альтернативных кормовых источников растительного происхождения содержат широкий спектр антипитательных веществ, что снижает их питательную ценность и негативно отражается на здоровье и продуктивности рыб [148].

Включение муки из семян льна в количестве 15,00 % в комбикорма для молоди карпа взамен рыбьего жира в контролируемых условиях содержания (УЗВ) привело к положительной изменчивости в массе тела особей на 0,60 г и сохранности поголовья [120].

При замене эквивалентного количества шрота на жмых подсолнечника в составе комбикормов наблюдался значительный прирост общей массы тела до 22,60 % у товарных годовиков карпа. При этом было отмечено снижение затрат кормов на единицу прироста до 25,50 %, что позволяет достичь большей экономической выгоды за счёт уменьшения стоимостных затрат на комбикорм [70].

Н. В. Сорокина предлагает решить проблему дефицита соевого шрота в комбикормах для осетровых рыб путем замены его на экологически безопасный жмых, в частности, полученный из бахчевых культур, обладающих высокой протеиновой и липидной питательностью [105].

Тыквенный жмых содержит в своём составе более 36,00 % сырого протеина, более 11,00 % сырого жира, около 30,00 % сырой клетчатки и приблизительно 8,00 % безазотистых экстрактивных веществ [103].

По результатам исследования, использование 10,00 – 12,00 % тыквенного жмыха в комбикормах приводит к увеличению живой массы рыб на 5,14 – 5,49 % и снижению кормового коэффициента на 5,57 – 6,24 % по сравнению с особями, получавшими комбикорма с соевым шротом. Это позволяет повысить эффективность рыбоводства и снизить затраты на кормление [104, 74].

Рапсовый жмых и шрот являются на сегодняшний день более доступными кормовыми источниками в комбикормах по сравнению с соевым шротом и рыбной мукой. Они характеризуются высоким содержанием сырого протеина – от 32,00 до 35,50 % – и оптимальным составом аминокислот. Их качество зависит от сорта рапса и метода обработки его семян, так как в их составе имеются антипитательные факторы.

После включения рапсового жмыха холодного отжима в рацион трехлеток радужной форели на протяжении 90 суток наблюдалось повышение темпа роста на 39,30 %, сохранности – на 0,02 %. При этом отмечалось в опытной группе рыб снижение кормового коэффициента на 16,67 %. Показатели здоровья рыб контрольной и опытной групп находились в

пределах физиологической нормы. Также было отмечено снижение в стоимости комбикормов с рапсовым жмыхом до 3,60 %. Это говорит о дополнительно полученной прибыли в форелеводстве и решает проблему дефицита растительных высокобелковых комбикормов [65].

Анализ результатов исследований при кормлении молоди ленского осетра импортными комбикормами и комбикормами отечественного производства с добавлением суспензии хлореллы и жмыхов из рапса, и сафлора красильного показал, что вторые могут служить полноценной заменой первым. Рыбоводные показатели были схожими в контрольных и опытных группах. Отмечена тенденция к увеличению абсолютного и относительного приростов у осетра при использовании экспериментальных комбикормов, что свидетельствовало об их полноценности [54].

Горчичный жмых является продуктом переработки семян горчицы. Содержит до 41,00 % сырого протеина, до 15,20 % сырого жира, но имеет в своём составе антипитательные факторы, что сдерживает его повсеместное использование в кормлении животных. Антипитательные факторы в горчичном жмыхе включают глюкозинолаты, которые негативно влияют на пищеварительную систему животных, вызывают раздражение и воспаление. Кроме того, глюкозинолаты подавляют рост, развитие животных и отрицательно воздействуют на репродуктивную функцию.

Для уменьшения антипитательных факторов и улучшения перевариваемости горчичного жмыха используется баротермическая обработка. Обработанный таким образом жмых получил название кормовой концентрат из растительного сырья «Сарепта». Он характеризуется оптимальным сочетанием питательных веществ (сырого протеина – 37,50 %, сырого жира – 8,40 %, сырой клетчатки – 11,60 %, сырой золы – 6,60 % и БЭВ – 27,80 %), необходимых для здоровья и развития рыб [50, 117, 71, 108].

Ввод концентрата из растительного сырья «Сарепта» в количестве 5,00 % от массы комбикорма способствовал увеличению рыбопродуктивности двухлеток осетра на 24,22 г и сохранности особей – на 2,00 %, трёхлеток – 55,80 г и 2,50 %

соответственно. По мере увеличения исследуемого концентрата в составе комбикормов для двухлеток русского осетра до 10,00 % отмечалось повышение рыбопродуктивности на 40,32 г, и выживаемости – на 2,00 %, для трёхлеток – 89,84 г и 2,50 % соответственно. В. Г. Калмыковым было доказано, что оптимальный ввод кормового растительного концентрата «Сарепта» в комбикорм для русского осетра составил 7,50 %, что позволило увеличить рыбопродуктивность двухлеток до 49,91 г и достичь повышения сохранности до 4,00 %, а трёхлеток – соответственно 108,08 г и 5,00 % [49].

Морфологические и биохимические показатели крови подопытных особей русского осетра находились в пределах физиологической нормы и в первом, и во втором опытах. Введение кормового концентрата из растительного сырья «Сарепта» в рацион русского осетра привело к увеличению содержания в крови эритроцитов, гемоглобина и общего белка. Это свидетельствует о положительном влиянии данного кормового компонента на улучшение функции переноса кислорода, лучшем насыщении им крови и как следствие более эффективным снабжением тканей и органов русского осетра опытных групп.

Введение в комбикорма для русского осетра различных уровней ввода кормового концентрата оказало благоприятное действие на выход и качество рыбной продукции. Так, у двухлеток русского осетра опытных групп выход съедобных и условно съедобных частей тушки был выше на 4,34 – 8,07 %, а у трёхлеток соответственно на 4,30 – 7,97 %, по сравнению с контрольными аналогами, получавшими в составе рациона только подсолнечный жмых. Аналогичная тенденция наблюдалась и в содержании аминокислот в мышечной ткани рыб опытных групп по соотношению с контрольными аналогами на 1,60 – 3,09 % (двухлетки) и на 1,90 – 4,50 % (трехлетки) [72].

Замена в комбикормах подсолнечного жмыха на кормовой концентрат из растительного сырья «Сарепта» у двухлеток и трёхлеток русского осетра привела к снижению стоимости 1 кг комбикорма на 0,35 – 0,70 рублей и на 1,85 – 5,55 рубля соответственно. Это поспособствовало получению дополнительной прибыли в размере 0,29 – 0,65 тыс. руб. и 1,28 – 1,58 тыс. руб. С добавлением концентрата

«Сарепта» в комбикорм уровень подсолнечного жмыха может быть существенно снижен, что обеспечивает сокращение расходов на приобретение этого ингредиента [122].

В последние годы специалисты стараются найти альтернативные высокобелковые сельскохозяйственные культуры, которые смогут адаптироваться к меняющимся погодно-климатическим условиям. Одним из таких перспективных вариантов является сорго, зерно которого может быть использовано в составе комбикорма. Сорго зерновое обладает высокой экологической пластичностью, способностью переносить высокие температуры и засухи, что делает его привлекательной и устойчивой культурой для выращивания. Кроме того, зерно сорго является ценным концентрированным кормом для сельскохозяйственных животных и птицы. Благодаря низким требованиям к почвенному составу, сорго способно давать высокие и стабильные урожаи.

Введение в состав комбикорма зерна сорго в количестве 50,00 % позволило повысить уровень рентабельности в опытной группе по сравнению с контрольной при выращивании малька, реализации подрощенной молодежи соответственно на 14,06 % и 4,64 % [116].

Ввод сорго в рацион карпа в дозе 50,00 % от зерновой части увеличивает массу особей на 6,99 % и выход съедобных частей на 0,80 %, при этом затраты комбикорма составили 2,69 кг на килограмм прироста. Разработанный состав комбикорма не оказывает негативного воздействия на работу и основные процессы, протекающие в печени, почках и кишечнике. Также необходимо отметить, что все изучаемые гематологические показатели рыб были в норме. С экономической точки зрения было выявлено снижение себестоимости одного килограмма живого веса карпа на 1,07 рубля, что привело к повышению уровня рентабельности на 3,24 % [75, 63, 62, 13, 46, 32].

15,00 % ввод сорго в комбикорма для карпа привёл к снижению массы тела, но тем не менее физиолого-биохимические показатели особей опытной

группы не отличались от аналогичных показателей контрольной группы [101, 93, 100, 102].

Сотрудники лаборатории кормов РУП «Института рыбного хозяйства» разработали экструдированный кормовой концентрат, состоящий из отходов крупяного производства (смесь пшеничной, ячменной, гороховой и овсяной мучек). Изученный химический состав концентрата был следующий: сырого протеина – 16,19 %, сырого жира – 1,36 %, сырой клетчатки – 3,94 %.

При использовании в кормлении карпа кормового концентрата в количестве 5,00 % с добавлением 0,10 % мультиэнзимного комплекса «ФекордАква» отмечалось повышение абсолютного прироста на 0,40 г, снижение кормового коэффициента – на 0,96 ед. Совместное использование изучаемых кормовых компонентов в рационе привело к ускорению метаболических процессов в организме, что положительно сказалось на темпе роста особей [73].

Бобовые культуры являются наиболее подходящими источниками растительного белка. Зерно бобовых культур характеризуется высоким содержанием сырого протеина, достигающим до 42,00 %. Зерно бобовых в отличие от злаковых характеризуется преобладанием линолевой и олеиновой кислот, а также лизином. Соя и горох являются основными видами бобовых культур, которые широко используются в комбикормах для рыб. Они имеют высокий уровень белка и содержат все необходимые аминокислоты, чтобы удовлетворить потребности рыб в питательных веществах [151].

Бобы белого люпина (*Lupinus albus*) представляют собой относительно новый компонент, который обладает высоким содержанием белка. В среднем, зерно люпина содержит от 28,00 до 38,00 % белка, что больше, чем у зерна злаковых культур, и в 1,5 раза больше, чем у гороха и вики. Кроме того, в зерне люпина содержится значительное количество каротиноидов, превосходящих по показателям другие зернобобовые культуры.

Замена рыбной муки и соевого шрота до 35,00 % на зерно люпина в комбикормах для молоди осетровых рыб привела к повышению скорости

роста, что позволило существенно снизить затраты на сырье на 2,95 рубля [126].

Использование белого люпина в кормлении радужной форели породы «Адлер» позволяет получить более интенсивный прирост в опытной группе по сравнению с контрольной. Так, наибольший прирост был зафиксирован у рыб опытной группы, которые получали комбикорм с содержанием 22,00 % белого люпина без оболочки.

Абсолютный прирост рыб в этой группе превысил контрольную группу на 28,89 %. Себестоимость выращивания форели с использованием белого люпина без оболочки оказалась ниже на 32,24 %, а прибыль была выше на 106,00 % в опытной группе по сравнению с контрольной. Таким образом, использование белого люпина в кормлении радужной форели породы «Адлер» в промышленных условиях позволяет достичь более высоких приростов, снизить себестоимость производства и увеличить прибыль от реализации [24, 23].

С. Т. Жиенбаева и А. М. Ермуканова выявили, что ввод 10,00 – 15,00 % люпина в состав комбикорма не оказал негативного влияния на здоровье прудовых рыб (биологические и физиологические показатели находились в пределах нормы) [36].

Использование белого люпина, подвергнутого барогидротермической обработке в кормлении радужной форели породы «Адлер» привело к более интенсивному приросту тела особей до 8,52 % и более низкому коэффициенту оплаты корма на 8,93 %. Ввод люпина в комбикорм не оказал отрицательного действия на течение метаболических процессов у рыб. Сохранность форели в опытной группе была высокой [53].

Люпин является хорошим источником белка, макро-, микроэлементов и каротина. Включение люпина в комбикорма для рыб положительно влияет на их физиологическое состояние. В статье Рудкой В. И. и Тимошенко Е. С. приведена информация о том, что замена в комбикорме для рыб 15,00 % рыбной муки, 10,00 % соевого шрота и 10,00 % пшеничной муки на

люпиновую муку привела к снижению стоимости сырья на 2,95 рубля на 1 кг прироста и денежных затрат на сырье на 19,10 %. Проведённые исследования позволяют констатировать факт, что люпин является перспективным источником полноценного белка для рыб в аквакультуре [95].

Замена 25,00 % рыбной муки на белковый концентрат из белого люпина в комплексе с мясокостной мукой в составе комбикормов привела к незначительному снижению скорости роста молоди сибирского осетра. Однако гематологические показатели оставались неизменными и варьировали в пределах нормы. Так, уровень рентабельности оказался в опытной группе выше, чем в контрольной на 2,80 %, это связано с более низкой стоимостью потребляемого рыбой корма [123, 96].

Исследование показало, что в процессе выращивания двухлеток и трёхлеток ленского осетра замена 50,00 % рыбной муки на белковый концентрат «Агро-Матик» в комбикормах способствовало существенному повышению рыбопродуктивности на 2,13 % и 5,81 %, а также сохранности особей на 2,00 % и 4,00 % соответственно [40].

Полученные данные указывают на перспективность применения белкового концентрата на основе белого люпина «Агро-Матик» в рыбоводстве. Данная добавка может стать ценным инструментом для повышения эффективности выращивания рыб. Его использование в кормлении рыб является актуальным в условиях ограниченного использования рыбной муки и необходимости сохранения водных биологических ресурсов. В ходе исследования было выявлено, что добавление белкового концентрата «Агро-Матик» в рацион оказывает положительное влияние на показатели крови, а также на товарные качества и мышечную массу двухлеток на 6,46 %, а у трехлеток – на 14,31 %. Введение белкового концентрата в рацион молоди осетра оказывало положительный эффект на снижение патогенной микрофлоры, укрепление сопротивляемости к заболеваниям и ингибирование роста патогенных микроорганизмов. Результаты экономической оценки показали, что использование концентрата

«Агро-Матик» взамен рыбной муки имеет положительный эффект, который в первом опыте составил до 1862,73 рублей, а во втором опыте – до 4534,50 рублей. Благодаря использованию концентрата «Агро-Матик» можно снизить патогенную микрофлору, укрепить иммунитет молоди осетра и препятствовать росту вредоносных микроорганизмов, что в свою очередь положительно скажется на здоровье и качестве роста рыбы, а также на экономическом благополучии предприятий [47, 110].

Проведенная научная работа Буряковым Н. П. с коллегами имеет практическую значимость, так как она позволяет эффективно использовать белковый концентрат «Агро-Матик» в комбикормах для тилляпии. Замена части белкового компонента комбикорма разработанным концентратом поспособствовала улучшению показателей прироста живой массы рыбы на 4,25 % и повышению её товарного качества. Данные экспериментальные исследования показали, что использование концентрата способствует достижению более высокого веса тилляпии (до 1414,00 г) и сокращению времени на достижение рыбой коммерческого размера. Данные исследования являются важными при выращивании тилляпии, так как позволяют повысить рентабельность её производства [90, 21].

Л. В. Манжосова и О. А. Караева предлагают ввести в отечественные низкокзатратные продукционные комбикорма мясокостную муку, нут и соевый жмых, что позволит повысить продуктивность по линейно-массовым показателям у гибридов русского и ленского осетров [68].

Австралийский краснощёкий рак может без вреда для здоровья потреблять недорогие белковые растительные ингредиенты в составе рациона. Так, Ю. М. Шириной, Д. Р. Файзулиной, А. В. Коньковой и другими осуществлялось замещение до 50,00 % белка рыбной муки на люцерновую муку с дополнительным введением ферментного препарата Натузин, что позволило повысить конечную массу раков на 0,14 г и выживаемость особей [76].

Облепиха, благодаря своему составу, является ценным источником биологически активных веществ, поэтому она широко применяется в производстве гранулированных комбикормов в виде добавки.

Содержание белка в облепиховом шроте составляет от 20,00 % до 26,00 %, а жира – от 18,00 % до 23,00 %. Важно отметить, что облепиха содержит значительное количество каротиноидов, их сумма составляет от 35,00 % до 65,00 %. Кроме того, в составе облепихи присутствует клетчатка в диапазоне от 15,00 % до 18,60 %, а также пектиновые вещества в количестве от 3,40 % до 5,00 %.

В связи с высоким содержанием этих ценных компонентов, добавка облепихового шрота в комбикорм позволяет обеспечить рыбу необходимыми питательными веществами для оптимального роста и развития. Это делает облепиху незаменимым ингредиентом в производстве комбикормов для рыбы на ранних этапах жизненного цикла [27, 28].

Пивные дрожжи представляют собой биомассу, состоящую из *Saccharomyces sp.* – видов дрожжей, которые используются в процессе производства пива. Они получают после завершения нескольких циклов ферментации во время пивоварения.

Пивным дрожжам нашли применение в различных отраслях промышленности, особенно они ценны в кормлении сельскохозяйственных животных, птицы и рыб. Биомасса пивных дрожжей содержит богатое разнообразие питательных веществ, включая белки, аминокислоты, витамины, минералы и глутатион, что делает ее ценным сырьем в комбикормах.

Использование пивных дрожжей при производстве аквакормов может сократить потребление рыбной муки до 13,94 % (0,369 млн тонн) во всем мире, улучшит биоэкономику замкнутого цикла и экологическую устойчивость в секторе аквакультуры. Оптимальный диапазон включения пивных дрожжей в комбикорм составляет 19,00 – 31,60 % для всеядной рыбы [134].

Кормление молоди сибирского осетра обской и енисейской популяций стартовыми кормами, обогащенными гапгрином и комплексом ВНЖК (льняное

масло, препарат-премикс «Арфит») позволяет повысить коэффициент рентабельности до 9,3 ед., ускорить сроки от 2 до 8 дней достижения молодью требуемой массы [37].

М. А. Корентович, В. В. Бобров и другие предлагают личинкам сибирской стерляди в стартовые комбикорма вводить 10,00 % гаприна на протяжении 35 – 50 суток, это позволит увеличить линейно-весовые показатели молоди в 1,5 – 1,9 раз и снизить коэффициент оплаты корма до 1,51 в сопоставлении с контрольной группой, получавшей стандартный рацион [91].

Применение комбикормов, обогащенных 5,00 % и 10,00 % гаприна и ВНЖК, значительно увеличило темп роста особей сибирской стерляди в естественной популяции. По результатам кормления молоди сибирской стерляди комбикормами, содержащими 10,00 % гаприна и ВНЖК, было продемонстрировано заметное ускорение весового и линейного роста. Весовой рост увеличился на 74,00 %, а линейный рост – на 20,80 % [113].

Усилия по использованию листьев и водных растений в качестве корма для рыб являются важными подходами к устойчивому разведению рыбы. Различные виды листьев, такие как Таро (*Colocasia esculenta L.*), Гамаль (*Gliricidia sepium*), Ламторо (*Leucaena leucocephala*), Маниока (*Manihot utilissima*), Нони (*Morinda citrifolia*), Тури (*Sesbania grandiflora L.*), капуста (*Ipomoea aquatica*), могут вызывать аллергию, а водные растения, такие как *Lemna Minor*, Водяной гиацинт (*Eichornia crassipes*), *Azolla microphylla*, мелкая ряска (*Lemna perpusilla Torr.*) могут служить эталонными добавками в комбикормах тем самым увеличить рост рыб. Использование этих растений является разумным шагом, поскольку это может снизить коммерческие затраты на корма, обеспечить стабильную доступность корма в течение всего года и смягчить негативное воздействие на окружающую среду, одновременно улучшить качество воды [161, 131].

Использование водных растений в качестве заменителя рыбной муки может служить еще одним из дополнительных источников с точки зрения

удовлетворения глобального спроса на него. На борьбу с водными сорняками тратится много денег, поэтому необходимо интегрировать как экономические аспекты, так и экологические проблемы. Кормовые ингредиенты на основе макрофитов имеют хороший питательный профиль: сырой протеин составляет от 11,00 % до 32,00 %; липиды – от 2,90 % до 16,81 % и зола – 8,00 % и 31,00 %, хороший набор аминокислот; микро- и макроэлементов [158].

Микроводоросли частично могут заменить рыбную муку в рационах карпа, креветок, сома, тилапии, лосося и форели. Однако полная замена их приведет к плохой усвояемости комбикормов, низкой продуктивности и высокой себестоимости продукции [154].

Коллективом авторов были изучены коммерческие продукты (корм Algaessence), производимые ALGAplus (Илхаво, Португалия) и Allmicroalgae (Патайас, Португалия), в кормлении молоди европейского морского окуня. Исследуемые кормовые ингредиенты представляют собой смесь в виде порошка в герметичных пакетах, защищенных от света.

Добавление до 6,00 % исследуемых кормовых ингредиентов в комбикорма способствовало значительному улучшению перевариваемости питательных веществ, а также увеличению площади всасывания в переднем отделе кишечника, что в конечном итоге привело к лучшему потреблению корма и росту молоди европейского сибаса. Пищевая ценность и качество мышц рыбы также улучшились благодаря добавлению смеси водорослей в комбикорм [129].

В заключении необходимо обозначить, что мировой спрос на белок растет в связи с экспоненциальным увеличением численности населения планеты. Поэтому кормовая отрасль испытывает острую необходимость в традиционных кормах (рыбная мука, жмых и шрот подсолнечный и т.д.). Крайне важно искать альтернативные источники в кормлении сельскохозяйственных животных, птицы и объектов аквакультуры. Поиск альтернативных кормовых источников, изыскание способов устранения в них

антипитательных веществ, разработка белковых концентратов на основе них имеет огромный потенциал для исследований.

### **1.3 Эффективность использования продуктов переработки горчичного жмыха в кормлении сельскохозяйственных животных, птицы и объектов аквакультуры**

При достижении высоких показателей в продуктивности животных, птицы и объектов аквакультуры, получения от них конкурентоспособной высококачественной продукции, а также повышения рентабельности производства настоятельно рекомендуется предприятиям разработать рациональную и сбалансированную систему кормления.

Для обеспечения отрасли достаточным объёмом высококачественных белковых кормов необходимо осуществлять поиск альтернативных источников. Опыт, полученный в результате многолетних исследований отечественных и зарубежных учёных, показал, что в решении проблемы дефицита кормового белка важную роль играют масличные культуры [97, 128, 143, 162, 136].

Стратегия использования масличных культур в рационах животных, была основана на том, что они богаты протеином и являются отличным источником других питательных веществ. Ранее использование продуктов переработки данных культур (жмыхов и шротов) было ограничено из-за содержания в них антинутриентов, которые негативно сказывались на показателях здоровья и продуктивности исследуемых объектов [39, 111, 117, 125].

Работа по снижению негативных факторов масличных культур велась агрономами-селекционерами за счёт создания новых сортов с пониженным содержанием антинутриентов.

Параллельно специалистами в области кормления осуществлялась работа по разработке наиболее эффективных способов обезвреживания

продуктов переработки масличных культур с целью создания безопасного продукта с наиболее улучшенными питательными характеристиками [77].

Благодаря усилиям ряда ученых, таких как Куликов В. М., Николаев С. И., Фёдорова В. М. и др., были найдены и усовершенствованы способы устранения антипитательных факторов из продуктов переработки масличных культур.

В Нижнем Поволжье успешно выращивают пряно-масличную культуру горчицу сарептскую сизую, где её посевы занимают более 150 тыс. га.

Горчичное масло – ценное масло с высоким содержанием витаминов и жирных полиненасыщенных кислот, необходимых организму. Его состав характеризуется повышенным содержанием биологически активных фитостеролов, которые обладают противоопухолевыми и бактерицидными свойствами и способствуют снижению уровня «вредного» холестерина. В масле также содержатся фитонциды, изотиоцианаты, хлорофиллы, синегрин и эфирное масло.

Переработка масличной культуры «сарептская горчица» позволяет получить масло и жмых [57].

Однако особенностью семян горчицы и ее продуктов переработки является содержание токсичных серосодержащих соединений – тиогликозидов [25, 61].

При расщеплении этих соединений образуются эфирные масла, известные как изотиоцианаты, которые негативно сказываются на использовании продуктов переработки горчицы в кормлении животных.

Тем не менее, горчичный жмых все равно представляет значительный интерес в отрасли животноводства. Этот продукт содержит до 45,00 % сырого протеина, 14,00 % жира и 35,00 % БЭВ, что делает его важным источником растительного кормового белка. Таким образом, несмотря на наличие токсичных соединений, горчичный жмых имеет потенциал быть полезным и эффективным компонентом в рационах животных.

Несмотря на большое содержание протеина, данный кормовой продукт долгое время не использовался в кормлении животных из-за наличия в нём глюкозида, из-за которого при определённых условиях, по действием энзима-мирозина образуется аллиловое горчичное масло, вызывающее воспаление всего желудочно-кишечного тракта биологических объектов. В связи с этим отход, полученный от переработки семян горчицы на масло, до недавнего времени складировался на полигонах, что отрицательно сказывалось на экологической нагрузке нашей области.

Учёными кафедры ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ «Кормление и разведение сельскохозяйственных животных» совместно с сотрудниками ООО Волгоградский горчичный завод «Родос» была разработана технология обезвреживания горчичного жмыха, в результате которой был получен высокобелковый кормовой продукт под торговым названием «Горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка», в котором отмечались остаточные следы антинутриентов в количестве 0,01 %.

Разработка технологии обезвреживания горчичного жмыха и получение белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» является успешным примером сотрудничества между учеными и предприятием, применяющим инновационные методы в области производства безопасных кормовых продуктов.

Струк М. В., Карапетян А. К. и Чехранова С. В. и др. провели химический анализ состава разработанного кормового продукта, в сравнении с традиционно используемыми продуктами переработки семян подсолнечника на масло (жмых и шрот). Исследователями было выявлено явное преимущество по питательной ценности первого продукта над вторым, по следующим макронутриентам: сырой протеин – от 0,60 до 3,60 %, сырой жир – от 1,40 до 5,60 %, БЭВ – от 0,80 до 1,20 %, зола – 0,20 до 0,40 %; при этом содержание сырой клетчатки было ниже до 4,10 %. Таким образом, разработанный растительный концентрат действительно является ценным источником питательных веществ (особенно белка). Он содержит до 39,00 %

сырого протеина, что подтверждает его высокое кормовое достоинство и тем самым является отличной заменой в рационах животных традиционно используемых кормов – продуктов переработки семян подсолнечника.

Известным фактом является то, что аминокислоты оказывают существенное влияние на течение всех физиологических процессов в организме животного, их продуктивность и качество полученной продукции. Было отмечено, что аминокислотный состав разработанного концентрата был также выше на 2,81 % в сравнении с подсолнечным жмыхом и на 2,85 % в сравнении с подсолнечным шротом.

Стоит отметить превосходство горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» над подсолнечным жмыхом и шротом по содержанию микронутриентов – витаминов: Д, Е и группы В; макроэлементов: Са, F, К, Mg; микроэлементов: Fe, Zn, I, Cu, Mn, Со [107, 87, 109].

Следующим этапом стало изучение эффективности влияния разработанного концентрата «Горлинка» на количественные и качественные показатели продуктивности сельскохозяйственных животных, птицы и рыб.

Николаевым С. И., Карапетян А. К., Земляновым Е. В. было рекомендовано применять исследуемый концентрат в полнорационных комбикормах для цыплят-бройлеров: в первую фазу кормления (1-3 недели) – 3,75 %, во вторую фазу кормления (4-5 недель) – 7,50 %, а в третью фазу (6 недель и старше) – 11,25 %. Количественная замена 75,00 % (от массы жмыха) подсолнечного жмыха на горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» позволила улучшить переваримость питательных веществ (сухого вещества – на 1,37 %, сырого протеина – на 1,98 %, сырой клетчатки – на 1,65 %, сырого жира – на 2,29 % и БЭВ – на 2,02 %), увеличить живую массу на 10,30 %, мясную продуктивность – на 2,73 %, снизить затраты на комбикорма на 6,70 % и получить тем самым условную дополнительную прибыль до 12 867,60 руб. (в расчёте на 1000 голов).

Струк М. В., Николаев С. И. рекомендовали производству при получении пищевого яйца применять в сбалансированных комбикормах для

птицы кросса «Хайсекс коричневый» концентрат «Горлинка» в следующем количестве: с 1-7 неделю выращивания – 8,25 %, с 8-14 неделю – 11,25 %, с 15-19 недели – 10,05 %, с 20-45 неделю - 15,75 %, с 46 недели и старше – 16,50 %. Количественная замена 75,00 % (от массы шрота) подсолнечного шрота на белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» в комбикорме позволила улучшить переваримость питательных веществ в организме молодок и кур-несушек (сухого протеина – на 0,71 % и 0,82 %, сырой клетчатки – на 0,42 % и 0,56 %, сырого жира – на 0,43 % и 2,02 %, использование азота от принятого – на 1,02 % и 2,09 %, кальция – 0,60 % и 1,66 % и фосфора – на 1,44 % и 2,49 % соответственно). Авторами отмечалось повышение количества снесённых яиц в опытной группе кур на 4,25 %, а средней массы яйца на 2,62 %, в то же время отмечалось улучшение качественных показателей пищевого яйца. Введение концентрата в комбикорма для птицы привело к получению дополнительной прибыли в размере 6162,82 рублей (расчёт на 60 кур) [59, 17].

Николаевым С. И. и Чехрановой С.В. рекомендовано вводить в рацион лактирующих коров со среднесуточной продуктивностью 26-28 кг белоксодержащий концентрат «Горлинка» взамен жмыха подсолнечного (1,20 кг). Полная замена спровоцировала наилучшую перевариваемость рационов у коров опытной группы (сухого вещества – на 1,95 %, сырого протеина – на 1,74 %, сырой клетчатки – на 2,48 %, сырого жира – на 1,45 % и БЭВ – на 1,68 %), повышение использования организмом азота, кальция и фосфора соответственно на 2,08 %, 2,06 % и 2,86 %, увеличение среднесуточного удоя на 7,12 %. За счёт замены удалось достичь дополнительных доходов в размере до 7361,76 рублей (в расчете на 1 корову) [48, 92, 45, 15].

Николаевым С.И. и Батраковой (Колесниковой) Ю.М. были даны рекомендации по кормлению русского осетра в установках с замкнутым водоснабжением. Введение в комбикорма белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» взамен жмыха из семян подсолнечника в количестве 9,00 % для молоди и 13,50 % для трёхлеток русского осетра позволяет повысить рыбопродуктивность, сохранность и прирост тела рыб

соответственно на 4,80 %, 6,00 %, 5,39 % и 4,55 %, 7,60 %, 8,67 %. Благодаря произведенной замене в рационах удалось повысить качество и привлекательность выпускаемой продукции осетра. Так, выход съедобных частей туши в опытных группах возрос на 2,80 % и 3,44 %, что положительно отразилось на выручке за счёт её реализации на 4,21 тысяч рублей и 6,45 тысяч рублей соответственно [5, 7, 4, 6].

На сегодняшний день актуальной задачей является пересмотр структуры комбикормов, в связи с тем, что традиционные кормовые источники для рыб дефицитны и дороги, поиск их альтернативных кормов с высокой питательной ценностью необходим для обеспечения их нормированного кормления и всех физиологических потребностей. Нетрадиционные местные растительные компоненты могут восполнить дефицит кормов, имеющийся на кормовом рынке, что позволит снизить экологическую нагрузку на окружающую среду и повысить рентабельность отрасли рыбоводства.

## 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Работу проводили при согласовании с разработанным в ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» тематическим планом НИР в рамках научных исследований «Использование нетрадиционных кормовых средств, ферментных препаратов, протеиновых и минеральных источников местного происхождения с целью повышения продуктивности животных и качества продукции» (№ гос. рег. 0120.08012217).

Для достижения поставленной цели и выполнения задач исследований, по изучению белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в комбикормах для радужной форели были проведены 2 научно-хозяйственных опыта и производственная апробация.

С 2019 г. по 2024 г. проводились исследования на радужной форели породы «Адлер» в условиях рыбоводного предприятия ИП Калмыкова И. О., в лаборатории «Анализ кормов и продукции животноводства» ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ и НИЦ «Черкизово». Общая схема исследований представлена на рисунке 1.

Радужную форель *Oncorhynchus mykiss* содержали под открытым небом в проточных рыбоводных прямоугольных бетонных бассейнах. Размер одного бассейна имел следующие размеры: 5,0 × 25,0 × 1,5 м, объём бассейна – 187,5 м<sup>3</sup>, объём воды при наполнении до уровня воды в 1,2 м равен 150,0 м<sup>3</sup>. Источник водоснабжения – скважина.

Для проведения первого научно-хозяйственного опыта была отобрана молодь радужной форели с изначальной средней массой тела 27 г, а для второго – взрослые особи с начальной средней массой 1203 г. Рыбы в группы формировали методом аналогов с учетом вида, возраста и т.д. Исследования проводились на здоровых особях рыб.

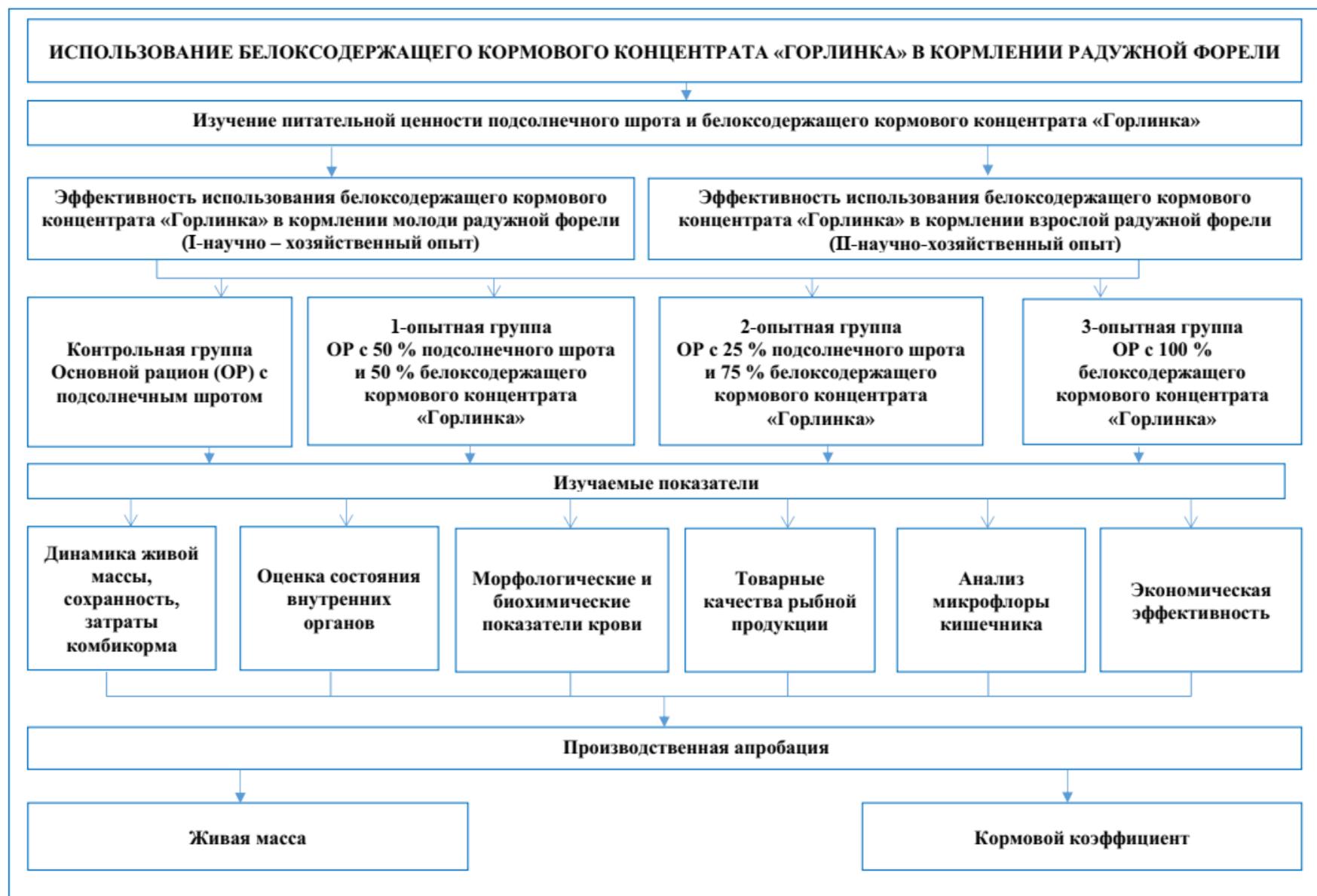


Рисунок 1 – Общая схема исследований

Для проведения научно-хозяйственных опытов подопытную рыбу (молодь и взрослую особи) формировали в четыре группы (одна контрольная и три опытные) по 100 голов в каждой. Опыт на молоди форели длился 667 дней, а на взрослой – 292 дня.

Во время проведения исследований рыбы из подопытных групп содержались в идентичных условиях, соответствующих нормам, предъявляемым к выращиванию радужной форели.

Показатели качества воды оценивали по *ОСТ 15.312.87 Вода для рыбоводных хозяйств. Общие требования и нормы*. Оценку качества воды и её температурного режима проводили регулярно. Так, замеры уровня температуры, рН и кислорода в воде осуществлялись два раза в день. Концентрация нитратов, нитритов, железа и общая жесткость воды определялись еженедельно. Плотность посадки особей не превышал показателя 50 кг/м<sup>3</sup>.

Температуру измеряли термометром – WTW, кислород – оксиметром Nash, рН – рН-метром OxyGuard. Содержание нитратов, нитритов, железа и общей жесткости в воде измеряли при помощи реактивов фирмы «НИЛПА».

По методике зоотехнического анализа определяли химический состав кормов и комбикормов согласно государственным стандартам.

*ГОСТ Р 54951-2012 Корма для животных. Определение содержания влаги*. В исследуемом сырье содержание влаги определяли с помощью высушивания в шкафу при температуре 103 °С.

*ГОСТ 13496.4-2019 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина*. Титриметрический метод определения азота по Кьельдалю заключается в минерализации органического вещества пробы исследуемого сырья кипящей серной кислотой в присутствии катализатора с образованием сернокислого аммония, прибавлении к охлажденному минерализату избытка гидроокиси натрия с целью выделения аммония, отгонке и титровании выделенного аммиака, подсчете массовой

доли азота в испытуемой пробе исследуемого сырья и с последующим пересчетом на массовую долю сырого протеина.

*ГОСТ 13496.15-2016 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения массовой доли сырого жира.* Определение осуществляли в аппарате Сокслета путем экстракции сырого жира из навески исследуемого сырья диэтиловым эфиром, с последующим удалением растворителя и взвешиванием обезжиренного остатка.

*ГОСТ 31675-2012 Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации.* Содержание в исследуемом сырье сырой клетчатки проводили по методу Генненберга путем обработки навески исследуемого сырья кислотным и щелочным растворами, озоления с дальнейшим количественным определением органического остатка.

*ГОСТ 32933-2014 Корма, комбикорма. Метод определения содержания сырой золы.* В исследуемом сырье содержание сырой золы определяли методом озоления органических веществ путем прокаливании при температуре 550 °С и взвешивании полученного остатка.

Идентификацию аминокислот в исследуемом сырье проводили по *ГОСТ Р 55569-2013 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение протеиногенных аминокислот методом капиллярного электрофореза с применением аминокислотного анализатора «Капель-105».*

Размер гранул испытуемых комбикормов и их разбухаемость определяли согласно *ГОСТ Р 51899-2002 Комбикорма гранулированные. Общие технические условия.*

Нами были изучены следующие показатели:

Учет сохранности особей вели путём ежедневного осмотра бассейна. При отходе рыб производилось их удаление сачком с удлинённой ручкой, с последующим установлением причины ее гибели.

Определяли массу рыбы путем ежемесячного индивидуального взвешивания особей с дальнейшим расчётом приростов (абсолютный и среднесуточный).

При раздаче испытуемых комбикормов руководствовались рекомендациями по кормлению форели с учетом температуры воды и живой массы особей, с дальнейшим расчетом кормового коэффициента.

Изучение гематологических показателей (морфологические – путем подсчета эритроцитов и лейкоцитов в камере Горяева, биохимические – в сыворотке крови определяли методом спектрофотометрии) проводили по завершению научно-хозяйственных опытов путем забора крови у 6 особей из хвостовой вены форели.

Бактериологическое исследование микрофлоры кишечника особей радужной форели проводили с определением следующих родов и групп микроорганизмов: бифидобактерии, лактобактерии, энтерококки, клостридии, *E. coli* (типичные, лактозонегативные, гемолитические), *Citrobacter Braakii*, стафилококк (золотистый), стафилококки (сапрофитн., эпидерм.) и другие патогенные бактерии.

Морфологический состав тушек форели и качественный состав полученного от нее мяса изучали путём разделки 6 особей из каждой группы. Для данного исследования рыбу отбирали со средним показателем массы, приближенной к массе особей в группе.

Ткани внутренних органов особей, предназначенные для гистологических исследований, консервировали формалином (10 %-ным).

Размер препаратов составлял 2 см на 3 см толщиной от 0,5 см до 1,0 см. Объём формалина в 10 раз превосходил объём гистологического материала. В качестве фиксатора применяли жидкость Карнуа, для заливки материала – белый парафин. Приготовление гистологических срезов осуществлялось на санном микротоме с применением микротомных ножей.

Определение химического состава рыбы и ее органолептическую оценку проводили согласно следующим государственным стандартам: *ГОСТ 31795-*

*2012 Рыба, морепродукты и продукция из них. Метод определения массовой доли белка, жира, воды, фосфора, кальция и золы спектроскопией в ближней инфракрасной области, ГОСТ 7631-2008 Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей.*

После анализа данных, полученных в ходе зоотехнических и физиологических исследований на подопытной форели, была дана экономическая оценка разработанным испытываемым комбикормам, расчет которой осуществляли с учетом общих затрат и прибыли, полученной от реализации радужной форели.

В программе «Microsoft Excel» методом вариационной статистики проводили биометрическую обработку результатов полученных исследований. Для оценки достоверности различий между признаками в выборках использовали критерии Стьюдента для трех уровней доверительной (статистической) значимости  $*P \geq 0,95$ ,  $**P \geq 0,99$ ,  $***P \geq 0,999$  [80].

Производственная апробация была проведена в идентичных условиях согласно второму научно-хозяйственному опыту на взрослом поголовье форели.

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

#### 3.1 Оценка питательной ценности подсолнечного шрота и белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка»

Перед постановкой исследований нами был проведён сравнительный анализ химического состава подсолнечного шрота и белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» как перспективного растительного кормового компонента в составе комбикормов для форели.

Данные этих исследований представлены на рисунке 2.

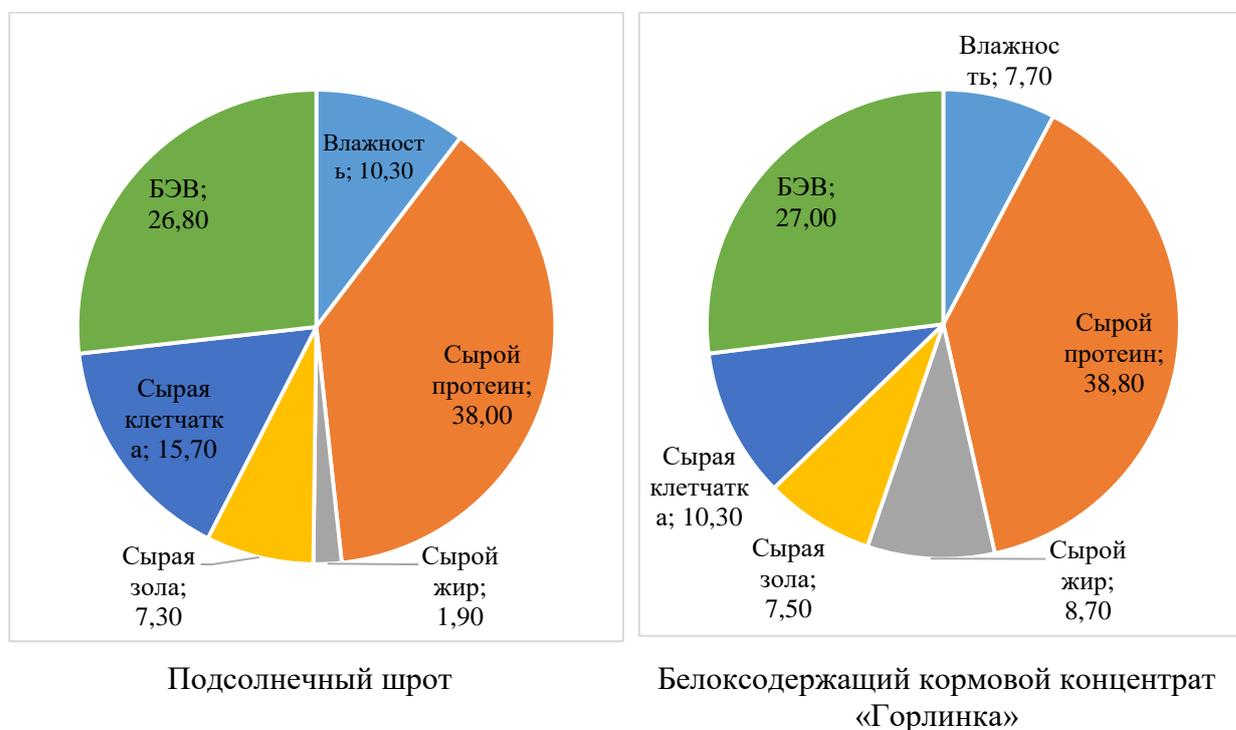


Рисунок 2 – Сравнительный химический состав подсолнечного шрота и белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка», %

Влажность исследуемых кормовых продуктов находилась на уровне 10,3 % и 7,7 %, то есть на 2,6 % по содержанию сухого вещества белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» превосходил подсолнечный шрот.

Так, было отмечено несколько высокое содержание протеина в белоксодержащем кормовом концентрате «Горлинка» (38,8 %) в сопоставлении со шротом из семян подсолнечника (38,0 %) на 0,8 %.

Содержание сырого жира в подсолнечном шроте было 1,9 %. Однако в исследуемом белоксодержащем кормовом концентрате «Горлинка» содержание его было 8,7 %, что выше, чем в первом исследуемом кормовом продукте на 6,8 %.

Сырой золы в высокобелковом концентрате содержалось больше на 0,2 % в сравнении с подсолнечным шротом.

При этом также была отмечена разница в содержании сырой клетчатки в исследуемых кормах: так, в подсолнечном шроте содержалось больше, чем в белоксодержащем кормовом концентрате «Горлинка» на 5,4 %.

Было зафиксировано на 0,2 % несколько большая концентрация БЭВ в высокобелковом концентрате (27,0 %), чем в сравниваемом компоненте (шроте) – 26,8 %.

В сложившихся условиях интенсивного ведения подотрасли рыбоводства, так же как и животноводства и птицеводства, обязательным является нормирование содержания аминокислот в комбикормах. В связи с этим нами был изучен аминокислотный состав исследуемых кормов (таблицы 3).

Таблица 3 – Аминокислотный состав подсолнечного шрота и белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка»

Наименование	Ед. изм.	Шрот подсолнечный	Высокобелковый концентрат «Горлинка»
Незаменимые аминокислоты			
Аргинин (C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	%	3,1	3,34
Гистидин (C <sub>6</sub> H <sub>9</sub> N <sub>3</sub> O <sub>2</sub> )	%	0,92	1,04
Изолейцин (C <sub>6</sub> H <sub>13</sub> NO <sub>2</sub> )	%	1,53	1,58
Лейцин (C <sub>6</sub> H <sub>13</sub> NO <sub>2</sub> )	%	2,36	2,39
Валин (C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>2</sub> )	%	1,87	1,93
Метионин (C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>2</sub> S)	%	0,83	1,01
Лизин (C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	%	1,3	1,33
Фенилаланин (C <sub>9</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>2</sub> )	%	1,74	1,65

Треонин (C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> NO <sub>3</sub> )	%	1,35	1,37
Триптофан (C <sub>11</sub> H <sub>12</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	%	0,5	0,59
Сумма	%	15,5	16,23
Заменимые аминокислоты			
Цистин (C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> S <sub>2</sub> )	%	0,6	0,73
Тирозин (C <sub>9</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>3</sub> )	%	0,95	0,99
Глицин (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>2</sub> )	%	2,18	2,26
Серин (HO <sub>2</sub> C-CH(NH <sub>2</sub> ) CH <sub>2</sub> OH)	%	1,57	1,68
Пролин (C <sub>5</sub> H <sub>9</sub> NO <sub>2</sub> )	%	1,63	1,67
Аланин (NH <sub>2</sub> -CH(CH <sub>3</sub> )- COOH)	%	1,61	1,54
Аспарагин (C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	%	3,47	3,36
Глутамин (C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	%	7,61	7,72
Сумма	%	19,62	19,95
Общая сумма аминокислот	%	35,12	36,18

Белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» отличался по сопоставлению со шротом из семян подсолнечника преобладающим содержанием незаменимых исследуемых аминокислот, так: аргинина – на 0,24 %, гистидина – на 0,12 %, изолейцина – на 0,05 %, лейцина – на 0,03 %, валина – на 0,06 %, метионина – на 0,18 %, лизина – на 0,03 %, треонина – на 0,02 %, триптофана – на 0,09 % и заменимых аминокислот: цистина – на 0,13 %, тирозина – на 0,04 %, глицина – на 0,08 %, серина – на 0,11 %, пролина – на 0,04 %, глутамина – на 0,11 %.

Но в то же время было зафиксировано меньшее содержание в концентрате «Горлинка» в сравнении с подсолнечным шротом: фенилаланина – на 0,09 %, аланина – на 0,07 %, аспарагина – на 0,11 %.

В связи с этим нами выявлено, что по суммарному содержанию незаменимых аминокислот исследуемый растительный концентрат превосходил шрот на 0,73 %, а заменимых – на 0,33 %.

Причем следует отметить, что суммарное содержание исследуемых аминокислот было больше все-таки в горчичном концентрате (36,18 %) в сравнении со шротом (35,12 %) на 1,06 %.

Жирнокислотному составу кормов уделяют большое внимание, особенно в комбикормах, предназначенных для объектов аквакультуры.

Доказано многими учеными, что жирные кислоты оказывают существенное влияние на процессы жизнедеятельности рыбы. Находясь в составе фосфолипидов, они обуславливают жидкость биомембран, что отражается на клеточном метаболизме. При этом в составе триацилглицеринов жирные кислоты депонируются в мышцы рыб и оказывают существенное влияние на качество получаемой продукции (мясо, икра) и ее органолептические особенности.

Существует также потребность рыбы в ненасыщенных жирных кислотах, особенно в линолевой и линоленовой [52].

Жирнокислотный состав изучаемых кормов приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Жирнокислотный состав подсолнечного шрота и белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка», %

Наименование	Ед. изм.	Шрот подсолнечный	Белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка»
Сырой жир	%	1,9	8,7
Пальмитиновая кислота (C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )	%	0,13	0,28
Стеариновая (C <sub>17</sub> H <sub>35</sub> COOH)	%	0,05	0,37
Олеиновая (C <sub>17</sub> H <sub>33</sub> COOH)	%	-	1,21
Линолевая (C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )	%	0,58	1,96
А-линолевая (C <sub>17</sub> H <sub>31</sub> COOH)	%	0,09	0,08
Эруковая (C <sub>22</sub> H <sub>42</sub> O <sub>2</sub> )	%	0,01	-
Сумма омега 3 (ω 3)	%	0,09	0,08
Сумма омега 6 (ω 6)	%	0,58	1,96
Отношение Омега 6/ омега 3 (ω 6 / ω 3)	%	6,44	24,5

Исследуемый горчичный концентрат «Горлинка» отличался в сравнении со шротом из семян подсолнечника большим содержанием пальмитиновой кислоты на 0,15 %, стеариновой – на 0,32 %, линолевой – на 1,38 %. Концентрат «Горлинка» содержал в своём составе 1,21 % олеиновой кислоты. Но в то же время подсолнечный шрот превосходил концентрат по содержанию а-линолевой кислоты на 0,01 %.

Рыба нуждается в относительно широком спектре витаминов, макроэлементов и микроэлементов, поэтому важно оценивать изучаемые корма по данным показателям.

Витаминный и минеральный составы изучаемых кормовых продуктов приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Витаминный и минеральный составы подсолнечного шрота и белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка»

Показатель	Ед. изм.	Шрот из подсолнечника	Белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка»
Витамин Е,	мг/кг	2,60	10,80
Витамин В1	мг/кг	5,01	5,52
Витамин В2	мг/кг	3,07	3,12
Витамин В3	мг/кг	173,00	230
Витамин В4	мг/кг	2216	2258
Витамин В5	мг/кг	13,50	14,70
Сумма витаминов	мг/кг	2413,18	2522,14
Кальций	%	0,28	0,32
Фосфор	%	1,12	1,26
Калий	%	0,96	1,06
Сера	%	0,38	0,66
Магний	%	0,55	0,60
Сумма макроэлементов	%	3,29	3,90
Железо	мг/кг	218,00	222,60
Цинк	мг/кг	40,50	52,10
Йод	мг/кг	0,61	0,64
Медь	мг/кг	22,4	27,40
Марганец	мг/кг	39,11	39,70
Кобальт	мг/кг	0,44	0,28
Сумма микроэлементов	мг/кг	321,06	342,72

В подсолнечном шроте было меньше, чем в концентрате «Горлинка» общей суммы исследуемых витаминов на 108,95 мг/кг (витамина Е – на 8,2 мг/кг, витамина В<sub>1</sub> – на 0,51 мг/кг, витамина В<sub>2</sub> – на 0,05 мг/кг, витамина В<sub>3</sub> – на 57 мг/кг, витамина В<sub>4</sub> – на 42 мг/кг, витамина В<sub>5</sub> – на 1,2 мг/кг), макроэлементов - на 0,61 % (кальция на – 0,04 %, фосфора на – 0,14 %, калия на – 0,1 %, серы на – 0,28 %, магния на – 0,05 %) и микроэлементов – на 21,66 мг/кг (железа на – 4,6 мг/кг, цинка на – 11,6 мг/кг, йода на – 0,03 мг/кг, меди на 5мг/кг, марганца на 0,59 мг/кг). При этом было отмечено низкое содержание кобальта в высокобелковом концентрате «Горлинка» по сопоставлению с подсолнечным шротом на 0,16 %.

Исходя из полученных данных химического состава, исследуемый белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» превосходит по питательности подсолнечный шрот, что и повлияло на выбор исследований.

### **3.2 Эффективность использования белоксодержащего концентрата «Горлинка» в комбикормах для молоди радужной форели**

#### **3.2.1 Условия проведения первого научно-хозяйственного опыта**

Для проведения научно-хозяйственного опыта была отобрана молодь форели методом аналогов в четыре группы - одна контрольная и три опытные (100 голов в каждой) (таблица 6). Длительность опыта составила 667 дней. Схема научно-хозяйственного опыта, проведённого на молоди радужной форели представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Схема опыта на молоди радужной форели

Группа	Особенности кормления
контрольная	Основной рацион (ОР с 10,00 % подсолнечного шрота)
1-опытная	ОР с замещением 50 % подсолнечного шрота на концентрат «Горлинка» (5,00 % от массы комбикорма)
2-опытная	ОР с замещением 75 % подсолнечного шрота на концентрат «Горлинка» (7,50 % от массы комбикорма)
3-опытная	ОР с 10,00 % концентрата «Горлинка»

Требуемые условия содержания и кормления к выращиванию радужной форели во время опыта были одинаковые для всех подопытных групп.

Радужная форель обладает большими адаптационными способностями касательно условий среды. Измерение содержания гидрохимических показателей – одно из важнейших наблюдений в рыбоводстве (таблица 7).

Таблица 7 – Некоторые показатели качества воды в бассейне

Показатель	Фактически полученные данные
Температура, °С	11,20 – 14,30
Водородный показатель (рН)	7,00 – 8,00
Растворённый кислород, г/м <sup>3</sup>	9,10 – 10,90
Нитриты, мг/л	0,01 – 0,02
Нитраты, мг/л	0,94 – 1,00
Общая жесткость, мг-экв/л	3,78 – 4,14
Железо, мг/л	0,25 – 0,50

Температура, рН, содержание растворённого кислорода, нитритов, нитратов, железа и общая жесткость воды находились в пределах допустимых норм.

При проведении научно-хозяйственного опыта различия были только в составах комбикормов. Так, рыба контрольной группы получала комбикорм с подсолнечным шротом, а особи 1-, 2- и 3-опытных групп – комбикорма, в которых подсолнечный шрот был заменен на концентрат «Горлинка» соответственно по группам – 5,00 %, 7,50 и 10,00 % (от массы комбикорма). Кормовые программы для подопытных рыб приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Кормовые программы для сеголеток и годовиков радужной форели подопытных групп

Ингредиент	Ед. изм.	Группа			
		контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Рыбная мука	%	42,50	42,50	42,50	42,50
Масло подсолнечное	%	19,17	19,17	19,17	19,17

продолжение таблицы 8

Жмых соевый	%	13,07	13,07	13,07	13,07
Кукурузный глютен	%	14,00	14,00	14,00	14,00
Шрот подсолнечный	%	10,00	5,00	2,50	-
Белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка»	%	-	5,00	7,50	10,00
Соя полножирная	%	0,46	0,46	0,46	0,46
Монохлоргидрат лизина	%	0,50	0,50	0,50	0,50
Премикс для рыб	%	0,30	0,30	0,30	0,30
В 100 г комбикорма содержится					
Обменная энергия	МДж/кг	15,74	15,85	15,92	15,98
Сырой протеин	%	50,11	50,15	50,17	50,19
Сырой жир	%	19,29	19,63	19,80	19,97
Сырая клетчатка	%	2,95	2,68	2,55	2,41
С18:3 ω3	%	0,14	0,14	0,14	0,14
Omega-6	%	0,07	0,07	0,07	0,07
Лизин	%	2,74	2,77	2,79	2,80
Метионин	%	0,82	0,84	0,85	0,86
Треонин	%	1,86	1,86	1,86	1,86
Триптофан	%	0,54	0,54	0,55	0,55
Аргинин	%	2,99	3,00	3,01	3,01
Изолейцин	%	1,98	1,99	1,99	2,00
Лейцин	%	3,78	3,78	3,78	3,78
Валин	%	2,61	2,62	2,62	2,63
Гистидин	%	1,04	1,05	1,05	1,06
Фенилаланин	%	2,23	2,24	2,25	2,25
Са	%	1,32	1,32	1,32	1,32
Р	%	1,55	1,56	1,56	1,56
NaCl	%	0,62	0,62	0,62	0,62
А (ретинол)	тыс. МЕ/кг	15,37	15,37	15,38	15,38
D3 (кальциферол)	тыс. МЕ/кг	3,08	3,09	3,09	3,10
Е (токоферил ац-т)	мг/кг	66,84	67,25	67,46	67,66
К3 (менадион)	мг/кг	5,08	5,09	5,09	5,10
В1 (тиамин)	мг/кг	15,29	15,32	15,33	15,34
В2 (рибофлавин)	мг/кг	32,03	32,03	32,03	32,04

окончание таблицы 8

Пантотеновая к-та	мг/кг	84,39	84,45	84,48	84,51
В4 (холинхлорид)	мг/кг	2112,31	2114,41	2115,46	2116,51
Ниацин	мг/кг	23,41	26,26	27,69	29,11
В6 (пиридоксин)	мг/кг	15,12	15,12	15,12	15,12
В12 (кобаламин)	мг/кг	124,82	124,82	124,82	124,82
Вс (фолиевая)	мг/кг	5,31	5,31	5,32	5,32
Н (биотин)	мг/кг	2,58	2,58	2,58	2,58

Компонентный состав комбикорма для радужной форели контрольной группы был следующий: рыбная мука (42,50 %), подсолнечное масло (19,17 %), соевый жмых (13,07 %), кукурузный глютен (14,00 %), подсолнечный шрот (10,00 %), полножирная соя (0,46 %), монохлоргидрат лизина (0,50 %) и премикс для рыб (0,30 %).

В комбикормах 1-, 2- и 3-опытных групп радужной форели была произведена частичная или полная замена подсолнечного шрота на исследуемый концентрат.

На протяжении опыта рыбе 1-опытной группы скармливали комбикорм, в котором взамен подсолнечного шрота (5 %) вводили белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка». Компонентный состав был следующий: рыбная мука (42,50 %), подсолнечное масло (19,17 %), соевый жмых (13,07 %), кукурузный глютен (14,00 %), подсолнечный шрот (5,00 %), белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» (5,00 %), полножирная соя (0,46 %), монохлоргидрат лизина (0,50 %) и премикс для рыб (0,30 %).

Форель во 2-опытной группе получала комбикорм, где уровень включения белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» был увеличен до 7,50 %, а подсолнечного шрота уменьшен до 2,50 %. Ингредиентный состав был следующий: рыбная мука (42,50 %), подсолнечное масло (19,17 %), соевый жмых (13,07 %), кукурузный глютен (14,00 %), подсолнечный шрот (2,50 %), белковый концентрат «Горлинка» (7,50 %), полножирная соя (0,46 %), монохлоргидрат лизина (0,50 %) и премикс для рыб (0,30 %).

Рыбе из 3-опытной группы на протяжении опыта скармливали комбикорм, в котором подсолнечный шрот был полностью исключен и взамен его был введен белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка». Так, полнорационный комбикорм для форели крайней группы (3-опытная) имел следующий состав: рыбная мука (42,50 %), подсолнечное масло (19,17 %), соевый жмых (13,07 %), кукурузный глютен (14,00 %), белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» (10,00 %), полножирная соя (0,46 %), монохлоргидрат лизина (0,50 %) и премикс для рыб (0,30 %).

Питательная ценность разработанных нами комбикормов практически не отличалась. Так, в 1 килограмме комбикорма, который получали особи контрольной группы, содержалось обменной энергии 15,74 МДж, 1-, 2- и 3-опытной – 15,85 МДж, 15,92 МДж и 15,98 МДж.

В 100 граммах комбикорма содержание сырого протеина составило 50,11 %, сырого жира – 19,29 %, лизина – 2,74 %, метионина – 0,82 %, кальция – 1,32 % и фосфора – 1,55 % (для контрольной группы форели), соответственно для 1-, 2- и 3-опытной группы 50,15 %, 50,17 %, 50,19 %; 19,63 %, 19,80 %, 19,97 %; 2,77 %, 2,79 %, 2,80 %; 0,84 %, 0,85 %, 0,86 %; 1,32; 1,56 %.

Таким образом, разработанные рецептуры комбикормов соответствуют нормам кормления и полностью удовлетворяют суточную потребность радужной форели в обменной энергии, сыром протеине, незаменимых аминокислотах, жирных кислотах, витаминах и минеральных веществах.

### **3.2.2 Физико-механические показатели комбикормов**

При производстве комбикормов для рыб имеются отличительные особенности по сравнению с другими комбикормами, предназначенными для сельскохозяйственных животных и птицы.

Помимо того, что в 100 г комбикормов для рыб сконцентрировано большое количество энергии и протеина, они ещё должны быть устойчивы к вымыванию из гранул питательных веществ и БАВ.

Нами была проведена оценка некоторых показателей качества разработанных нами комбикормов, результаты приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Некоторые показатели качества используемых комбикормов для сеголеток и годовиков форели

Показатель	Номер образца комбикорма			
	1	2	3	4
Форма гранул	Цилиндрическая, овальная	Цилиндрическая, овальная	Цилиндрическая, овальная	Цилиндрическая, овальная
Цвет	Светло-коричневый	Светло-коричневый	Светло-коричневый	Светло-коричневый
Запах	Приятный, рыбный	Приятный, рыбный	Приятный, рыбный	Приятный, рыбный
Размер гранул: диаметр, мм длина, мм	4,2±0,14 4,2±0,14	4,3±0,16 4,3±0,16	4,1±0,11 4,1±0,11	4,2±0,14 4,1±0,11
Разбухаемость, мин.	89	89	91	93
Насыпная плотность, г/л	742,6	738,2	735,0	731,8

Цвет и запах комбикормов соответствовал предъявленным требованиям.

За образец 1 был принят комбикорм с подсолнечным шротом, который скармливали рыбам контрольной группы. За образцы 2, 3 и 4 соответственно комбикорма для 1, 2 и 3-опытных групп, в которых была произведена замена подсолнечного шрота частично либо полностью на 50 %, 75 % и 100 % на белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка».

Так было выявлено, что размер гранул испытуемых комбикормов соответствовал возрастной группе рыб.

Разбухаемость гранул является одним из важных показателей в оценке комбикормов. Качественные гранулы должны быть устойчивы к намоканию. Согласно ГОСТ Р 5 1 899-2002, разбухаемость гранул должна быть не менее 25 минут. В полученных нами образцах комбикормов разбухаемость гранул

варьировала от 89 минут до 93 минут. Это говорит о том, что гранулы испытуемых комбикормов с белковым концентратом «Горлинка» имели более устойчивую тенденцию к сохранению питательных веществ.

Насыпная плотность комбикормов была практически на одном уровне – от 731,8 до 742,6 г/л. Это позволяет сделать вывод, что гранулы комбикормов медленнее погружались в толщу воды.

Таким образом, разработанные нами комбикорма соответствовали требованиям к кормлению форели.

### 3.2.3 Рыбоводные показатели молоди радужной форели

Живая масса является важным показателем в оценке эффективности кормления рыб. Результаты взвешиваний приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Динамика живой массы форели, г ( $M \pm m$ ) ( $n = 100$ )

Месяц опыта	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
1	27,01±0,12	27,03±0,10	26,97±0,07	26,95±0,12
2	36,52±0,33	36,61±0,36	36,72±0,34	36,80±0,32
3	47,94±0,46	48,01±0,46	48,02±0,47	48,03±0,44
4	61,80±0,64	61,99±0,63	62,02±0,67	62,05±0,60
5	78,43±0,74	78,70±0,76	78,82±0,75	78,86±0,73
6	93,51±0,98	93,93±0,99	94,07±0,94	94,21±0,95
7	107,47±1,39	108,18±1,32	108,38±1,41	108,54±1,36
8	123,51±1,60	124,55±1,62	124,84±1,61	125,17±1,59
9	146,48±1,79	147,90±1,73	148,41±1,72	148,71±1,76
10	175,34±2,09	177,18±2,02	177,97±2,13	178,58±2,20
11	212,14±2,39	214,88±2,49	215,51±2,54	216,17±2,41
12	289,54±3,18	293,45±3,07	294,32±3,11	295,31±3,04
13	353,01±3,60	358,06±3,58	358,87±3,54	361,48±3,47
14	418,79±4,43	425,28±4,26	426,20±4,31	430,52±4,12
15	483,20±4,69	491,37±4,62	492,77±4,65	497,70±4,58*
окончание таблицы 10				
16	541,37±5,27	550,68±5,14	552,96±5,22	558,96±5,16*
17	597,81±5,68	608,93±5,52	611,74±5,64	619,15±5,41**
18	644,96±6,35	657,79±6,25	661,02±6,38	671,08±6,19**
19	695,37±6,98	709,76±6,74	713,66±6,65	729,23±6,53***
20	773,89±7,62	790,53±7,37	796,87±7,23*	815,29±7,12***

21	859,44±8,06	879,72±7,81	889,43±7,63**	911,87±7,59***
22	956,97±8,38	982,90±8,19*	995,34±8,07**	1018,22±7,85***
23	1074,79±8,38	1104,42±8,44*	1123,91±8,32***	1147,34±8,08***

Здесь и далее \*  $P > 0,95$ , \*\*  $P > 0,99$ , \*\*\*  $P > 0,999$

На протяжении опыта отмечалась большая живая масса у рыб, получавших в составе комбикормов белоксодержащий горчичный кормовой концентрат «Горлинка» по сопоставлению с аналогами из контроля. Средняя живая масса в контрольной группе составила 1074,79 г, в 1-опытной группе – 1104,42 г, что больше чем в контроле на 29,63 г или 2,76 %, во 2-опытной группе 1123,91 г, что больше, чем в контроле на 49,12 г или 4,57 % и в 3-опытной группе – 1147,34 г, что больше чем в контроле на 72,55 г или 6,75 %.

Оценка приростов живой массы рыб является важным и ключевым показателем при проведении исследований. Общий прирост живой массы рыбы за период опыта составил в 1-опытной группе 1077,39 г, во 2-опытной – 1096,94 г и 3-опытной – 1120,39 г, что выше, чем в контрольной группе соответственно на 2,83 %, 4,69 % и 6,93 %. У рыб в контрольной группе данный расчетный показатель составил 1047,78 г (рисунок 3).

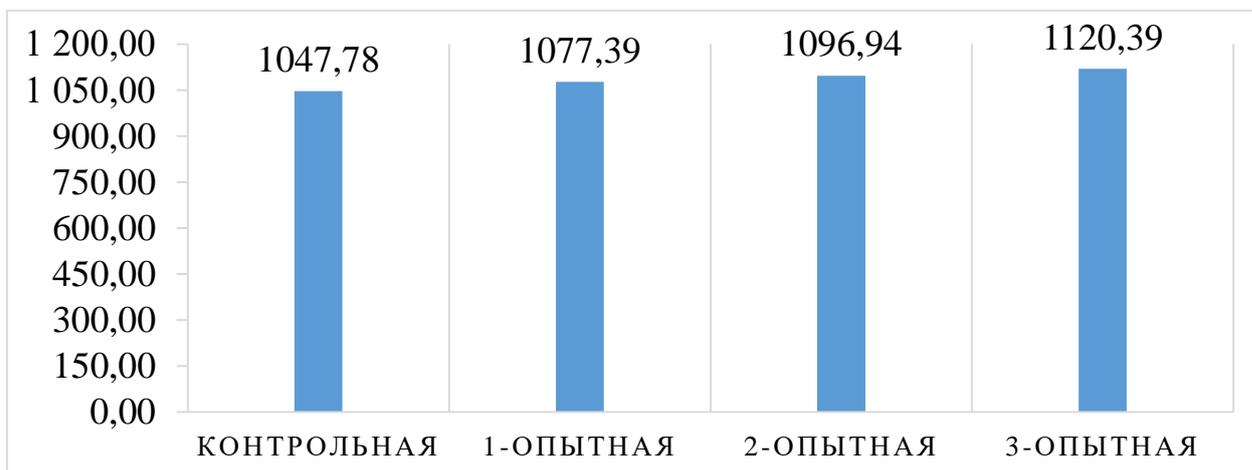


Рисунок 3 – Общий прирост форели подопытных групп, г

Средний суточный прирост в опытных группах рыб был выше контрольной на 0,04-0,11 г (рисунок 4).

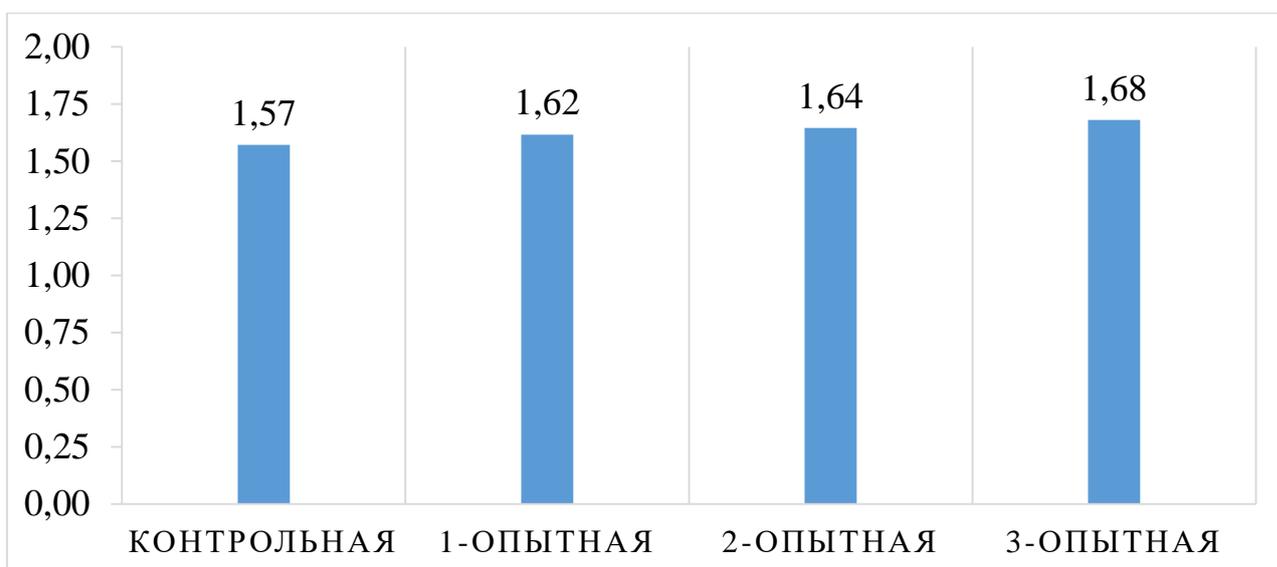


Рисунок 4 – Среднесуточный прирост форели подопытных групп, г

Потребность рыбы в кормах варьируется в зависимости от возраста, размера, температуры воды и других факторов окружающей среды [34].

В таблице 11 приведены кормовые затраты полученные в результате выращивания сеголеток и годовиков радужной форели.

Таблица 11 – Кормовые затраты при выращивании сеголеток и годовиков радужной форели

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Затраты комбикормов на 1 особь в среднем, кг	0,89	0,89	0,89	0,89
Кормовой коэффициент	0,94	0,91	0,88	0,86
Затраты на 1 кг прироста:				
сырого протеина, г	459,58	447,28	434,56	420,92
обменной энергии, МДж/кг	14,73	14,43	14,07	13,68
Получено протеина в 1 кг форели, г	185,30	186,60	188,80	189,40
Использовано протеина от принятого с комбикормом, %	40,32	41,72	43,45	45,00

При одинаковом потреблении комбикормов в подопытных группах рыб наблюдалось снижение кормового коэффициента. Так, в 1-опытной группе форели изучаемый показатель составил 0,91, во 2-опытной – 0,88 и в 3-

опытной – 0,86, что ниже, чем в контроле на 0,03, 0,06 и 0,12.

Затраты сырого протеина на получение одного килограмма прироста в 1-, 2- и 3- опытной группах были ниже, чем в контроле на 12,30 г (2,68 %), 25,02 г (5,44 %) и 38,66 г (8,41 %).

Затраты обменной энергии на получение одного килограмма прироста в 1-опытной группе находились на уровне 14,43 МДж/кг, во 2- опытной – 14,07 МДж/кг и в 3-опытной – 13,68 МДж/кг, что было ниже, чем в контрольной группе (14,73 МДж/кг) на 2,04 %, 4,48 % и 7,13 %.

Использование протеина от принятого с комбикормом рыбами из контрольной группы составило 40,32 %, в 1-, 2- и 3-опытных соответственно 41,72 %, 43,45 % и 45,00 %, что выше, чем в контроле соответственно на 1,40 %, 3,13 % и 4,68 %.

Использование белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в структуре полнорационных комбикормов для форели позволяет снизить затраты комбикормов на получение единицы продукции и повысить использование протеина.

Выживаемость молоди рыб на протяжении опыта была высокой, что говорит о соблюдении всех технологических параметров при ее выращивании (рисунок 5).

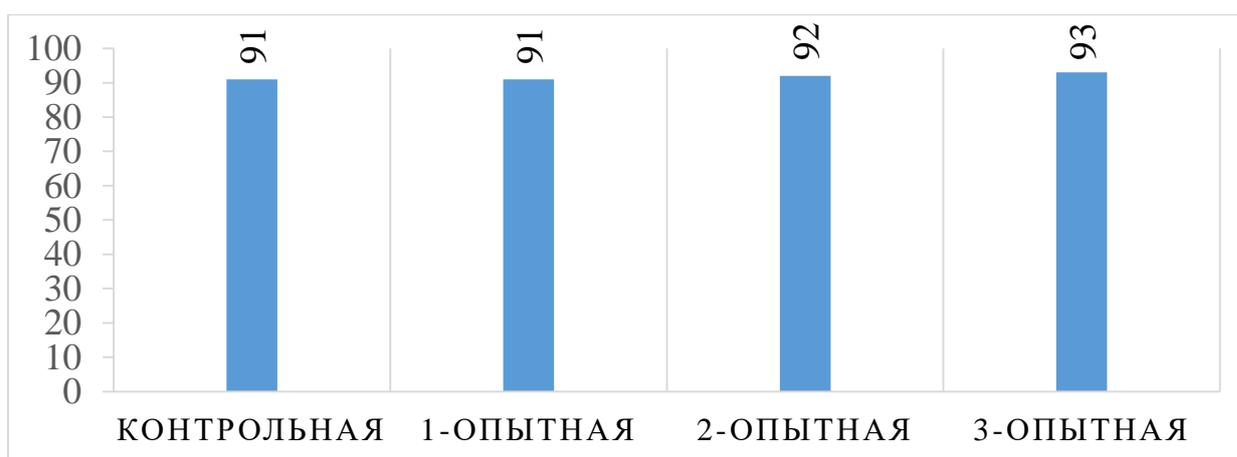


Рисунок 5 – Сохранность поголовья форели, %

На одном уровне была сохранность у форели контрольной и 1- опытной

групп, которая составила – 91 %, во 2-опытной – 92 % и в 3-опытной – 93 %, что выше, чем в контроле соответственно на 1 % и 2 %.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что применение белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в кормлении форели способствует повышению рыбоводных показателей.

### 3.2.4 Гематологические показатели радужной форели

Полноценное кормление играет важную роль в поддержании здоровья рыб и получении должного количества и качества продукции. Оно оказывает непосредственное влияние на гематологические показатели рыб, которые являются ключевыми показателями в оценке общего состояния и функционирования организма.

Изучение показателей крови необходимо для оценки условий выращивания форели. Кровь является одной из самых лабильных тканей в организме и сразу реагирует на любые изменения (таблица 12).

Таблица 12 – Морфологические показатели крови форели, ( $M \pm m$ ) ( $n = 6$ )

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Эритроциты, $10^{12}/л$	1,18±0,02	1,20±0,04	1,23±0,06	1,25±0,02*
Лейкоциты, $10^6/л$	26,10±1,21	25,81±1,17	25,35±1,05	25,11±0,69
Тромбоциты, $10^9/л$	58,66±2,72	57,16±2,19	55,65±1,65	54,24±0,95
Гематокрит, %	29,33±1,71	29,59±1,61	30,39±1,59	31,52±1,64
Гемоглобин, г/л	50,47±2,61	52,26±2,70	52,84±2,18	53,66±2,12

Было установлено, что эритроцитов в крови форели контрольной группы содержалось  $1,18 \cdot 10^{12}/л$ , в 1-опытной –  $1,20 \cdot 10^{12}/л$ , во 2-опытной –  $1,23 \cdot 10^{12}/л$  и в 3-опытной –  $1,25 \cdot 10^{12}/л$ . Так, в опытных группах данный показатель был выше, чем в контроле на  $0,02 \cdot 10^{12}/л$ ,  $0,05 \cdot 10^{12}/л$  и  $0,07 \cdot 10^{12}/л$ .

Количество лейкоцитов в крови у контрольной группы рыб составило  $26,10 \cdot 10^9/л$ . Однако в опытных группах рыб данный показатель незначительно был снижен и составил в 1-опытной  $25,81 \cdot 10^9/л$ , во 2-опытной –  $25,35 \cdot 10^9/л$  и

в 3-опытной – 25,11  $10^{12}$ /л. Так, меньше было в опытных группах по сравнению с контролем: в 1-опытной – на 0,29  $10^{12}$ /л или 1,11 %, во 2-опытной – на 0,75  $10^{12}$ /л или 2,87 % и в 3-опытной – на 0,99  $10^{12}$ /л или 3,79 %.

Скармливание комбикормов с горчичным белоксодержащим кормовым концентратом «Горлинка» рыбам 1-, 2- и 3-опытной групп сопровождалось снижением количества тромбоцитов в крови на 2,56 %, 5,13 % и 7,53 % по сравнению с контрольной группой, получавшей в составе комбикорма подсолнечный шрот.

Содержание гематокрита в крови рыб 1-, 2- и 3-опытных групп было выше, чем в контроле соответственно на 0,26 %, 1,06 % и 2,19 %.

Содержание гемоглобина в крови рыб опытных групп было выше, чем в контроле: так, в 1-опытной – на 1,79 г/л, во 2-опытной – на 2,37 г/л и в 3-опытной – на 3,19 г/л, что в процентном отношении составило соответственно 3,55 %, 4,70 % и 6,32 %.

Биохимические показатели крови радужной форели представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Биохимические показатели крови рыб, ( $M \pm m$ ) ( $n = 6$ )

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Общий белок, г/л	73,37±2,03	73,85±1,94	74,57±2,05	75,77±1,82
Мочевина, мг/дл	25,66±0,53	25,43±0,52	24,75±0,44	23,91±0,40*
Глюкоза, ммоль/л	6,59±0,17	6,52±0,16	6,32±0,11	6,18±0,08
Холестерин, мг/дл	252,37±2,38	250,33±2,25	249,83±1,96	244,48±1,84*
Триглицериды, мг/дл	280,61±1,89	279,55±2,21	277,18±1,73	275,95±1,54
Щелочная фосфатаза, ед/л	51,19±0,55	51,6±0,65	51,71±0,68	51,98±0,85

Белок – важный компонент, он выступает ключевым фактором в метаболизме и анализируется как важный инструмент для оценки физиологического состояния живого организма.

Нами было отмечено, что уровень общего белка в крови находится в пределах нормы, как избыток, так и его нехватка указывает на понижение продуктивности и сохранности рыб.

Общего белка в крови у рыб контрольной группы содержалось 73,37 г/л, в 1-опытной – 73,85 г/л, во 2-опытной – 74,57 г/л и в 3-опытной – 75,77 г/л. Была отмечена положительная динамика роста данного показателя в крови рыб опытных групп по сравнению с контрольной группой: так, в 1-опытной на 0,48 г/л, во 2-опытной – 1,20 г/л и в 3-опытной – 2,40 г/л, что позволяет судить о более интенсивно протекающем белковом обмене в организме.

Содержание в крови мочевины составило у рыб 1-опытной – 25,43 ммоль/л, 2-опытной – 24,75 ммоль/л и 3-опытной – 23,91 ммоль/л, что было меньше, чем в контроле на 0,23 ммоль/л, 0,91 ммоль/л, и 1,75 ммоль/л. Снижение мочевины в крови рыб опытных групп говорит о более интенсивном использовании белка, что подтверждено наибольшими приростами живой массы по сравнению с аналогами из контроля.

Исследование глюкозы в крови позволяет оценить уровень протекания углеводного обмена в организме форели.

Согласно полученным данным, нами было выявлено снижение концентрации глюкозы в крови рыб, получавших комбикорма с белоксодержащим кормовым концентратом «Горлинка», по сравнению с контрольными аналогами.

Так, количество глюкозы в крови рыб контрольной группы составило 6,59 ммоль/л, в опытных группах было ниже, чем в контроле: так, в 1-опытной – на 0,07 ммоль/л (1,06 %), во 2-опытной – на 0,27 ммоль/л (4,10 %) и 3-опытной – 0,41 ммоль/л (6,22 %). Это позволяет судить о более интенсивном использовании глюкозы тканями рыб на расход в энергетических и пластических целях.

О липидном обмене в организме позволяет судить уровень триглицеридов и холестерина. Кормление рыб 1-, 2- и 3-опытных групп комбикормом с включением исследуемого концентрата «Горлинка» снизило

содержание триглицеридов в крови относительно контроля на 1,06 мг/дл, 3,43 мг/дл и 4,66 мг/дл соответственно. Концентрация холестерина в сыворотке крови радужной форели 1-, 2- и 3-опытных групп снижалась на 2,04 мг/дл, 2,54 мг/дл и 7,89 мг/дл в сопоставлении с аналогами из контроля, что свидетельствует о лучшем усвоении корма.

Снижение уровней холестерина и триглицеридов в крови форели вероятно связано с более напряжённым ростом мышечной мускулатуры и менее интенсивным жиросложением.

Введение изучаемого концентрата в состав комбикорма способствовало незначительному увеличению в сыворотке крови рыб опытных групп содержания щелочной фосфатазы на 0,80 – 1,54 % в сравнении с контролем, это объясняется быстрым темпом роста.

Таким образом, можно сделать вывод, что введение белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в рацион привело к более интенсивному протеканию метаболических процессов в организме рыб.

### 3.2.5 Морфологическая характеристика подопытной форели

В Российской Федерации в последние десятилетия наблюдается положительная динамика в развитии отрасли рыбоводства. Однако на сегодняшний день мало предприятий, отвечающих современным требованиям в обеспечении населения рыбной продукции высокого качества. Уровень кормления оказывает существенное влияние на товарные качества рыб, а также на состояние и степень развития её внутренних органов.

Морфологическая характеристика мышечной ткани подопытной радужной форели приведена в таблице 14.

Таблица 14 – Морфологическая характеристика подопытных рыб (M±m) (n=6)

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Живая масса перед убоем, г	1079,62±12,89	1108,45±12,03	1127,37±11,87*	1152,93±11,92**

Вес тушки, г	887,5±9,47	925,56±9,63*	942,37±9,48**	964,71±9,23 **
Убойный выход, %	82,20±0,37	83,50±0,31*	83,59±0,34*	83,67±0,33*
Порка, г	969,39±9,03	991,30±9,34	1012,93±9,74*	1036,37±9,48**
Выход мускулатуры, г	633,09±6,12	658,65±6,27*	675,07±6,63*	692,57±5,96 ***
%	58,64±0,28	59,42±0,34	59,88±0,33*	60,07±0,36*
Съедобные части, г	678,75±6,71	705,98±6,27*	721,75±6,16**	740,30±6,42 ***
%	62,87±0,25	63,69±0,29	64,02±0,27*	64,21±0,22* *
Условно-съедобные части, г	282,32±4,05	275,45±3,98	278,91±3,37	284,08±3,59
%	26,15±0,19	24,85±0,17**	24,74±0,16**	24,64±0,12* **
Несъедобные части, г	118,55±2,08	127,02±2,07*	126,72±2,04*	128,55±2,06 *
%	10,98±0,20	11,46±0,22	11,24±0,23	11,15±0,19

Было установлено, что при скармливании белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в составе комбикормов для форели наблюдалось повышение убойного выхода тушек: так, данный показатель в контрольной группе составил 82,20 %, а в опытных группах был выше по соотношению с контрольными аналогами на 1,30 – 1,47 %.

Графическое изображение соотношения в теле рыбы съедобных, условно-съедобных и несъедобных частей приведено на рисунке 6.



Рисунок 6 – Соотношение частей тела радужной форели, %

Содержание съедобных частей (печень, сердце, гонады и мускулатура) было выше у рыб опытных групп по сравнению с контрольными аналогами. Так, в 1-опытной группе рыб данный показатель составил 705,98 г, во 2-опытной – 721,75 г и в 3-опытной – 740,30 г, что в процентном отношении к контрольной группе было выше на 0,82 %, 1,15 % и 1,34 % соответственно.

Выход мышечной массы в опытных группах форели был выше, чем в контроле: так, в 1-опытной на 0,78 %, во 2-опытной – на 1,24 % и 3-опытной группы – на 1,43 %.

При этом было отмечено снижение условно съедобных частей у рыб, получавших в составе рациона горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка», на 1,30 %, 1,41 % и 1,51 % по сопоставлению с контрольными аналогами.

Таким образом, введение в комбикорма горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» способствует повышению мясных качеств у рыб.

### 3.2.6 Анатомическое развитие внутренних органов молоди радужной форели

Анализ качества испытуемых комбикормов проводили также путем оценки морфофизиологических параметров и гистопатологического анализа внутренних органов (таблица 15, рисунок 7.).

Таблица 15 – Морфофизиологические параметры внутренних органов подопытных рыб, %

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Индекс печени (гепатосоматический)	1,94	1,97	1,92	1,93
Индекс сердца (кардиосоматический)	0,10	0,14	0,10	0,10
Индекс селезенки	0,25	0,26	0,23	0,24
Индекс почек	0,55	0,56	0,50	0,50
Индекс длины кишечника	74,03	74,12	74,49	74,62

Внутренние органы рыб подопытных групп были хорошо развиты и имели четкую структуру. Проанализировав индексы некоторых внутренних органов (печень, сердце, селезёнка и почки), можно заключить, что их вес находился в пределах физиологической нормы.

У радужной форели индекс длины кишечника в зависимости от длины тела в контрольной группе составил 74,03 %, в 1-опытной – 74,12 %, что выше чем в контроле на 0,09 %, во 2-опытной – 74,49 %, что выше чем в контрольной группе на 0,46 % и в 3-опытной – 74,62 %, что было больше по сопоставлению с контрольными аналогами на 0,59 %. То есть можно констатировать факт того, что у рыб, получавших в составе комбикормов белоксодержащий

кормовой концентрат «Горлинка», по мере удлинения кишечника лучше усваивались питательные вещества.

Печень является органом, отвечающим за множество важных процессов в организме рыбы, включая обмен веществ, детоксикацию, синтез белков и жирных кислот и многое другое. В гистологическом срезе печени видны гепатоциты, желчные протоки, капилляры и другие структуры, обеспечивающие нормальное функционирование органа. Изучение гистологического среза печени позволяет более полно оценить влияние испытываемых кормовых факторов на ее строение и функции.

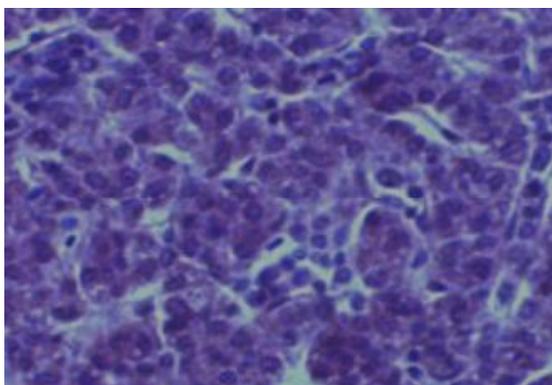


Рисунок 7 - Гистологический срез печени форели 3-опытной группы (увеличение в 40 раз)

В исследуемых образцах печени рыб всех подопытных групп у паренхимы четко была выражена трубчатая структура с широкими синусоидами.

Многогранные гепатоциты характеризовались кубической и многоугольной формой, в центре клетки располагались крупные ядра. При этом у гепатоцитов наблюдалась однородная цитоплазма.

При гистологическом исследовании стенок кишечника радужной форели не было выявлено патологических отклонений, наблюдалось удлинение кишечных ворсинок эпителия.

Таким образом, горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» не оказал негативного влияния на рыбоводно-биологические и гистоморфологические показатели органов пищеварения и может быть использован в составе комбикормов для радужной форели.

### 3.2.7 Пищевая и биологическая ценность мяса форели

Мясо форели представляет собой не только вкусный и питательный продукт, но и ценный ресурс для поддержания организма человека.

Химический состав тканей определяли у рыб, выращенных на испытываемых рационах, который приведен в таблице 16.

Таблица 16 – Химический состав мяса подопытной форели, % (M±m)  
(n=6)

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Влага	73,59±0,22	73,47±0,28	73,28±0,24	73,23±0,16
Сухое вещество	26,41±0,22	26,53±0,28	26,72±0,24	26,78±0,16
Белок	18,53±0,13	18,66±0,20	18,88±0,14	18,94±0,10*
Жир	6,63±0,06	6,58±0,04	6,52±0,06	6,46±0,06
Неорганическое вещество	1,25±0,02	1,29±0,04	1,32±0,03	1,37±0,01**

Было отмечено, что содержание сухого вещества в мясе рыб опытных групп было больше чем в мясе форели из контроля на 0,12 – 0,37 %, наглядно данную разницу можно увидеть на рисунке 8.

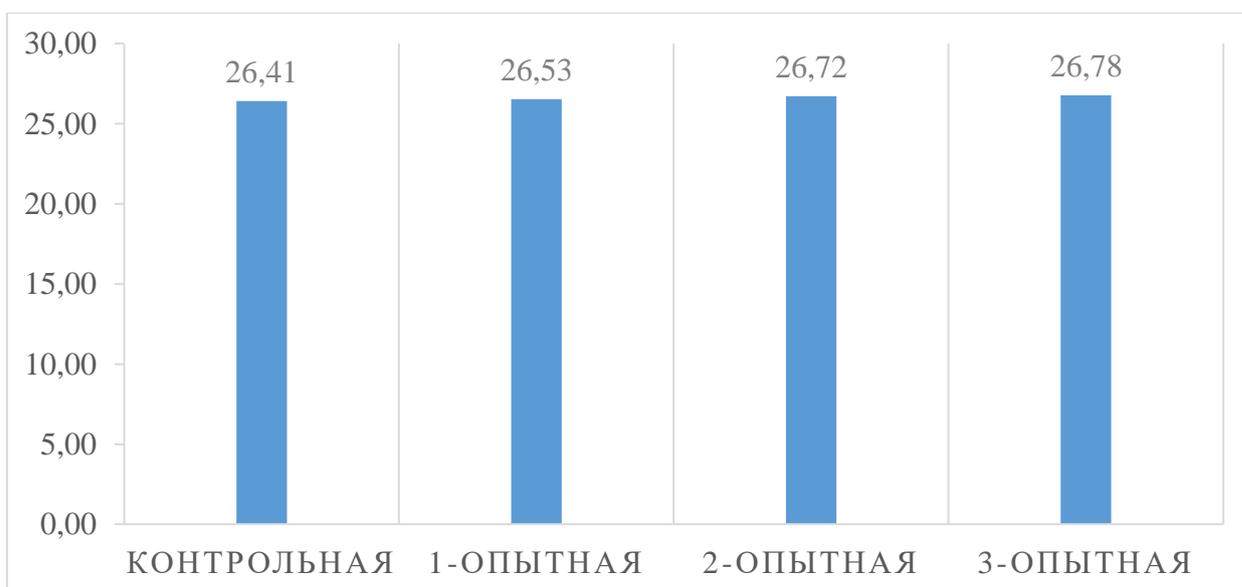


Рисунок 8 – Содержание сухого вещества в мясе форели, %

Белка в среднем содержалась в образцах мяса контрольной группы 18,53 %, в 1-опытной – 18,66 %, во 2-опытной – 18,88 % и 3-опытной – 18,94 %: так, разница в пользу опытных групп составила соответственно 0,13 %, 0,35 %, 0,41 %.

Массовая доля жира в мясе, полученном от рыб из контрольной группы, составила 6,63 %. У форели 1-опытной группы в мясе жира было 6,58 %, во 2-опытной – 6,52 % и в 3-опытной – 6,46 %, и положительная разница в пользу опытных групп в сопоставлении с контролем составила соответственно 0,05 %, 0,11 %, 0,17 %.

Оценивая содержание неорганического вещества в мясе подопытных рыб, была выявлена положительная динамика по увеличению данного показателя у форели из 1-, 2- и 3-опытных групп на 0,04 %, 0,07 % и 0,12 % в сопоставлении с контрольной группой.

Аминокислоты являются строительными блоками белков, которые необходимы для роста и развития организма, а также для поддержания его функций. Они участвуют во многих биологических процессах, таких как регуляция обмена веществ, создание и поддержание мышечной массы, а также функции иммунной системы. Некоторые аминокислоты, называемые незаменимыми аминокислотами, не могут быть синтезированы организмом самостоятельно и должны поступать с пищей. Мясо, особенно птицы и рыбы, является богатым источником незаменимых аминокислот, таких как лейцин, изолейцин, лизин, метионин и триптофан.

Несмотря на то, что некоторые растительные продукты, такие как соевые бобы и горох, также содержат аминокислоты, их содержание и биологическая доступность в мясе гораздо выше. Это означает, что организм лучше усваивает аминокислоты из мяса, что делает его важным источником этих веществ. В связи с вышесказанным нами был детально изучен аминокислотный состав мяса форели (таблица 17).

Таблица 17 – Аминокислотный состав мяса подопытной радужной форели, %  
(M±m) (n = 6)

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Незаменимые аминокислоты				
Аргинин	1,429±0,062	1,448±0,51	1,463±0,047	1,469±0,041
Валин	1,061±0,056	1,082±0,067	1,113±0,047	1,188±0,044
Гистидин	0,661±0,068	0,677±0,021	0,680±0,039	0,696±0,034
Изолейцин	0,947±0,058	0,959±0,047	0,976±0,033	0,985±0,028
Лейцин	1,730±0,046	1,743±0,039	1,748±0,031	1,814±0,045
Лизин	1,933±0,038	1,948±0,061	2,019±0,041	2,159±0,043*
Метионин	0,682±0,060	0,705±0,047	0,724±0,017	0,785±0,081
Треонин	0,856±0,016	0,873±0,019	0,903±0,041	0,983±0,057
Триптофан	0,314±0,038	0,319±0,032	0,325±0,069	0,338±0,039
Фенилаланин	0,845±0,039	0,875±0,058	0,881±0,041	0,892±0,041
Всего	10,458	10,629	10,832	11,309
Заменимые аминокислоты				
Аланин	1,314±0,051	1,331±0,061	1,339±0,081	1,395±0,040
Аспарагиновая кислота	2,102±0,047	2,162±0,077	2,217±0,067	2,259±0,043*
Глицин	1,076±0,071	1,071±0,021	1,08±0,049	1,096±0,065
Глутаминовая кислота	2,905±0,057	2,942±0,067	3,028±0,070	3,065±0,081
Пролин	0,792±0,059	0,799±0,039	0,814±0,046	0,847±0,087
Серин	1,013±0,055	1,036±0,031	1,046±0,076	1,069±0,035
Тирозин	0,776±0,063	0,772±0,047	0,788±0,081	0,815±0,035
Цистин	0,333±0,047	0,329±0,081	0,332±0,067	0,335±0,065
Всего	10,311	10,442	10,644	10,881
Индекс	1,01	1,02	1,02	1,04

Полученные результаты по содержанию аргинина в мясе форели позволили заключить, что в образцах 1-, 2- и 3-опытных групп была отмечена положительная динамика по мере увеличения исследуемого концентрата в рационе рыб и данная разница в сравнении с контролем (1,429 %) составила 0,019 % 0,034 % и 0,040 %.

Уровень валина в мясе рыб контрольной группы составил 1,061 %, в 1-опытной – 1,082 %, во 2-опытной – 1,113 % и в 3-опытной – 1,188 %, и

положительная разница в пользу опытных групп по сопоставлению с контролем была 0,021 %, 0,052 % и 0,127 %.

Была отмечена тенденция увеличения гистидина в мясе, полученном от форели подопытных групп. Так, изучаемый показатель в контрольной группе составил 0,661 %, в 1-опытной – 0,677 %, во 2-опытной – 0,680 % и в 3-опытной – 0,696 %, что было больше, чем в группе контроля на 0,016 %, 0,019 % и 0,035 %.

Исследование показало, что концентрация изолейцина в мясе рыб 1-, 2- и 3-опытной групп была выше, чем в контроле (0,947 %) на 0,012 %, 0,029 % и 0,038 %.

Уровень лейцина в мясе форели из группы контрольной составил 1,730 %, в 1-опытной группе был 1,743 %, во 2-опытной – 1,748 % и в 3-опытной – 1,814 %. Тем самым положительная разница по изучаемому показателю у 1-, 2- и 3-опытной групп в сравнении с контролем была следующей: 0,013 %, 0,018 % и 0,084 %.

Концентрация лизина в мясе форели контрольной группы составила 1,933 %, в 1-опытной - 1,948 %, во 2-опытной - 2,019 % и 3-опытной - 2,159 %, что было выше на 0,015 %, 0,086 % и 0,226 %.

Содержание метионина в мясе рыб контрольной группы составило 0,682 %, 1-опытной – 0,705 %, 2-опытной – 0,724 % и 3-опытной – 0,785 %, что больше контрольной на 0,023 %, 0,042 % и 0,103 %.

Количество треонина в мясе форели из контрольной группы составило 0,856 %, 1-опытной – 0,873 %, 2-опытной – 0,903 % и 3-опытной – 0,983 %, разница в пользу опытных групп составила 0,017 %, 0,047 % и 0,127 %.

Согласно исследованию, уровень триптофана в мясе радужной форели контрольной группы составил 0,314 %, что меньше на 0,005 %, 0,011 % и 0,024 %, чем в 1-, 2- и 3- опытной соответственно.

Следует отметить повышение фенилаланина в составе мяса у рыб опытных групп на 0,030-0,047 % по сравнению с контрольной: так, его

концентрация составила 0,845 % в контрольной группе, в 1-опытной – 0,875 %, во 2-опытной – 0,881 % и в 3-опытной – 0,892 %.

Сумма незаменимых аминокислот в образцах мяса рыб из опытных групп была выше, чем в контроле на 0,171-0,851 %, что говорит об улучшении синтеза незаменимых аминокислот в организме форели, получавшей в составе комбикормов белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» (рисунок 9).

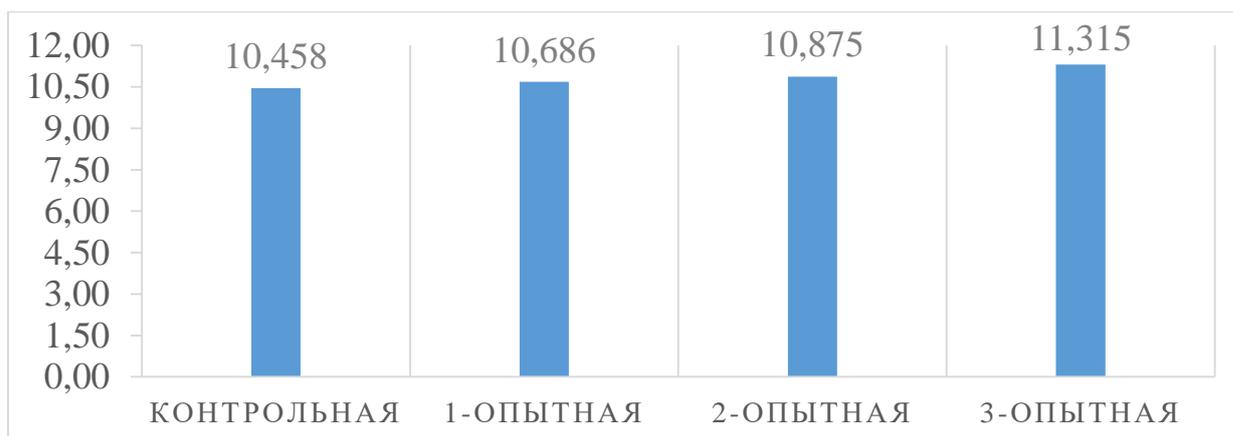


Рисунок 9 – Сумма незаменимых аминокислот в образцах мяса рыб, %

Концентрация аланина в мясе рыб контрольной группы составила 1,314 %, в 1-опытной – 1,331 %, во 2-опытной – 1,339 %, и 3-опытной – 1,395 %. Увеличение данной аминокислоты также наблюдалось у опытных групп по сравнению с контролем на 0,017-0,081 %.

Уровень аспарагиновой кислоты в мясе форели из контрольной составил 2,102 %, в 1-опытной группе был 2,162 %, во 2-опытной – 2,217 % и в 3-опытной – 2,259 %. Так, разница в пользу 1-, 2- и 3- опытной группы по соотнесению с контролем по изучаемому показателю составила соответственно 0,060 %, 0,115 % и 0,157 %.

Так, содержание глицина в мясе, полученном от рыб из контрольной группы, составило 1,076 %. У форели 1-опытной группы в мясе глицина было 1,071 %, что было меньше чем в контроле на 0,005 %, однако в группах 2- и 3-опытной разница была выше на 0,004 % и 0,020 %.

Среднее содержание глутаминовой кислоты в образцах мяса контрольной группы составило 2,905 %, 1-опытной – 2,942 %, 2-опытной – 3,028 %, 3-опытной – 3,065 %, что было выше в соотношении с контрольными образцами на 0,037 %, 0,123 %, 0,160 %.

Исследование показало, что концентрация пролина в мясе рыб 1-, 2- и 3-опытной групп была выше, чем в контроле (0,792 %) на 0,007 %, 0,022 % и 0,055 %.

Содержание серина в мясе контрольной группы составило 1,013 %, 1-опытной – 1,036 %, 2-опытной – 1,046 % и 3-опытной – 1,069 %, что больше контрольной на 0,023 %, 0,033 % и 0,056 %.

Тирозина больше содержалось во 2- и в 3-опытной группах в сравнении с контролем (0,776 %) на 0,012 % и 0,039 % соответственно, а в 1-опытной было отмечено меньшее его содержание на 0,004 %.

Аминокислоты цистин в образцах мяса форели контрольной группы содержалось в среднем 0,333 %, в 1-опытной – 0,329 %, 2-опытной – 0,332 % и 3-опытной – 0,335 %, что было меньше, чем в группе контроля на 0,004 %, 0,001 % и больше 0,002 % соответственно.

В образцах мяса форели опытных групп содержание исследуемых заменимых аминокислот было выше, чем в контроле на 0,131-0,570 % (рисунок 10).

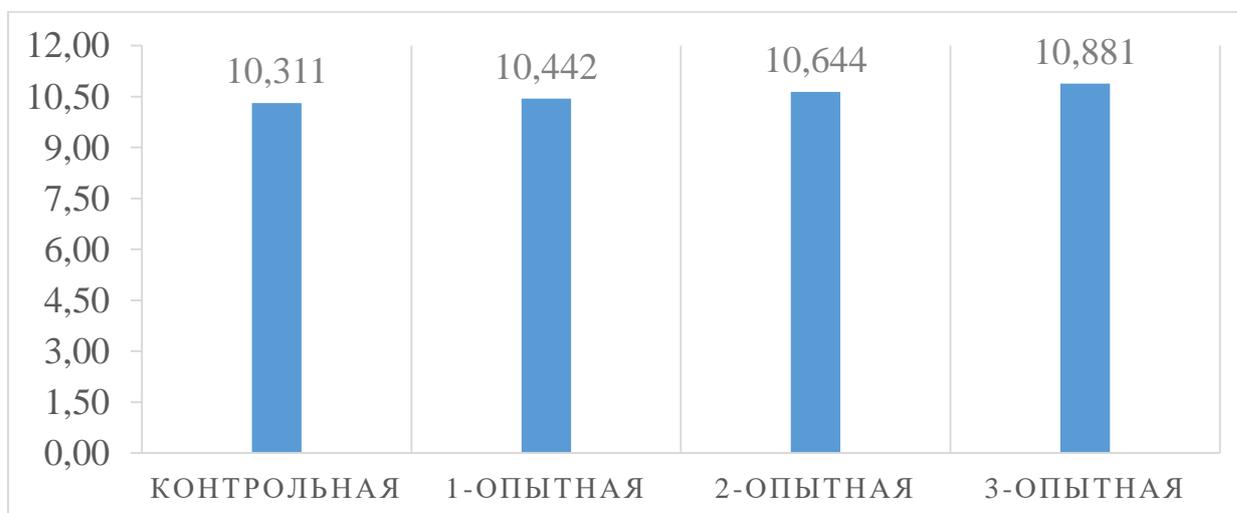


Рисунок 10 – Сумма заменимых аминокислот в образцах мяса рыб, %

Общая сумма исследуемых аминокислот в мышечной ткани рыб из контрольной группы составила 20,769 %, в 1-опытной – 21,071 %, во 2-опытной – 21,476 %, в 3-опытной – 22,190 %, что выше, чем в контроле соответственно на 0,302 %, 0,707 %, 1,421 %.

Соотношение незаменимых аминокислот к заменимым в мясе особей, получавших в составе рациона белковый концентрат «Горлинка», было выше на 0,01-0,03 чем в контроле.

Оценку биологической полноценности белка мяса форели проводили по аминокислотному скору (таблица 18).

Таблица 18 – Аминокислотный скор мяса форели, %

Показатель	Группа			
	контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
Валин	133,16	134,85	138,23	147,03
Гистидин	207,39	210,93	211,13	215,35
Изолейцин	158,47	159,36	161,62	162,54
Лейцин	142,37	142,44	142,38	147,22
Лизин	202,16	202,31	208,95	222,67
Треонин	171,89	174,08	179,43	194,65
Триптофан	238,83	240,94	244,62	253,53

При анализе аминокислотного скору было выявлено, что в белке мяса форели всех подопытных групп не имелось аминокислот со значением ниже 100, это означает то, что в мясе отсутствовали лимитирующие аминокислоты. На основании этого можно заключить, что белок мышечной ткани форели является полноценным.

Минимальный аминокислотный скор был отмечен у валина, который в контрольной группе составил 133,16 %, в 1-опытной – 134,85 %, во 2-опытной – 138,23 % и в 3-опытной – 147,03 %.

При сравнении аминокислотного состава мяса форели подопытных групп было видно, что рыба 1-, 2- и 3-опытной групп имела преимущество над контрольной группой по всем аминокислотным скорам: валину – на 1,69 – 13,87 %, гистидину – на 3,54 – 7,95 %, изолейцину – на 0,89 – 4,07 %, лейцину

– на 0,01 – 4,84 %, лизину – на 0,15 – 20,51 %, треонину – на 2,19 – 22,77 %, триптофану – на 2,11 – 14,69 %.

Далее нами был произведен расчёт коэффициента различия аминокислотного состава, а далее биологическая ценность белка мяса рыб (рисунок 11).

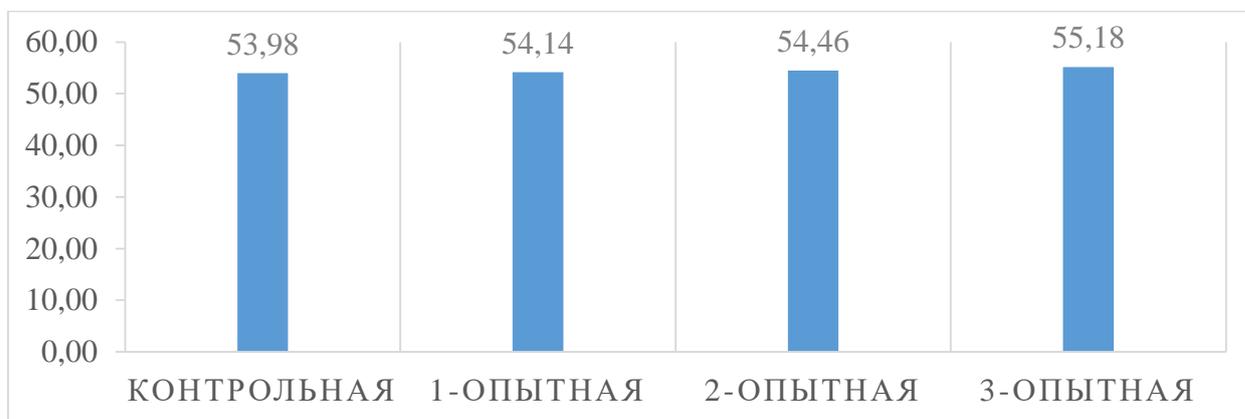


Рисунок 11 – Биологическая ценность белка мяса радужной форели, %

Было выявлено, что более сбалансированное соотношение незаменимых аминокислот имело мясо форели 3-опытной группы (55,18 %), что было выше чем у контрольных аналогов на 1,20 %, во 2-опытной (54,46 %) и в 1-опытной (54,14 %), что было выше чем у контрольных аналогов на 0,49 % и 0,17 %.

Таким образом, следует отметить, что мясо форели в опытных группах имело более полноценный и сбалансированный аминокислотный состав, который содержит все необходимые аминокислоты для протекания синтеза белка в организме человека.

### 3.2.8 Органолептическая оценка мышечной ткани форели

Мясо радужной форели богато содержанием полноценного белка, жирных кислот, витаминов, минеральных веществ и обладает высокими вкусовыми качествами. Органолептические показатели мяса и бульона играют особенно важную роль в определении качества продукта (таблица 19).

Таблица 19 – Органолептическая оценка мышечной ткани форели, балл

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная

Вареное мясо				
Цвет	4,4	4,4	4,6	4,6
Вкус	4,8	4,8	4,8	4,8
Сочность	4,8	4,8	5,0	5,0
Волокнистость	5,0	5,0	5,0	5,0
Аромат	4,4	4,8	4,8	4,8
Общая оценка	23,4	23,8	24,2	24,2
Рыбный бульон				
Цвет	5,0	5,0	5,0	5,0
Запах	4,8	4,8	5,0	5,0
Вкус	5,0	5,0	5,0	5,0
Аромат	4,6	4,6	4,6	4,6
Наваристость	4,8	5,0	5,0	5,0
Прозрачность	5,0	5,0	5,0	5,0
Общая оценка	29,2	29,4	29,6	29,6

Мясо всех подопытных групп форели обладало характерным нежным вкусом и ароматом, консистенция была упругой, сочной и волокнистой, без лишней жесткости и сухости. Общая оценка рыбного филе, которую дала дегустационная комиссия, была высокой для всех групп: в контрольной группе – 23,4 балла, в 1-опытной – 23,8 балла, во 2- и в 3-опытной – 24,2 балла.

Бульон также имел высокие органолептические характеристики. Бульон, полученный от рыб всех подопытных групп, был прозрачным (4,6 – 4,8 балла), ароматным (4,4 – 4,8 балла) и обладал насыщенным вкусом (4,8 – 5,0 балла). Общая оценка рыбного бульона была несколько выше в опытных группах радужной форели по сравнению с контрольной на 0,2 – 0,4 балла.

Таким образом, введение высокобелкового горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в комбикорма для радужной форели не оказало негативного влияния на органолептические показатели мяса и бульона.

### **3.2.9 Экономический эффект от использования белоксодержащего концентрата «Горлинка» в кормлении форели**

Рыбоводство является одной из наиболее рентабельных отраслей сельского хозяйства. За последние годы она продемонстрировала стабильный рост и значительный потенциал для дальнейшего развития. Спрос на рыбу и рыбные продукты постоянно растет. Сегодня все больше людей предпочитают включать рыбу в свой рацион, так как она является источником полезных веществ и низкокалорийной пищей. В связи с этим, рынок рыбных продуктов предлагает широкий ассортимент различных видов рыб. Современные технологии и техническое оборудование позволяют рыбоведам значительно оптимизировать трудовые затраты и улучшить производительность.

В целом рыбоводство является одной из самых перспективных отраслей сельского хозяйства, обладающей возможностями для устойчивого и прибыльного развития. Экономическое обоснование выращивания форели на испытываемых комбикормах приведено в таблице 20.

Таблица 20 – Экономическое обоснование выращивания форели

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Ихтиомасса, кг				
в начале опыта	2,70	2,70	2,70	2,70
в конце опыта	97,81	100,50	103,40	106,70
Общий прирост ихтиомассы, кг	95,10	97,80	100,70	104,01
Стоимость скормленного комбикорма, руб.	11 570,00	11 561,10	11 556,65	11 552,20
Производственные затраты, руб.	49 470,00	49 461,10	49 456,65	49 452,20
Выручка от реализации рыбы, руб.	66 508,01	68 341,51	70 311,81	72 557,78
Прибыль, руб.	17 038,01	18 880,41	20 855,16	23 105,58
Уровень рентабельности, %	34,44	38,17	42,17	46,72

Выручка от реализации рыбы в 1-опытной группе составила 68 341,51 рублей, во 2-опытной – 70 311,81 рублей и 3-опытной – 72 557,78 рублей, что было выше, чем в контроле соответственно на 1833,50 рублей, 1970,30 рублей и 2245,97 рублей.

Было отмечено снижение себестоимости рыбы в опытных группах по сопоставлению с контролем от 13,66 рублей до 14,85 рублей за один килограмм.

Прибыль в 1-, 2- и 3-опытной группах радужной форели была на уровне 18 880,41 рублей, 20 855,16 рублей и 23 105,58 рублей, что выше, чем в контроле на 1842,40 рублей, 1974,75 рублей и 2250,42 рублей.

Уровень рентабельности в 1-, 2- и 3-опытной группах составил соответственно 38,17 %, 42,17 % и 46,72 %, что было выше, чем в контроле соответственно на 3,73 %, 4,00 %, 4,55 %.

Таким образом, включение в рацион радужной форели горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» способствовало повышению экономической эффективности.

### **3.3 ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВВОДА БЕЛОКСОДЕРЖАЩЕГО КОНЦЕНТРАТА «ГОРЛИНКА» В КОМБИКОРМА ДЛЯ ВЗРОСЛОЙ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ**

#### **3.3.1 Условия содержания и кормления рыбы**

Для второго научно-хозяйственного опыта были отобраны взрослые особи форели методом аналогов и сформированы в четыре группы (одна контрольная и три опытные) по 100 голов в каждой (таблица 21).

Вся рыба, участвующая в опыте, находилась в равных условиях содержания, предъявляемым к выращиванию радужной форели.

Таблица 21 – Схема опыта на взрослой радужной форели

Группа	Особенности кормления	
	Двухлеток и двухгодовиков	Трехгодовиков

контрольная	Основной рацион (ОР с 15,00 % подсолнечного шрота)	Основной рацион (ОР с 20,00 % подсолнечного шрота)
1-опытная	ОР с замещением 50 % подсолнечного шрота на концентрат «Горлинка» (7,50 % от массы комбикорма)	ОР с замещением 50 % подсолнечного шрота на концентрат «Горлинка» (10,00 % от массы комбикорма)
2-опытная	ОР с замещением 75 % подсолнечного шрота на концентрат «Горлинка» (11,25 % от массы комбикорма)	ОР с замещением 75 % подсолнечного шрота на концентрат «Горлинка» (15,00 % от массы комбикорма)
3-опытная	ОР с 15,00 % концентрата «Горлинка»	ОР с 20,00 % концентрата «Горлинка»

Наиболее важным фактором для поддержания нормальной жизнедеятельности организма рыб при выращивании являются благоприятные условия среды и полноценное сбалансированное питание [118].

На протяжении научно-хозяйственного опыта нами изучались качественные показатели воды в бассейнах, в которых содержалась подопытная рыба (таблица 22).

Таблица 22 – Показатели качества воды в бассейне

Показатель	Фактически полученные данные
Температура, °С	11,10 - 14,30
Водородный показатель (рН)	7,00 - 8,00
Растворённый кислород, г/м <sup>3</sup>	9,30 – 11,00
Нитриты, мг/л	0,01 - 0,02
Нитраты, мг/л	0,94 - 1,00
Общая жесткость, мг-экв/л	3,78 - 4,14
Железо, мг/л	0,25 - 0,50

Исследуемые показатели воды (температура, водородный показатель, содержание растворённого кислорода, нитритов, нитратов, железа и общая жесткость) находились в пределах допустимых значений.

Кормовые программы для двухлеток и двухгодовиков рыбы представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Кормовые программы для двухлеток и двухгодовиков  
радужной форели подопытных групп

Ингредиент	Ед. изм.	Группа			
		контрольная	1- опытная	2- опытная	3- опытная
Рыбная мука	%	45,13	45,13	45,13	45,13
Шрот подсолнечный	%	15,00	7,50	3,75	-
Белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка»	%	-	7,50	11,25	15,00
Масло подсолнечное	%	14,90	14,90	14,90	14,90
Жмых соевый	%	14,29	14,29	14,29	14,29
Кукурузный глютен	%	7,50	7,50	7,50	7,50
Субтилис-с	%	1,50	1,50	1,50	1,50
Монохлоргидрат лизина	%	1,10	1,10	1,10	1,10
Премикс для рыб	%	0,30	0,30	0,30	0,30
DL-метионин	%	0,20	0,20	0,20	0,20
L-триптофан	%	0,08	0,08	0,08	0,08
В 100 г комбикорма содержится					
Обменная энергия	МДж/кг	15,71	15,84	15,90	15,95
Сырой протеин	%	49,96	50,00	50,02	50,04
Сырой жир	%	19,11	19,45	19,62	19,79
Сырая клетчатка	%	2,98	2,71	2,58	2,44
C18:3 ω3	%	0,13	0,13	0,13	0,13
Omega-6	%	0,07	0,07	0,07	0,07
Лизин	%	2,57	2,60	2,62	2,63
Метионин	%	0,83	0,85	0,86	0,87
Треонин	%	1,80	1,80	1,80	1,80
Триптофан	%	0,51	0,51	0,52	0,52
Аргинин	%	2,95	2,96	2,97	2,97
Изолейцин	%	1,96	1,97	1,97	1,98
Лейцин	%	3,78	3,78	3,78	3,78
Валин	%	2,54	2,55	2,55	2,56
Гистидин	%	0,99	1,00	1,00	1,01
Фенилаланин	%	2,21	2,22	2,23	2,23
Ca	%	1,33	1,33	1,33	1,33
P	%	1,57	1,58	1,58	1,58
NaCl	%	0,62	0,62	0,62	0,62

А (ретинол)	тыс. МЕ/кг	15,12	15,12	15,13	15,13
D3 (кальциферол)	тыс. МЕ/кг	3,05	3,06	3,06	3,07
Е (токоферил ац-т)	мг/кг	66,87	67,28	67,49	67,69
К3 (менадион)	мг/кг	5,02	5,03	5,03	5,04
В1 (тиамин)	мг/кг	15,35	15,38	15,39	15,40
В2 (рибофлавин)	мг/кг	32,33	32,33	32,33	32,34
Пантотеновая к-та	мг/кг	84,37	84,43	84,46	84,49
В4 (холинхлорид)	мг/кг	2097,64	2099,74	2100,79	2101,84
Ниацин	мг/кг	23,47	26,32	27,75	29,17
В6 (пиридоксин)	мг/кг	15,06	15,06	15,06	15,06
В12 (кобаламин)	мг/кг	123,48	123,49	123,49	123,49
Вс (фолиевая)	мг/кг	5,32	5,32	5,33	5,33
Н (биотин)	мг/кг	2,56	2,56	2,56	2,56

Компонентный состав комбикорма для радужной форели контрольной группы был следующий: рыбная мука (45,13 %), шрот подсолнечный (15,00 %), масло подсолнечное (14,90 %), жмых соевый (14,29 %), кукурузный глютен (7,50 %), Субтилис-с (1,50 %), монохлоргидрат лизина (1,10 %), премикс для рыб (0,30 %), D1-метионин (0,20 %), L-триптофан (0,08 %).

В комбикормах 1-, 2- и 3-опытной групп радужной форели была произведена частичная или полная замена подсолнечного шрота на исследуемый концентрат.

На протяжении опыта рыбе 1-опытной группы скармливали комбикорм, в котором взамен подсолнечного шрота (7,50 %) вводили белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка». Состав комбикорма был следующий: рыбная мука (45,13 %), шрот подсолнечный (7,50 %), белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» (7,50 %), масло подсолнечное (14,90 %), жмых соевый (14,29 %), кукурузный глютен (7,50 %), Субтилис-с (1,50 %), монохлоргидрат лизина (1,10 %), премикс для рыб (0,30 %), D1-метионин (0,20 %), L-триптофан (0,08 %).

Форель во 2-опытной группе получала комбикорм, где уровень включения белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» был увеличен до 11,25 %, а подсолнечного шрота уменьшен до 3,75 %. Компонентный состав был следующий: рыбная мука (45,13 %), шрот подсолнечный (3,75 %), высокобелковый горчичный концентрат «Горлинка» (11,25 %), масло подсолнечное (14,90 %), жмых соевый (14,29 %), кукурузный глютен (7,50 %), Субтилис-с (1,50 %), монохлоргидрат лизина (1,10 %), премикс для рыб (0,30 %), D1-метионин (0,20 %), L-триптофан (0,08 %).

Рыбе из 3-опытной группы на протяжении опыта скармливали комбикорм, в котором подсолнечный шрот был полностью исключен и взамен его был полностью введен белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка». Ингредиентный состав был следующий: рыбная мука (45,13 %), белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» (15,00 %), масло подсолнечное (14,90 %), жмых соевый (14,29 %), кукурузный глютен (7,50 %), Субтилис-с (1,50 %), монохлоргидрат лизина (1,10 %), премикс для рыб (0,30 %), D1-метионин (0,20 %), L-триптофан (0,08 %).

Питательная ценность разработанных нами комбикормов практически не отличалась. Так, в 1 килограмме комбикорма, который получали особи контрольной группы содержалось обменной энергии 15,71 МДж, 1-, 2- и 3-опытной – 15,84 МДж, 15,90 МДж и 15,95 МДж.

В 100 граммах комбикорма содержание сырого протеина составило 49,96 %, сырого жира – 19,11 %, лизина – 2,57 %, метионина – 0,83 %, кальция – 1,33 % и фосфора – 1,57 % (для контрольной группы форели), соответственно для 1-, 2- и 3-опытной группы 50,00 %, 50,02 %, 50,04 %; 19,45 %, 19,62 %, 19,79 %; 2,60 %, 2,62 %, 2,63 %; 0,85 %, 0,86 %, 0,87 %; 1,33 %; 1,58 %.

Кормовые программы для трёхлеток рыб представлены в таблице 24.

Компонентный состав комбикорма для радужной форели контрольной группы был следующий: рыбная мука (44,93 %), шрот подсолнечный (20,00 %), масло подсолнечное (14,60 %), кукурузный глютен (9,40 %), жмых

соевый (7,89 %), Субтилис-с (1,50 %), монохлоргидрат лизина (1,10 %), премикс для рыб (0,30 %), DL-метионин (0,18 %), L-триптофан (0,10 %).

Таблица 24 – Кормовые программы для трёхлеток радужной форели подопытных групп

Ингредиент	Ед. изм.	Группа			
		контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Жмых соевый	%	7,89	7,89	7,89	7,89
Кукурузный глютен	%	9,40	9,40	9,40	9,40
Рыбная мука	%	44,93	44,93	44,93	44,93
Монохлоргидрат лизина	%	1,10	1,10	1,10	1,10
Масло подсолнечное	%	14,60	14,60	14,60	14,60
Шрот подсолнечный	%	20,00	10,00	5,00	-
Белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка»	%	-	10,00	15,00	20,00
Премикс для рыб	%	0,30	0,30	0,30	0,30
DL-метионин	%	0,18	0,18	0,18	0,18
L-триптофан	%	0,10	0,10	0,10	0,10
Субтилис-с	%	1,50	1,50	1,50	1,50
В 100 г комбикорма содержится					
Обменная энергия	МДж/кг	16,86	16,99	17,05	17,10
Сырой протеи	%	46,37	46,41	46,43	46,45
Сырой жир	%	24,11	24,45	24,62	24,79
Сырая клетчатка	%	3,89	3,62	3,49	3,35
C18:3 ω3	%	0,17	0,17	0,17	0,17
Omega-6	%	0,06	0,06	0,06	0,06
Лизин	%	2,14	2,17	2,19	2,20
Метионин	%	0,67	0,69	0,70	0,71
Треонин	%	1,83	1,83	1,83	1,83
Триптофан	%	0,42	0,42	0,43	0,43
Аргинин	%	2,87	2,88	2,89	2,89
Изолейцин	%	1,97	1,98	1,98	1,99
Лейцин	%	4,08	4,08	4,08	4,08
Валин	%	2,55	2,56	2,56	2,57
Гистидин	%	1,03	1,04	1,04	1,05
Фенилаланин	%	2,24	2,25	2,26	2,26

Ca	%	1,23	1,23	1,23	1,23
----	---	------	------	------	------

окончание таблицы 24

P	%	1,46	1,47	1,47	1,47
NaCl	%	0,59	0,59	0,59	0,59
A (ретинол)	тыс. МЕ/кг	15,17	15,17	15,18	15,18
D3 (кальциферол)	тыс. МЕ/кг	3,09	3,10	3,10	3,11
E (токоферил ац-т)	мг/кг	66,49	66,90	67,11	67,31
K3 (менадион)	мг/кг	5,09	5,10	5,10	5,11
B1 (тиамин)	мг/кг	15,37	15,40	15,41	15,42
B2 (рибофлавин)	мг/кг	32,19	32,19	32,19	32,20
Пантотеновая к-та	мг/кг	82,37	82,43	82,46	82,49
B4 (холинхлорид)	мг/кг	2012,61	2014,71	2015,76	2016,81
Ниацин	мг/кг	23,33	26,18	27,61	29,03
B6 (пиридоксин)	мг/кг	15,22	15,22	15,22	15,22
B12 (кобаламин)	мг/кг	116,59	116,60	116,60	116,60
Bc (фолиевая)	мг/кг	5,11	5,11	5,12	5,12
H (биотин)	мг/кг	2,54	2,54	2,54	2,54

На протяжении опыта рыбе 1-опытной группы скармливали комбикорм, в котором взамен 10,00 % подсолнечного шрота вводили белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка». Ингредиентный состав был следующий: рыбная мука (44,93 %), шрот подсолнечный (10,00 %), белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» (10,00 %), масло подсолнечное (14,60 %), кукурузный глютен (9,40 %), жмых соевый (7,89 %), Субтилис-с (1,50 %), монохлоргидрат лизина (1,10 %), премикс для рыб (0,30 %), D1-метионин (0,18 %), L-триптофан (0,10 %).

Форель во 2-опытной группе получала комбикорм, где уровень включения белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» был увеличен до 15,00 %, а подсолнечного шрота уменьшен до 5,00 %. Компонентный состав был следующий: рыбная мука (44,93 %), шрот подсолнечный (5,00 %), белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» (15,00 %), масло подсолнечное (14,60 %), кукурузный глютен (9,40 %), жмых

соевый (7,89 %), Субтилис-с (1,50 %), монохлоргидрат лизина (1,10 %), премикс для рыб (0,30 %), D1-метионин (0,18 %), L-триптофан (0,10 %).

Рыбе из 3-опытной группы на протяжении опыта скармливали комбикорм, в котором подсолнечный шрот был полностью исключен и взамен его был полностью введен белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка». Состав комбикорма был следующий: рыбная мука (44,93 %), белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» (20,00 %), масло подсолнечное (14,60 %), кукурузный глютен (9,40 %), жмых соевый (7,89 %), Субтилис-с (1,50 %), монохлоргидрат лизина (1,10 %), премикс для рыб (0,30 %), D1-метионин (0,18 %), L-триптофан (0,10 %).

Питательная ценность разработанных нами комбикормов практически не отличалась. Так, в 1 килограмме комбикорма, который получали особи контрольной группы, содержалось обменной энергии 16,86 МДж, 1-, 2- и 3-опытной – 16,99 МДж, 17,05 МДж и 17,10 МДж.

В 100 граммах комбикорма содержание сырого протеина составило 46,37 %, сырого жира – 24,11 %, лизина – 2,14 %, метионина – 0,67 %, кальция – 1,23 % и фосфора – 1,46 % (для контрольной группы форели), соответственно для 1-, 2- и 3-опытной группы 46,41 %, 46,43 %, 46,45 %; 24,45 %, 24,62 %, 24,79 %; 2,17 %, 2,19 %, 2,20 %; 0,69 %, 0,70 %, 0,71 %; 1,23 %; 1,47 %.

### **3.3.2 Физико-механические качества комбикормов**

Известно, что физико-механические свойства комбикормов играют важное значение в полноценном кормлении форели.

Нами была проведена сравнительная оценка физико-механических свойств гранул, результаты которой приведены в таблице 25.

За образец 1 был принят комбикорм с подсолнечным шротом, за 2, 3 и 4 – образцы комбикорма с различным содержанием горчичного концентрата «Горлинка».

Цвет и запах комбикормов соответствовали предъявленным требованиям.

Таблица 25 – Некоторые показатели качества используемых комбикормов

Показатель	Номер образца комбикорма			
	1	2	3	4
Гранулы комбикорма для двухлеток и двухгодовиков				
Форма гранул	Цилиндрическая, овальная	Цилиндрическая, овальная	Цилиндрическая, овальная	Цилиндрическая, овальная
Цвет	Светло-коричневый	Светло-коричневый	Светло-коричневый	Светло-коричневый
Запах	Приятный, рыбный	Приятный, рыбный	Приятный, рыбный	Приятный, рыбный
Размер гранул: Диаметр, мм Длина, мм	6,4±0,19 7,6±0,18	6,1±0,21 8,1±0,19	6,2±0,19 8,0±0,11	6,1±0,15 7,8±0,14
Разбухаемость, мин	85	86	89	91
Насыпная плотность, г/л	742,4	738,7	725,3	721,8
Гранулы комбикорма для трёхлеток				
Форма гранул	Цилиндрическая, овальная	Цилиндрическая, овальная	Цилиндрическая, овальная	Цилиндрическая, овальная
Цвет	Светло-коричневый	Светло-коричневый	Светло-коричневый	Светло-коричневый
Запах	Приятный, рыбный	Приятный, рыбный	Приятный, рыбный	Приятный, рыбный
Размер гранул: Диаметр, мм Длина, мм	8,4±0,16 9,8±0,18	8,6±0,21 9,9±0,15	9,0±0,17 10,2±0,19	8,6±0,14 10,0±0,17
Разбухаемость, мин	358	360	360	364
Насыпная плотность, г/л	738,7	728,9	722,5	721,1

Размер гранул комбикормов находился в пределах нормы для разных возрастных групп форели.

Разбухаемость гранул для двухлеток и двухгодовиков, получавших 2, 3 и 4 образцы комбикормов, была выше, чем у образца № 1 на 1, 4 и 6 минут. На основании вышеизложенного можно констатировать факт, что кормовых потерь было меньше, а сохранность питательных веществ была выше в образцах комбикормов 2, 3 и 4 по сравнению с образцом № 1.

Насыпная плотность образцов комбикормов № 2, 3 и 4 была ниже, чем у образца № 1. Так, для комбикормов, предназначенных для двухлеток и двухгодовиков, разница в пользу образцов 2, 3 и 4 по сравнению с образцом № 1 составила от 3,7 до 20,6 г/л, а для трёхлеток – соответственно от 9,8 до 17,6 г/л.

Полученные данные позволяют судить о том, что образцы гранул комбикормов 2, 3 и 4 тонули медленнее по сравнению с образцами № 1.

### 3.3.3 Рыбоводные показатели взрослой радужной форели

Живая масса является обобщенным показателем, отражающим качество условий выращивания и полноценности кормления рыб. Включение в состав комбикорма белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» обусловило постепенное повышение живой массы рыбы (таблица 26).

Таблица 26 – Динамика живой массы взрослой радужной форели, г ( $M \pm m$ )  
(n=100)

Месяц опыта	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
1	1203,06 ±9,02	1204,09 ±8,81	1203,12 ±8,59	1204,21 ±8,46
2	1343,59 ±9,36	1357,48 ±9,31	1365,71 ±9,27	1377,21 ±9,11
3	1497,66 ±9,77	1516,74 ±9,69	1542,55 ±9,71 **	1558,01± 9,53 ***
4	1658,46 ±10,13	1676,69 ±10,21	1679,70 ±10,05	1717,55± 9,97 ***
5	1829,71	1889,73±	1903,34±	1939,94±

	±10,99	10,84***	10,70***	10,69***
6	1999,23 ±11,54	2050,20 ±11,43**	2094,18± 11,15***	2132,17± 10,92***
7	2150,69 ±12,01	2233,92 ±11,64***	2265,64± 11,42***	2306,50± 11,28***

окончание таблицы 26

8	2298,09 ±12,72	2419,89 ±12,40***	2439,66± 11,98***	2467,92± 11,87***
9	2449,03 ±13,01	2591,07 ±13,07***	2613,26± 12,64***	2634,69± 12,31***
10	2632,27 ±13,48	2793,63 ±13,32***	2805,75± 12,91***	2851,92± 12,77***

Полученные результаты в таблице 26 свидетельствуют о том, что за период проведения опыта наибольшей живой массы достигли особи 1-, 2- и 3-опытной группы по сравнению с контрольными аналогами. Так, средняя живая масса форели к концу опыта в 1-опытной группе составила 2793,63 г, что больше, чем в контроле на 161,36 г, а в процентном отношении составляет 6,13 %, во 2-опытной группе - 2805,75 г, что больше, чем в контроле на 173,48 г (6,59 %) и в 3-опытной группе - 2851,92 г, что больше, чем в контроле на 219,65 г (8,34 %).

При анализе роста рыб особое внимание уделяется показателям приростов живой массы. Так, общий прирост рыбы за период опыта составил в 1-опытной группе – 1589,54 г, во 2-опытной – 1602,63 г и 3-опытной – 1647,71 г, что выше, чем в контрольной группе соответственно на 11,22 %, 12,13 % и 15,29 %, у рыб контрольной группы данный расчетный показатель составил 1429,21 г (рисунок 12).

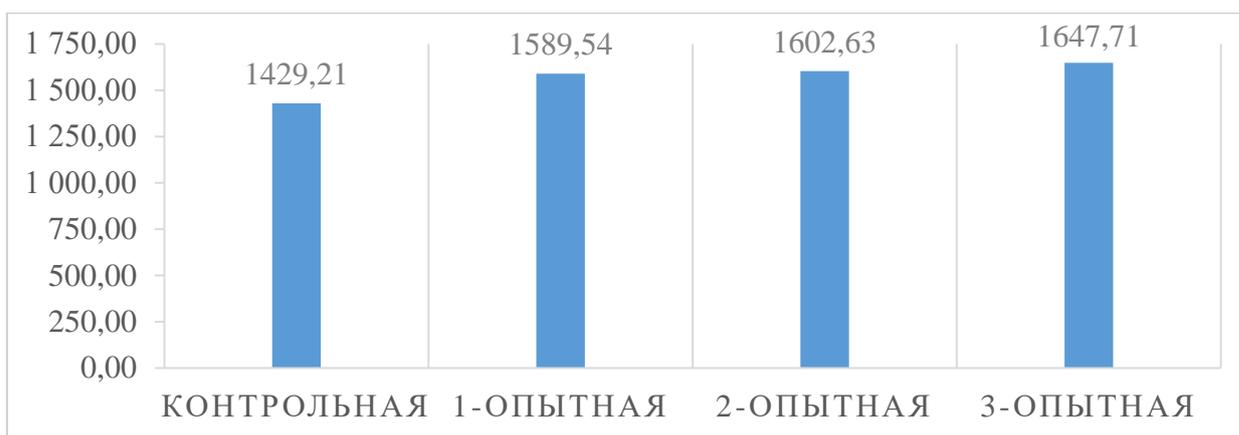


Рисунок 12 – Общий прирост форели подопытных групп, г

Среднесуточный прирост форели 1-, 2- и 3-опытной групп составил соответственно 5,44 г, 5,49 г и 5,64 г, что на 0,55 г, 0,59 г и 0,75 г выше, чем в контроле. В контрольной группе среднесуточный прирост за весь период проведения опыта составил - 4,89 г (рисунок 13).

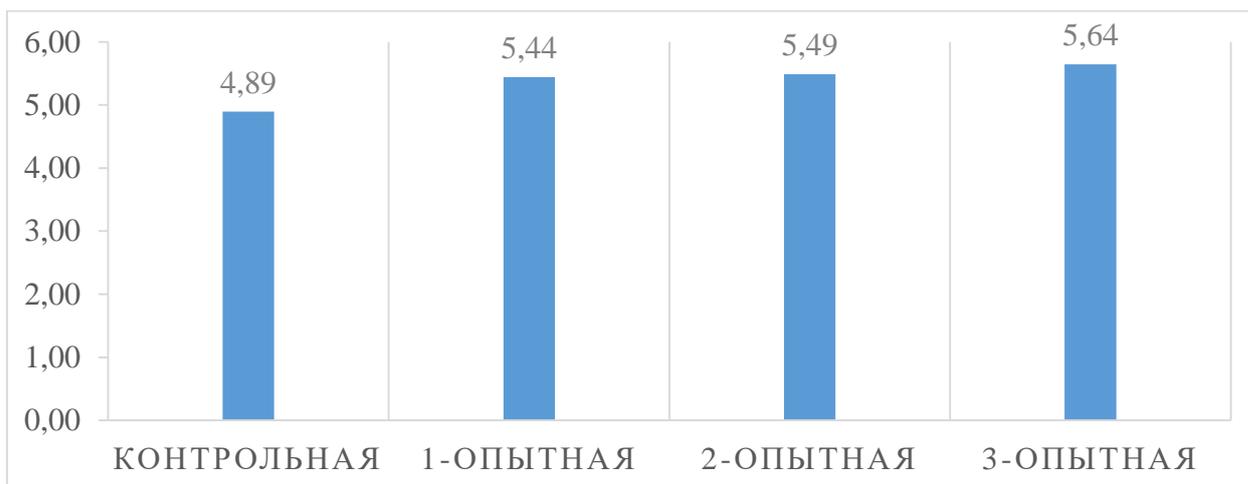


Рисунок 13 – Среднесуточный прирост форели подопытных групп, г

Продуктивное действие комбикорма на организм рыб оценивают по отношению массы затраченного корма к приросту массы рыб. Это отношение называют коэффициентом конверсии корма, или кормовым коэффициентом [105].

В таблице 27 приведены результаты кормовых затрат при выращивании радужной форели.

Таблица 27 – Кормовые затраты при выращивании взрослых особей форели

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Затраты комбикормов на 1 особь в среднем, кг	1,36	1,36	1,36	1,36
Кормовой коэффициент	1,03	0,92	0,91	0,87
Затраты на 1 кг прироста: сырого протеина, г	494,78	443,63	440,06	420,02
обменной энергии, МДж/кг	16,73	15,11	15,03	14,39
Получено протеина в 1 кг форели, г	199,20	200,60	201,30	202,00
Использовано протеина от принятого с комбикормом, %	40,26	45,22	45,74	48,09

В опытных группах рыб по сравнению с контрольной наблюдалось снижение кормового коэффициента в 1-опытной группе – на 0,11, во 2-опытной – на 0,12 и в 3-опытной – на 0,16.

Затраты сырого протеина на получение одного килограмма прироста форели в 1-, 2- и 3-опытной группах снизились по отношению к контролю на 51,15 г (10,34 %), 54,72 г (11,06 %) и 74,76 г (15,11 %).

Затраты обменной энергии на получение одного килограмма прироста рыб в 1-опытной группе находились на уровне 15,11 МДж/кг, во 2-опытной – 15,03 МДж/кг и в 3-опытной – 14,39 МДж/кг, что было ниже, чем в контрольной группе (16,73 МДж/кг) на 9,68 %, 10,16 % и 13,99 %.

Использование протеина от принятого с комбикормом рыбами 1-, 2- и 3-опытной групп составило соответственно 45,22 %, 45,74 % и 48,09 %, что выше, чем в контроле (40,26 %) на 4,96 %, 5,48 % и 7,83 %.

Так, использование горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в рецептурах полнорационных комбикормов для радужной форели позволяет снизить затраты комбикормов на получение единицы продукции и повысить использование протеина.

Сохранность взрослых особей контрольной группы находилась на уровне 96 %. В 1- и 2-опытной группах радужной форели выживаемость была на одном уровне с контрольными аналогами, а в 3-опытной (97 %), что выше

чем в контроле на 1 % (рисунок 14).

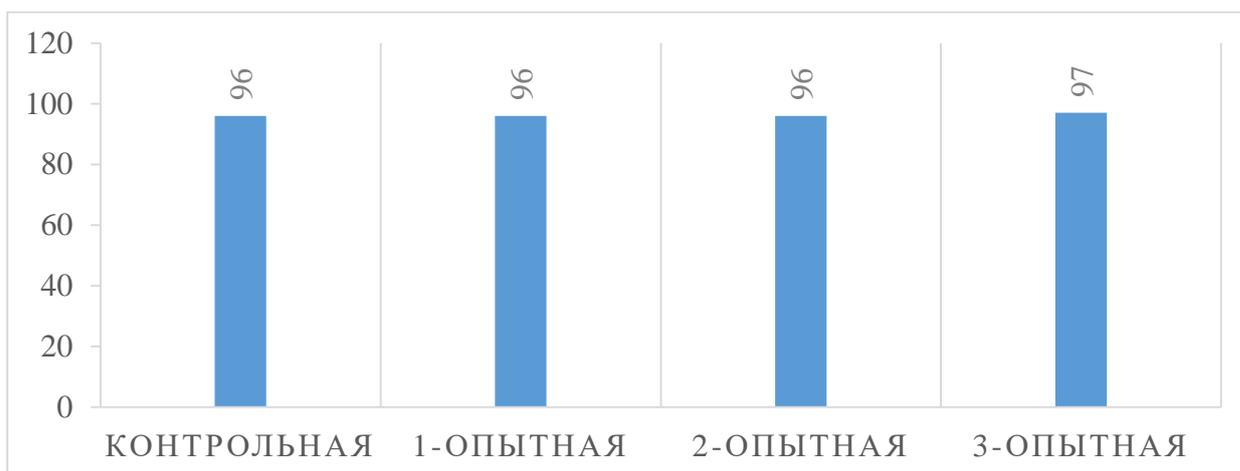


Рисунок 14 – Выживаемость особей радужной форели, %

Следовательно, на основании полученных результатов можно сделать вывод, что применение белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в кормлении радужной форели способствует повышению показателей роста, сохранности поголовья и снижению затрат на комбикорма.

### 3.3.4 Показатели крови радужной форели

Анализ гематологических показателей является важным подходом в оценке протекания метаболических процессов в организме рыб при коррекции рационов.

Нами были изучены некоторые морфологические и биохимические показатели крови подопытной форели (таблица 28).

Таблица 28 – Гематологические показатели подопытной форели ( $M \pm m$ ) ( $n=6$ )

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Эритроциты $10^{12}$ /л	1,22±0,09	1,25±0,10	1,24±0,13	1,27±0,07
Гемоглобин г/л	58,08±0,77	58,37±0,86	58,87±0,75	59,51±0,62
Тромбоциты, $10^9$ /л	57,84±2,83	57,02±1,96	56,87±1,49	54,41±1,01
Лейкоциты $10^6$ /л	26,95±1,18	26,78±1,30	26,51±1,14	25,90±1,10
Общий белок, г/л	73,62±2,03	74,09±1,93	74,17±2,05	74,84±1,82
Глюкоза, ммоль/л	6,88±0,17	6,47±0,16	6,12±0,11**	5,86±0,08**
Мочевина, мг/дл	26,08±0,53	25,75±0,52	24,93±0,44	23,68±0,40*

Триглицериды, мг/дл	280,79±1,89	279,85±2,21	278,57±1,73	276,48±1,54
Холестерин, мг/дл	251,18±2,38	249,26±2,25	248,92±1,96	245,73±1,84
Щелочная фосфотаза, ед/л	52,73±0,85	52,22±0,68	51,89±0,65	51,36±0,55

Концентрация эритроцитов в крови рыб опытных групп была выше, чем в контроле: так, в 1-опытной – на  $0,03 \cdot 10^{12}/л$ , что в процентном отношении составило 2,46 %, во 2-опытной – на  $0,02 \cdot 10^{12}/л$  или 1,64 % и в 3-опытной – на  $0,05 \cdot 10^{12}/л$  или в процентном отношении – 4,10 %, то есть у рыб опытных групп наблюдались более интенсивные обменные процессы, происходящие между кровью и органами.

Лейкоциты – это белые кровяные тельца, выполняющие защитную функцию, то есть представляющие систему иммунитета. Лейкоциты в крови контрольной группы рыб были на уровне  $26,95 \cdot 10^9/л$ . У радужной форели 1-опытной группы мы наблюдали уменьшение данного показателя в сравнении с контрольной группой на  $0,17 \cdot 10^9/л$  (0,63 %), т. е. количество лейкоцитов в крови 1-опытной группы составило  $26,78 \cdot 10^9/л$ . В крови 2-опытной группы рыб данный показатель составил  $26,51 \cdot 10^9/л$ , что ниже количества лейкоцитов в крови контрольной группы на  $0,44 \cdot 10^9/л$  (11,63 %). В крови 3-опытной группы лейкоциты были на уровне  $25,90 \cdot 10^9/л$ , что ниже, чем в контрольной группе рыб на  $1,05 \cdot 10^9/л$  (3,90 %).

Тромбоциты у рыб многочисленны, причём более крупные, чем у млекопитающих, с ядром. Они участвуют в процессе свёртывания крови. Тромбоциты в крови контрольной группы рыб были на уровне  $57,84 \cdot 10^9/л$ . Аналогичный показатель у 1-опытной группы рыб был меньше, чем у контрольной группы на  $0,82 \cdot 10^9/л$  или 1,68 % и составил  $56,87 \cdot 10^9/л$ . У 2-опытной группы рыб уровень тромбоцитов был меньше, чем у контрольной группы на  $0,97 \cdot 10^9/л$  или 1,68 % и составил  $56,87 \cdot 10^9/л$ . В крови форели 3-опытной группы уровень тромбоцитов был  $54,41 \cdot 10^9/л$ , что ниже, чем у аналогов из контрольной на  $3,43 \cdot 10^9/л$  или 5,93 %.

Повышение гематокрита в опытных группах рыб на 0,37 – 1,65 % по сравнению с контрольными аналогами позволяет судить о более интенсивной доставке кислорода к органам и тканям.

Гемоглобин в крови форели контрольной группы был на уровне 58,08 г/л. В крови 1-опытной группы рыб аналогичный показатель составил 58,37 г/л, что выше, чем в контрольной группе на 0,29 г/л или 0,50 %. Во 2-опытной группе форели гемоглобина в крови было на уровне 58,87 г/л, что выше, чем в контрольной группе на 0,79 г/л или 1,36 %. Концентрация гемоглобина в крови рыб 3-опытной группы была 59,51 г/л, что в сравнении с контрольной группой выше на 1,43 г/л или 2,46 %. Повышение уровня гемоглобина в опытных группах рыб, получавших в составе рациона белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка», позволяет судить о быстро протекающем газообмене и поддержании стабильного метаболизма, по сравнению с контрольными аналогами.

Содержание общего белка в крови форели контрольной группы составило 73,62 г/л. В крови рыб 1-опытной группы данный показатель был на уровне 74,09 г/л, разница между сравниваемыми по данному показателю группами составила 0,47 г/л (0,64 %). Во 2- и 3-опытной групп рыб общего белка в крови содержалось 74,17 г/л и 74,84 г/л, что выше, чем у контрольных аналогов соответственно на 0,55 г/л (0,75 %) и 1,22 г/л (1,66 %).

Наблюдалось снижение в крови 1-, 2- и 3-опытных групп радужной форели концентрации глюкозы по сравнению с контрольной группой соответственно на 0,41 моль/л (5,96 %), 0,76 моль/л (11,05 %) и 1,02 моль/л (14,83 %). Так, понижение концентрации глюкозы в крови форели опытных групп говорит о более интенсивном ее использовании тканями организма и тем самым лучшим протекании углеводного обмена.

Мочевины в крови радужной форели опытных групп по сопоставлению с контрольной содержалось меньше на 0,33-2,40 мг/дл (1,27-9,20 %), что говорит о лучшем выведении излишков азота из организма, поддержании функции почек, ускорению роста и развития организма.

Снижение концентрации триглицеридов и холестерина в крови рыб говорит об интенсивном протекании липидного обмена в организме.

Триглицеридов в крови контрольной группы рыб содержалось 280,79 мг/дл, в опытных группах радужной форели данный показатель уменьшался: так, в 1-опытной группе – на 0,94 мг/дл (0,33 %), во 2-опытной – на 2,22 мг/дл (0,79 %) и в 3-опытной – на 4,31 мг/дл (1,53 %).

В крови контрольной группы уровень холестерина составил 251,18 мг/дл, в 1-опытной группе – 249,26 мг/дл, что ниже, чем у контрольной группы рыб на 1,92 мг/дл (0,76 %), во 2-опытной – 248,92 мг/дл и было ниже, чем в сравнении с контролем на 2,26 мг/дл (0,90 %), в 3-опытной – 245,73 мг/дл, что ниже, чем у контрольных аналогов на 5,45 мг/дл (2,17 %).

Таким образом, изучаемые показатели крови радужной форели всех групп находились в пределах референсных значений, однако в опытных группах наблюдалось более интенсивное протекание обмена белков, углеводов и липидов.

### 3.3.5 Морфологическая характеристика подопытной форели

Мясо форели ценится содержанием легкоусвояемого белка. В отличие от мяса сельскохозяйственных животных и птицы мясо рыб отличается высокой усвояемостью до 97,00 %. По окончании научно-хозяйственного опыта нами были изучены товарные качества форели. Результаты данного исследования приведены в таблице 29.

Таблица 29 – Морфологическая характеристика подопытных рыб (M±m)  
(n=6)

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Живая масса перед убоем, г	2635,76± 32,94	2799,03± 31,28*	2809,51± 33,64*	2856,64± 30,90**
Порка, г	2363,49± 28,18	2509,33± 27,46**	2520,42± 27,91**	2562,69± 26,03**

Выход порки, %	89,67±0,26	89,65±0,30	89,71±0,29	89,71±0,31 *
Вес тушки, г	2189,39± 26,18	2326,97± 25,18**	2336,68± 25,90**	2376,43± 24,68**
Убойный выход, %	83,06±0,03	83,13±0,08	83,17±0,04	83,19±0,03 *
Выход мускулатуры, г	1554,31±18,7 9	1655,62± 19,83**	1664,37± 18,37**	1695,13± 18,22**
%	58,97±0,21	59,15±0,24	59,24±0,27	59,34±0,25
Съедобные части, г	1671,34± 16,38	1777,66± 16,12**	1785,74± 15,80*	1817,11± 15,69**
%	63,41±0,21	63,51±0,23	63,56±0,22	63,61±0,23

окончание таблицы 29

Условно-съедобные части, г	672,64± 7,44	709,00± 6,61*	711,08± 6,45**	720,73± 7,13**
%	25,52±0,13	25,33±0,14	25,31±0,16	25,23±0,15
Несъедобные части, г	291,78± 1,95	312,37± 1,83***	312,69± 1,79***	318,80±1,7 7***
%	11,07±0,09	11,16±0,07	11,13±0,08	11,16±0,07

Использование в составе комбикормов исследуемого горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» привело к повышению веса тушки форели в 1-, 2- и 3-опытной группах по сравнению с контрольной на 137,58 г, 147,29 г и 187,04 г соответственно.

Убойный выход в контрольной группе составил 83,06 %, а в 1-опытной был выше на 0,07 %, во 2-опытной – 0,11 % и в 3-опытной – на 0,13 %.

Графическое изображение соотношения в теле рыбы съедобных, условно-съедобных и несъедобных частей приведено на рисунке 15.



контрольная группа



1-опытная группа

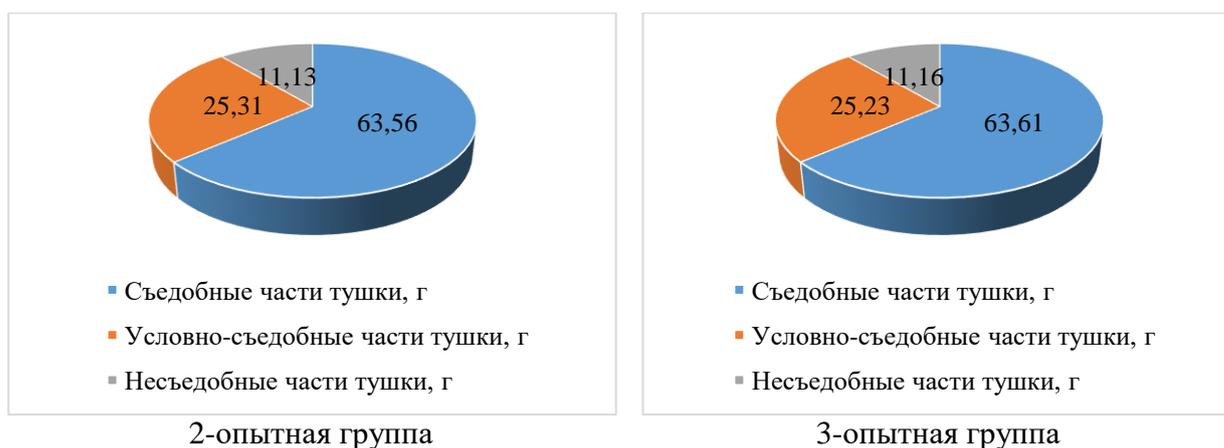


Рисунок 15 – Соотношение частей тела радужной форели, %

Также было отмечено повышение мышечной массы у рыб 1-опытной группы на 101,31 г (0,18 %), 2-опытной – на 110,06 г (0,27 %) и 3-опытной – на 140,82 г (0,37 %) по сравнению с контрольной группой.

Отмечено увеличение массы съедобных частей на 0,10 – 0,20 % у рыб опытных групп по сопоставлению с контрольной.

Использование высокобелкового горчичного концентрата «Горлинка» в комбикормах для взрослой форели способствует повышению мясных качеств.

### 3.3.6 Анатомическое развитие внутренних органов взрослой радужной форели

Для оценки качества испытуемых комбикормов важным условием является мониторинг здоровья рыбы, контролируемый различными методами исследования.

Оценка состояния внутренних органов радужной форели контрольной и опытных групп приведена в таблице 30.

Таблица 30 – Морфофизиологические параметры внутренних органов подопытных рыб, %

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная

Индекс печени (гепатосоматический)	2,07	2,03	2,01	1,98
Индекс сердца (кардиосоматический)	0,14	0,13	0,13	0,12
Индекс селезенки	0,26	0,25	0,25	0,24
Индекс почек	0,51	0,52	0,52	0,52
Индекс длины кишечника	74,80	75,04	75,21	75,33

Между рыбой контрольной и опытных групп не было выявлено изменений в развитии внутренних органов. Так, индекс печени, сердца, селезенки и почек находился в пределах нормы во всех подопытных группах.

Увеличение длины кишечника говорит о более высокой усвояемости питательных веществ комбикормов. Индекс длины кишечника в 1-опытной группе составил 75,04 %, во 2-опытной – 75,21 % и в 3-опытной – 75,33 %, что выше, чем у контрольных аналогов на 0,24 %, 0,41 % и 0,53 %.

Таким образом, введение горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в состав комбикормов для радужной форели привело к повышению товарных качеств рыбы, при этом состояние внутренних органов находилось в пределах физиологической нормы.

При гистологическом исследовании нами было оценено состояние тканей и клеток печени (рисунок 16). На гистологическом срезе печени было четко видно структуру паренхимы. Гепатоциты оказывают существенное влияние на протекание широкого спектра физиологических процессов (метаболизм питательных веществ, синтез белков, детоксикация и секреция желчи). Поэтому изучение изменений, происходящих в печеночных клетках, имеет колоссальное значение для оценки печени.

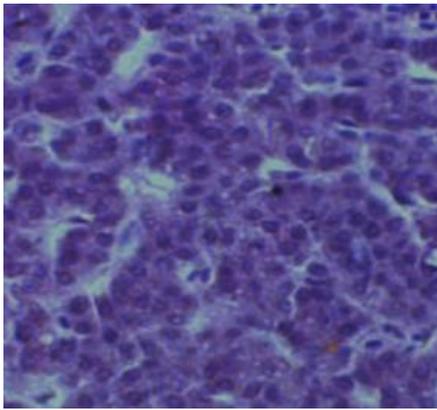


Рисунок 16 – Гистологический срез печени взрослой форели из 3-опытной группы (ув. в 40 раз)

В образцах печени радужной форели всех подопытных групп форма печеночных клеток имела вид куба с ядром в центре.

Кровеносные сосуды, пронизывали многогранные гепатоциты, обеспечивая печень необходимыми питательными веществами.

Гистологическое исследование кишечника форели проводится с целью получения детальной информации о состоянии тканей этого органа (рисунок 17).

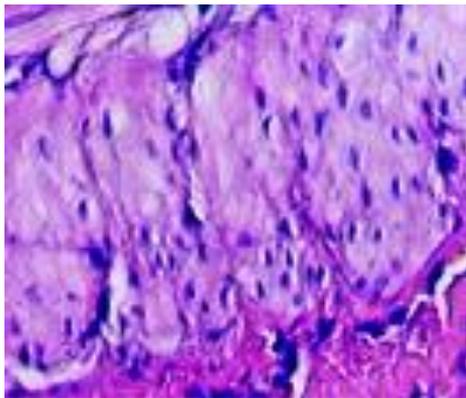


Рисунок 17 - Гистологический срез кишечника взрослой форели из 3-опытной группы (ув. в 40 раз)

В ходе гистологического анализа органа была отмечена нормальная организация призматического эпителия и бокаловидных клеток и не было выявлено патологических отклонений в клетках и структуре тканей. Однако было отмечено некоторое удлинение высоты ворсинок эпителия кишечника у рыб опытных групп.

Таким образом, при изучении степени развития внутренних органов у радужной форели, было выявлено, что при введении в рацион белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» улучшаются пищеварительные процессы. Степень переваримости питательных веществ комбикормов при добавлении испытуемого концентрата была достаточной для обеспечения интенсивного формирования мышечной ткани радужной форели.

### 3.3.7 Оценка состояния микробиома радужной форели

Ключевую роль в здоровье, благополучии и продуктивности рыб играет микрофлора, населяющая их кишечник. Её качественный состав зависит от различных факторов, например, таких как вид, возраст, физиологическое состояние, качество кормления и окружающая среда.

Микробиота кишечника имеет огромное значение в пищеварении, а именно разложении сложных органических веществ на простые; синтезе витаминов и аминокислот; регуляции иммунной системы и поддержании гомеостаза в кишечнике.

В этой связи в конце опыта нами были изучены образцы микробной ассоциации кишечника подопытной радужной форели. Результаты, полученные в ходе исследования микрофлоры кишечника рыб, приведены в таблице 31.

Таблица 31 – Содержание нормофлоры в кишечнике радужной форели, КОЕ/мг

Группа	Род микроорганизмов	
	Бифидобактерии (Bifidobacterium)	Лактобактерии (Lactobacillus)
контрольная	$<10^6$	$<10^5$
1-опытная	$<10^6$	$<10^4$
2-опытная	$<10^5$	$<10^4$
3-опытная	$<10^5$	$<10^3$

Содержанием одних из главных составляющих микроорганизмов нормальной микрофлоры кишечника являются молочнокислые бактерии *Bifidobacterium* и *Lactobacillus*, которые у всех подопытных групп рыб находились в пределах физиологической нормы, с преобладанием первого над вторым. Так содержание бифидобактерий было на уровне  $<10^5 - 10^6$  КОЕ/мг, а лактобактерий -  $<10^3 - 10^5$  КОЕ/мг.

Таблица 32 – Анализ условно-патогенной флоры кишечника радужной форели, КОЕ/мг\*

Группа	Род микроорганизмов					
	Энтерококки (Enterococcus)	Клостридии (Clostridium)	Стафилококки ( <i>S. saprophyticus</i> , <i>S. epidermidis</i> )	Escherichia coli		
				типичные	лактозонегативные	гемолитические
контрольная	<10 <sup>3</sup>	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>3</sup>	<10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup>	-
1-опытная	<10 <sup>3</sup>	<10	<10 <sup>2</sup>	<10	10 <sup>2</sup>	-
2-опытная	<10 <sup>2</sup>	<10	<10 <sup>3</sup>	<1	<10 <sup>2</sup>	-
3-опытная	<10 <sup>2</sup>	<10	<10 <sup>2</sup>	<1	<10 <sup>2</sup>	-

\* Примечание: « - » - не обнаружено

Энтерококки и клостридии находились в пределах физиологической нормы, их содержание в кишечнике рыб подопытных групп не превышало отметки больше <10<sup>3</sup> КОЕ/мг и <10<sup>2</sup> КОЕ/мг соответственно.

*E. coli* типичные и лактозонегативные также находились в пределах допустимой нормы и были до 10<sup>2</sup> КОЕ/мг. Концентрация *E. coli* гемолитические в исследуемых образцах не обнаружено.

Содержание сапрофитных и эпидермальных стафилококков (*S. saprophyticus* и *S. epidermidis*) не превышало допустимых значений и находилось на уровне <1 КОЕ/мг.

В исследуемых образцах кишечного содержимого подопытной форели не было обнаружено золотистого стафилококка (*S. aureus*), возбудителей инфекционных заболеваний, неферментирующих микроорганизмов.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что ведение горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» положительно воздействовало на биоразнообразие микроорганизмов в составе микробиома кишечника радужной форели.

### 3.3.8 Пищевая и биологическая ценность мяса форели

Мясо форели является одним из самых ценных и питательных продуктов в пищевой промышленности. Аминокислотный состав этой рыбы делает ее идеальным источником белка и других необходимых питательных веществ.

Химический состав мяса рыб характеризуется содержанием в нем воды, жира, азотистых и минеральных веществ, а также витаминов (таблица 33).

Уровень сухого вещества в мышечной ткани радужной форели контрольной группы составил 27,65 %, 1-опытной – 27,87 %, что выше, чем в мясе контрольной группы на 0,22 %, 2-опытной группы – 27,93 %, что, в сравнении с контролем, выше на 0,28 %, и 3-опытной группы – 28,02 %, что выше, чем по сравнению с контрольными аналогами, на 0,37 %.

Таблица 33 – Химический состав мяса подопытной форели, % (M±m) (n=6)

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Влага	72,35±0,46	72,13±0,47	72,07±0,40	71,98±0,37
Сухое вещество	27,65±0,46	27,87±0,47	27,93±0,40	28,02±0,37
Белок	19,92±0,25	20,06±0,27	20,13±0,24	20,2±0,21
Жир	6,61±0,14	6,63±0,15	6,6±0,12	6,59±0,11
Неорганическое вещество	1,12±0,06	1,18±0,05	1,2±0,04	1,23±0,04

В 1-опытной группе форели количество белка в мышечной ткани составило 20,06 %, что выше, чем в контрольной группе рыб, на 0,14 %, во 2-опытной группе – 20,13 %, а это выше, чем в контрольной на 0,21 %. Белка в мясе 3-опытной группы радужной форели было 20,20 %, что выше, чем в контрольной группе на 0,28 %.

Содержание жира в мясе разных видов рыб колеблется в очень широких пределах – от 0,20 % до 31,00 %. От содержания жира в мясе рыбы существенно зависит не только ее энергетическая, но вкусовая ценность. В ходе нашего исследования были выявлены незначительные изменения уровня жира в мышечной ткани подопытной форели. Так, у контрольной группы рыб в мышечной ткани жир составил 6,61 %. В 1-опытной группе этот показатель был выше, чем в контрольной группе рыб на 0,02 % и составил 6,63 %. Во 2- и

3-опытной группах рыб количество жира в мясе было меньше по сравнению с контрольной группой на 0,01 % и 0,02 %.

При замене в комбикормах частично или полностью подсолнечного шрота на белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» также были отмечены изменения в содержании неорганического вещества в мышечной ткани подопытной форели. Данный показатель в мышечной ткани форели контрольной группы составил 1,12 %, 1-опытной – 1,18 %, 2-опытной – 1,20 %, и 3-опытной – 1,23 %. Уровень неорганического вещества в мышечной ткани 1-, 2- и 3-опытной групп форели был выше, чем в контрольной группе на 0,06 %, 0,08 % и на 0,11 % соответственно.

Далее нами был изучен аминокислотный состав белка мяса радужный форели (таблица 34). Известно, что в рыбе содержится достаточное количество незаменимых аминокислот, что делает данный вид продукта полноценным источником белка.

Таблица 34 – Аминокислотный состав мышечной ткани ( $M \pm m$ ) ( $n=6$ )

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Незаменимые аминокислоты				
Аргинин	1,373±0,030	1,381±0,018	1,416±0,014	1,425±0,009
Валин	0,999±0,041	1,044±0,054	1,066±0,031	1,153±0,025*
Гистидин	0,603±0,026	0,633±0,022	0,647±0,016	0,668±0,012
Изолейцин	0,901±0,045	0,920±0,036	0,940±0,019	0,945±0,011
Лейцин	1,662±0,024	1,709±0,016	1,722±0,008	1,780±0,023*
Лизин	1,895±0,016	1,946±0,038	1,950±0,018	2,120±0,021***
Метионин	0,643±0,041	0,647±0,025	0,683±0,032	0,744±0,036
Треонин	0,818±0,102	0,832±0,067	0,892±0,077	0,940±0,066
Триптофан	0,254±0,026	0,266±0,019	0,257±0,036	0,277±0,027
Фенилаланин	0,829±0,039	0,835±0,048	0,840±0,031	0,856±0,032
Всего	9,977	10,213	10,413	10,908
Заменимые аминокислоты				
Аланин	1,259±0,041	1,263±0,053	1,300±0,069	1,360±0,026
Аспарагиновая кислота	2,039±0,035	2,115±0,062	2,136±0,055	2,224±0,035**
Глицин	0,99±0,038	1,013±0,023	1,029±0,015	1,031±0,029
Глутаминовая кислота	2,854±0,035	2,881±0,046	2,947±0,049	3,025±0,055*

Пролин	0,722±0,049	0,745±0,063	0,747±0,035	0,804±0,031
Серин	0,942±0,042	0,997±0,027	1,004±0,062	1,015±0,048
Тирозин	0,705±0,044	0,718±0,025	0,719±0,054	0,734±0,032
Цистин	0,248±0,045	0,274±0,076	0,290±0,065	0,286±0,067
Итого	9,759	10,006	10,172	10,479
Всего	19,736	20,219	20,585	21,387
Индекс	0,98	0,98	0,98	0,96

Содержание аргинина в мясе рыб контрольной группы было на уровне 1,373 %, в 1-, 2- и 3-опытной группах соответственно 1,381 %, 1,416 % и 1,425 %, что выше, чем в контроле на 0,008 %, 0,043 % и 0,052 %. В мясе форели контрольной группы концентрация валина составила 0,999 %. В мышечной ткани рыб, получавших в составе рациона горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка», содержание валина было выше по сравнению с контрольными аналогами на 0,045 %, 0,067 % и 0,154 %. Уровень гистидина в мясе рыб опытных групп был выше, чем в контроле на 0,030 – 0,065 %. Содержание изолейцина и лейцина в мясе форели опытных групп было выше по сопоставлению с контрольными аналогами соответственно на 0,019 – 0,044 % и 0,047 – 0,118 %. Содержание лизина, метионина и триптофана в мясе форели, получавшей в составе комбикорма белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка», было выше в 1-, 2- и 3-опытной группах по сопоставлению с контрольной на 0,051 – 0,225 %, 0,004 – 0,101 % и 0,003-0,023 %. Содержание треонина в мышечной ткани рыб из контрольной группы составило 0,818 %, 1-опытной – 0,832 %, 2-опытной – 0,892 %, 3-опытной – 0,940 %, что было выше в сопоставлении с аналогами из контроля на 0,014 %, 0,074 % и 0,122 %. Фенилаланина в мышцах рыб опытных группах было больше по сравнению с контролем на 0,006-0,027 %.

Сумма незаменимых аминокислот в образцах мяса рыб опытных групп была выше, чем в контроле на 0,236-0,931 %, что говорит о повышении синтеза незаменимых аминокислот в организме форели, получавшей в составе комбикормов белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» (рисунок 18).

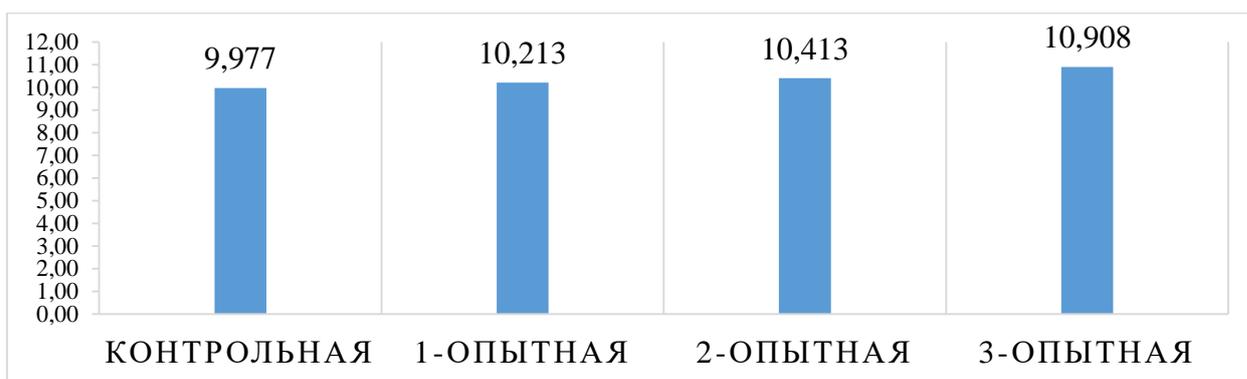


Рисунок 18 – Сумма незаменимых аминокислот в мышечной ткани радужной форели, %

В мышечной ткани радужной форели контрольной группы аланина содержалась 1,259 %. В 1-опытной группе данный показатель составил 1,263 %, что было больше по сравнению с контрольными аналогами на 0,004 %. Изучаемый показатель во 2-опытной группе был выше, чем в контроле на 0,041 % и находился на уровне 1,300 %. Наибольшее содержание аланина было отмечено в мясе форели 3-опытной группы – 1,360 %, что было выше, чем в контроле на 0,101 %.

Мясо радужной форели контрольной группы содержало 2,039 % аспарагиновой кислоты, 1-опытной – 2,115 %, 2-опытной – 2,136 % и 3-опытной – 2,224 %, разница между опытными и контрольным образцами составила 0,076 %, 0,097 % и 0,185 %.

В мышечной ткани рыб 1-, 2- и 3-опытной групп содержание глицина было выше, чем в контроле соответственно на 0,023 %, 0,039 % и 0,041 %.

Глутаминовой кислоты в мясе контрольной группы рыб содержалось 2,854 %. В 1-опытной группе форели глутаминовая кислота в мясе составила 2,881 % (больше, чем в контрольной группе, на 0,027 %), во 2-опытной группе – 2,947 % (больше, чем в контрольной группе, на 0,093 %), в 3-опытной группе – 3,025 % (выше, чем в контрольной группе, на 0,171 %).

В мясе рыб контрольной группы уровень пролина составил 0,722 %. В мясе 1-опытной группы рыб пролин составил 0,745 %, что выше, чем в мясе контрольной, на 0,023 %, во 2-опытной – 0,747 %, что выше, чем в контроле,

на 0,025 % и 3-опытной группе – 0,804 %, что выше, чем в мясе радужной форели контрольной группы, на 0,082 %.

В мясе контрольной группы серин составил 0,942 %, а в образцах мышечной ткани опытных рыб повышался на 0,055 %, 0,062 %, 0,073 %, и тем самым составил в 1-опытной группе – 0,997 %, во 2-опытной группе – 1,004 % и в 3-опытной группе – 1,015 %.

В мясе контрольной группы радужной форели тирозин находился на уровне 0,705 %. У 1-опытной группы рыб тирозин в мышцах был выше на 0,013 % и составил 0,718 %. В мясе 2-опытной группы рыб данная аминокислота была на уровне 0,719 %, что выше, чем в контрольной группе, на 0,014 %. И, наконец, тирозина в мышечной ткани 3-опытной группы рыб было выше, чем в контрольной группе форели на 0,029 % и данный показатель был на уровне 0,734 %.

В мясе контрольной группы форели цистина содержалось 0,248 %, а в 1-опытной группе 0,274 %, во 2-опытной группе – 0,290 % и в 3-опытной – 0,286 %. Так, в мышечной ткани 1-, 2- и 3-опытной групп рыб его количество было больше, чем в контрольной группе на 0,026 %, 0,042 % и 0,038 % соответственно.

В образцах мяса форели опытных групп содержание исследуемых заменимых аминокислот было выше, чем в контроле на 0,247-0,720 % (рисунок 19).

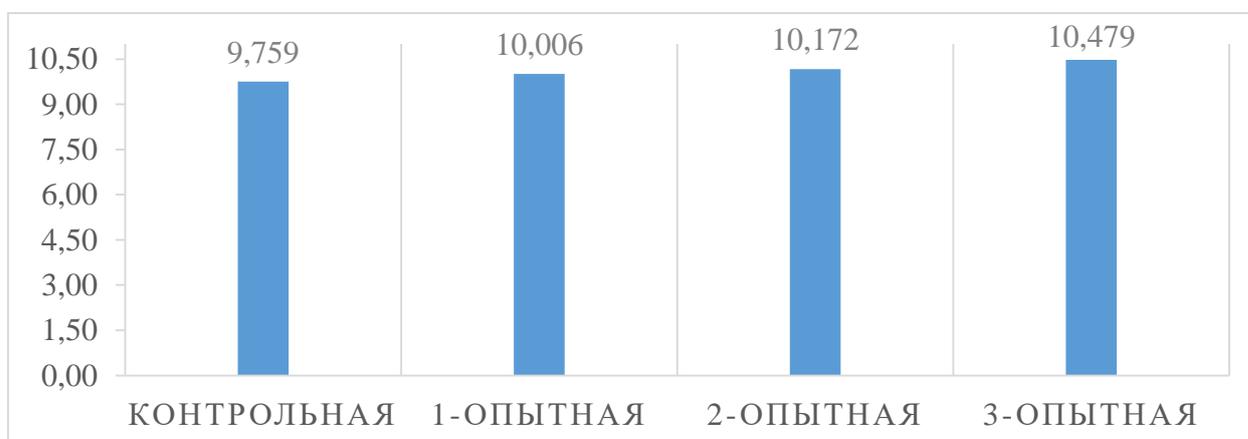


Рисунок 19 – Сумма заменимых аминокислот в мышечной ткани радужной форели, %

Сумма всех исследуемых аминокислот в мышечной ткани рыб из контрольной группы составила 19,736 %, в 1-опытной – 20,219 %, во 2-опытной – 20,585 %, в 3-опытной – 21,387 %, что выше, чем в контроле соответственно на 0,483 %, 0,849 %, 1,651 %.

В белке мяса форели контрольной и 1-, 2- и 3-опытной групп не было аминокислотного сора меньше 100 %, т.е. отсутствовали лимитирующие аминокислоты, что говорит о том, что белок мышечной ткани форели является полноценным (таблица 35).

Таблица 35 – Аминокислотный скор мяса форели, %

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Валин	125,38	130,11	132,39	142,70
Гистидин	189,19	197,22	200,88	206,68
Изолейцин	150,77	152,87	155,65	155,94
Лейцин	136,78	139,66	140,24	144,46
Лизин	198,19	202,10	201,81	218,65
Треонин	164,26	165,90	177,25	186,14
Триптофан	193,20	200,91	193,44	207,77

Мясо радужной форели 1-, 2- и 3-опытных групп имело лучший аминокислотный скор по сопоставлению с контрольными аналогами: валин – на 4,73 – 17,32 %, гистидин – на 8,03 – 17,49 %, изолейцин – на 2,10 – 5,17 %, лейцин – на 2,89 – 7,68 %, лизин – на 3,91 – 20,46 %, треонин – на 1,65 – 21,88 %, триптофан – на 0,24 – 14,57 %.

Рассчитанный КРАС говорит о том, что меньшие различия в составе аминокислот мяса отмечались в опытных группах форели по сопоставлению с аналогами из контроля, что в результате привело к повышению биологической ценности: так, в 1-опытной (60,28 %) на 0,30 %, во 2-опытной (60,72 %) – на 0,74 % и в 3-опытной (62,36 %) – на 1,64 % (рисунок 20).

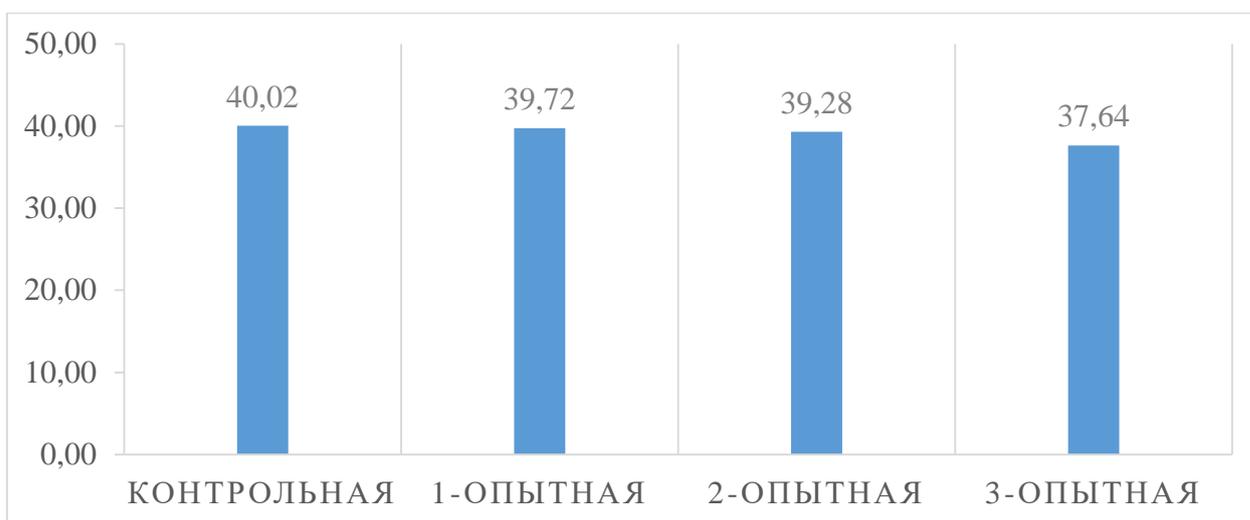


Рисунок 20 – Коэффициент различия аминокислотного состава

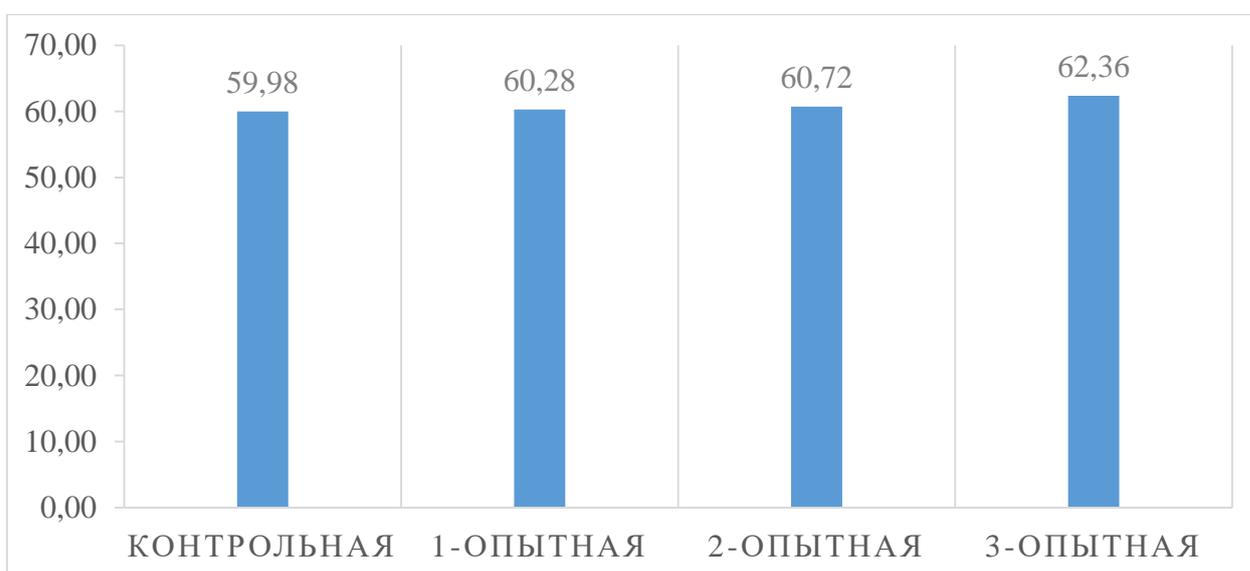


Рисунок 21 – Биологическая ценность белка мяса радужной форели, %

Таким образом, мясо рыб, получавших в составе комбикормов белоксодержащий кормовой концентрат «Горlinka», имело более сбалансированный аминокислотный состав.

Минеральный и витаминный состав мяса форели приведен в таблицах 36-37.

Таблица 36 – Минеральный состав мяса форели

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Na, мг	28,40	31,09	32,13	33,17
Mg, мг	13,70	14,48	15,24	15,16

Р, мг	175,56	176,72	178,74	180,18
К, мг	313,21	316,03	315,6	316,87
Са, мг	21,49	22,16	22,95	23,36
Fe, мг	1,06	1,11	1,12	1,15
Сu, мкг	102,95	105,18	105,05	106,14
Zn, мкг	628,11	628,23	628,85	629,16
Mn, мкг	692,12	695,39	697,34	698,44

Содержание минеральных веществ в мясе рыб опытных групп было выше, чем в контроле: так, макроэлементов: Na – на 2,69 – 4,77 мг, Mg – на 0,78 – 1,54 мг, P – на 1,16 – 4,62 мг, K – на 2,39 – 3,66 мг, Ca – на 0,67 - 1,87 мг и микроэлементов: Fe – на 0,05-0,09 мг, Cu – на 2,10 - 3,19 мкг, Zn – на 0,12 - 1,05 мкг, Mn – на 3,27 - 6,32 мкг.

Таблица 37 – Содержание витаминов в мясе форели, мг/100 г

Витамин	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
А, мкг	0,53	0,57	0,64	0,67
В <sub>1</sub>	0,72	0,8	0,84	0,87
В <sub>2</sub>	0,11	0,11	0,13	0,15
В <sub>3</sub>	1,22	1,27	1,28	1,28
В <sub>5</sub>	2,74	2,81	2,84	2,9
В <sub>6</sub>	0,18	0,19	0,22	0,19

На 100 грамм мяса рыб 1-, 2- и 3-опытной групп по сравнению с контрольными аналогами превалировало содержание витаминов: А – на 0,04 мкг, 0,11 мкг, 0,14 мкг; В<sub>1</sub> – на 0,08 мг, 0,12 мг, 0,15 мг; В<sub>3</sub> – на 0,05 мг, 0,06 мг, 0,06 мг; В<sub>5</sub> – на 0,07 мг, 0,10 мг, 0,16 мг; В<sub>6</sub> – на 0,01 мг, 0,04 мг, 0,01 мг.

Содержание витамина В<sub>2</sub> в 100 г мяса рыб контрольной и 1-опытной групп было на одном уровне и составило 0,11 мг, а во 2- и 3- опытных группах было выше, чем в контроле соответственно на 0,02 мг и 0,04 мг.

Таким образом, введение в комбикорма белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» повышает питательную ценность мяса форели.

### 3.3.9 Органолептическая оценка мышечной ткани форели

Органолептические показатели являются завершающим этапом при оценке качества продукции (таблица 38).

Варёное мясо форели имело приятный запах и вкус, обладало сочной и волокнистой консистенцией. Общая оценка мяса во всех подопытных группах рыбы была высокой – от 23,6 до 24,4 баллов.

Бульон форели был прозрачный (4,6 – 4,8 балла), без осадков, имел натуральный аромат (4,4 – 4,8 балла), цвет (4,6 – 4,8 балла) и вкус (4,8 – 5,0 балла).

Общая оценка бульона в опытных образцах была выше, чем в контрольном: так, в 1-опытной – на 0,4 балла, во 2-опытной – на 0,6 балла, а в 3-опытной – на 1,0 балл.

Таблица 38 – Органолептическая оценка мышечной ткани форели, балл

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
<b>Вареное мясо</b>				
Цвет	4,6	4,6	4,8	4,8
Вкус	5,0	5,0	4,8	5,0
Сочность	4,8	4,8	4,8	4,8
Волокнистость	4,6	4,8	5,0	4,8
Аромат	4,6	4,6	4,8	4,8
Общая оценка	23,6	23,8	24,2	24,2
<b>Рыбный бульон</b>				
Цвет	4,6	4,8	4,8	5,0
Запах	4,6	4,8	4,8	5,0
Вкус	5,0	5,0	4,8	4,8
Аромат	4,6	4,4	4,8	4,8
Наваристость	4,8	4,8	4,8	4,8
Прозрачность	4,6	4,8	4,8	4,8
Общая оценка	28,2	28,6	28,8	29,2

Анализ полученных результатов констатировал факт того, что введение белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в комбикорма для

форели оказывает положительное влияние на органолептические свойства продукции (филе и бульон).

### 3.3.10 Экономический эффект от использования белоксодержащего концентрата «Горлинка» в кормлении форели

Получение высококачественной рыбной продукции с минимальными сроками выращивания рыбы и экономическими затратами является главной задачей в аквакультуре. Наряду с увеличением стоимости сырья, находить замену основным кормовым компонентам становится как никогда актуально.

В связи с этим нами было дано экономическое обоснование выращивания форели на испытываемых комбикормах, результаты которого приведены в таблице 39.

Таблица 39 – Экономическое обоснование выращивания взрослой форели

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Ихтиомасса, кг				
в начале опыта	120,31	120,41	120,31	120,42
в конце опыта	252,70	268,19	269,35	276,64
Общий прирост ихтиомассы, кг	132,39	147,78	149,04	156,22
Стоимость скормленного комбикорма, руб.	18 088,00	18 074,40	18 067,60	18 060,80
Производственные затраты, руб.	147 388,00	147 374,40	147 367,60	147 360,80
Выручка от реализации рыбы, руб.	204685,32	217232,67	218175,12	224075,35
Прибыль, руб.	57297,32	69858,27	70807,52	76714,55
Уровень рентабельности %	38,88	47,40	48,05	52,06

Общий прирост ихтиомассы в группах радужной форели, получавших разные проценты ввода горчичного белоксодержащего кормового

концентрата «Горлинка» в составе комбикормов, был выше, чем в контроле на 15,49 кг, 16,65 и 23,94 кг.

Производственные затраты за период выращивания рыбы в контрольной группе находились на уровне 147 388,00 рублей, в 1-опытной группе – 147 374,40 рублей, во 2- опытной – 147 367,60 рублей, в 3-опытной – 147 360,80 рублей.

Выручка от реализации рыбы в контрольной группе составила 204 685,32 рублей, в 1-, 2- и 3- опытной соответственно 217 232,67 рублей, 218 175,12 рублей и 224 075,35 рублей. Разница в пользу опытных групп была от 12 547,35 рублей до 19 390,04 рублей.

Дополнительная прибыль в 1-, 2- и 3-опытных группах радужной форели составила 12 560,95 рублей, 13 510,20 рублей и 19 417,24 рублей.

Уровень рентабельности в 1-опытной группе составил 47,40 %, во 2-опытной – 48,05 %, в 3-опытной – 52,06 %, что было выше, чем в контроле соответственно на 8,53 %, 9,17 %, 13,78 %.

Таким образом, введение горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в состав комбикормов для радужной форели ведет к повышению экономического эффекта.

#### 4 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ АПРОБАЦИЯ

Производственную проверку проводили на взрослой форели. Условия кормления и содержания форели были идентичны второму научно-хозяйственному опыту. В каждом варианте кормления было по 400 особей. Рыбу в группы формировали методом аналогов. Продолжительность апробации составила 292 дня. Схема производственного опыта приведена в таблице 40.

Таблица 40 – Схема производственной апробации

Вариант кормления	Условия кормления	
	Двухлеток и двухгодовиков	Трехгодовиков

базовый	Основной рацион (ОР с 15,00 % подсолнечного шрота)	Основной рацион (ОР с 20,00 % подсолнечного шрота)
новый	ОР с 15,00 % концентрата «Горлинка»	ОР с 20,00 % концентрата «Горлинка»

Рыбе базового варианта кормления скармливали комбикорма с подсолнечным шротом (15,00 % для двухлеток и двухгодовиков и 20,00 % – трёхлеток). Радужная форель нового варианта кормления получала комбикорм, в котором шрот заменяли на белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка».

В таблице 41 приведены обобщённые по группам результаты рыбоводной продукции.

Таблица 41 – Рыбоводные показатели выращивания радужной форели

Показатель	Вариант кормления	
	базовый	новый
Количество форели в начале опыта, гол.	400	400
Количество форели в конце опыта, гол.	382	387
Сохранность, %	95,5	96,75
Живая масса в начале опыта, г	1200,87	1197,31
Живая масса в конце опыта, г	2627,11	2845,07
Ихтиомасса в начале опыта, кг	480,35	478,92
Ихтиомасса, в конце опыта, кг	1003,56	1101,04
Общий прирост ихтиомассы, кг	523,21	622,12
Кормовой коэффициент, кг	1,02	0,86

Сохранность рыб в новом варианте кормления была выше, чем в контроле на 1,25 %. В конце апробации живая масса радужной форели в новом варианте кормления составила 2845,07 г и была выше, чем в базовом на 217,96 г или 8,30 %. Общий прирост ихтиомассы в базовом варианте кормления составил 523,21 кг, а в новом – 622,12 кг, что было выше базового на 98,91 кг или 118,90 %. Кормовой коэффициент в базовом варианте кормления радужной форели составил 1,02 кг, а в новом был меньше и составил 0,86 кг.

Оценка экономической эффективности выращивания радужной форели

приведена в таблице 42.

Таблица 42 – Экономическое обоснование выращивания форели

Показатель	Вариант кормления	
	Базовый	Новый
Стоимость скормленного комбикорма, руб.	72198,00	72039,59
Производственные затраты, руб.	594198,00	594039,59
Выручка от реализации рыбы, руб.	817898,16	897349,30
Прибыль, руб.	223700,16	303309,71
Уровень рентабельности %	37,65	51,06

Выручка от реализации форели в новом варианте кормления составила 897 349,30 рублей, что было выше, чем в базовом варианте на 79 451,15 рублей.

За счёт использования высокобелкового горчичного концентрата «Горлинка» удалось снизить себестоимость одного килограмма форели с 592,09 рублей до 539,52 рублей.

В новом варианте кормления рыб дополнительная прибыль по группе составила 79 609,55 рублей, что в расчёте на тысячу особей составила 199 023,88 рублей.

Уровень рентабельности в базовом варианте составил 37,65 %, а в новом был выше на 13,41 %.

Результаты, полученные в ходе производственной проверки, подтвердили данные, полученные в ходе второго научно-хозяйственного опыта.

Таким образом, введение высокобелкового горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в комбикорма для радужной форели ведёт к повышению эффективности производства рыбной продукции в форелевых хозяйствах.

## **5 ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Рыбоводство способствует развитию сельских территорий, создает

рабочие места, содействует экономическому развитию регионов и способствует сохранению биоразнообразия водных экосистем, а также играет важную роль в сбалансированном использовании природных ресурсов и охране окружающей среды.

Рыбоводство имеет большое значение в народном хозяйстве, так как обеспечивает население высококачественными и полезными продуктами питания, богатыми белком и незаменимыми жирными кислотами.

Рыбное филе играет значительную роль в питании человека благодаря своему богатому содержанию белка, жирных кислот Омега-3, витаминов и минералов. Белок, содержащийся в рыбе, необходим для роста и развития организма, поддержания мышц и костей. Жирные кислоты Омега-3 способствуют здоровью сердечно-сосудистой системы, улучшению мозговой деятельности и профилактике депрессии. Витамины и минералы, такие как витамин D, кальций и железо, помогают поддерживать иммунитет, здоровье костей и гемоглобина. Поэтому включение рыбного филе в рацион питания способствует общему укреплению организма и поддержанию здоровья.

Полноценное кормление рыб в хозяйстве подразумевает предоставление им всех необходимых питательных веществ и витаминов для их здоровья и хорошего роста. Это включает в себя разнообразие качественных кормов как сухих, так и живых, а также учет потребностей конкретного вида рыб и их пищевых привычек. Полноценное кормление также предполагает правильное питание в соответствии с возрастом, размером и активностью рыб, что поможет им оставаться здоровыми и активными.

Установлено, что в живых организмах важную роль играют белки, ведь именно они являются строительным материалом для клеток, они входят в состав ферментов и служат источником для поддержания жизненно важных процессов, таких как размножение, рост, развитие и продуктивность [121].

Недостаток кормового белка в рационах объектов аквакультуры является достаточно актуальной проблемой, поскольку способен сдерживать реализацию генетического потенциала рыб, поэтому страны с достаточно

развитой аквакультурой активно используют свой научный потенциал в поиске путей повышения его эффективности за счёт использования альтернативных источников протеина [84].

Исследования в области кормления гидробионтов показывают, что использование альтернативных кормов может значительно улучшить их рост и здоровье. Традиционные корма, такие как рыбная мука и соя, могут быть заменены на более экологически чистые и эффективные альтернативы, такие как белковые концентраты растительного происхождения. Эти корма богаты белком, аминокислотами и другими питательными веществами, необходимыми для здорового развития рыбы. При использовании альтернативных кормов также можно снизить экологическую нагрузку на окружающую среду и сократить затраты на производство корма. Таким образом, использование альтернативных кормов в кормлении радужной форели может быть выгодным и эффективным решением для аквакультурного производства, а также одним из доступных путей улучшения кормовой базы для объектов аквакультуры.

Поэтому целью наших исследований явилось повышение продуктивности радужной форели, за счет применения в комбикормах альтернативного кормового источника – белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка».

Исследования на радужной форели породы «Адлер» проводились с 2019 г. по 2024 г. в условиях рыбоводного предприятия ИП Калмыкова И. О.

Проанализировав питательную ценность исследуемых кормовых компонентов – подсолнечного шрота и белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка», было выявлено превосходство второго над первым по следующим показателям: сырому протеину – на 0,8 %, сырому жиру – на 6,8 %, сырой золе – на 0,2 %, БЭВ – на 0,2 %, суммарное исследование аминокислот – на 1,46 %. Белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» отличался также большим содержанием исследуемых аминокислот, витаминов и минеральных веществ в подсолнечном шроте. Полученные нами

данные химического состава, традиционно используемого и альтернативного ингредиента, согласуются с данными С. И. Николаева, А. К. Карапетян, С. В. Чехрановой, Е. В. Землянова, А. В. Никищенко и др.

Интенсивность роста радужной форели, главным образом зависит от состава и сбалансированности комбикорма. Разработанные нами рецепты испытываемых комбикормов для радужной форели разных возрастных групп по питательной ценности практически не отличались и соответствовали нормам кормления, полностью удовлетворяя суточную потребность радужной форели в обменной энергии, питательных веществах, витаминах, макро- и микроэлементах.

Далее была дана оценка некоторым важным физико-механическим качествам разработанных нами комбикормов. Так, в ходе исследований было выявлено, что органолептические свойства комбикормов (цвет и запах), размер гранул, разбухаемость и насыпная плотность соответствовали предъявленным требованиям к качеству комбикормов для форели. Однако, гранулы комбикормов, в которые был включен белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка», по сравнению с контрольным комбикормом (в состав которого входил подсолнечный шрот) характеризовались более устойчивой тенденцией к сохранению питательных веществ и медленнее погружались в толщу воды.

Первый научно-хозяйственный опыт был проведен на сеголетках и годовиках форели в течение 667 дней.

Сохранность поголовья рыб в контрольной и 1-опытной была на одном уровне и составила 91 %, а во 2- и 3-опытной – 92 % и 93 %, что выше, чем в контроле на 1 % и 2 % соответственно.

В ходе опыта нами было отмечено повышение живой массы радужной форели опытных групп по сравнению с контрольными аналогами: в 1-опытной – на 29,63 г, во 2-опытной группе – на 49,12 г и в 3-опытной – на 72,55 г. За период проведения опыта общий прирост живой массы рыбы составил в 1-, 2- и 3-опытной группах соответственно 1077,39 г, 1096,94 г и 1120,39 г, что

выше, чем в контрольной группе на 2,83 %, 4,69 % и 6,93 %.

Кормовой коэффициент является одним из ключевых показателей в рыбоводстве. Он отражает соотношение между затратами на комбикорм и полученным приростом живой массы. Чем ниже кормовой коэффициент, тем более эффективно используются ресурсы и выше прибыльность производства. Кормовой коэффициент в контрольной группе рыб составил 0,94, а в опытных был ниже на 3,19 %, 6,38 % и 8,51 %.

Полноценность кормления можно отследить по биохимическим и морфологическим показателям, таким как содержание эритроцитов, лейкоцитов, общего белка и его фракциям. Поскольку они могут выявить наличие изменения белкового, углеводного и минерального обменов на ранних стадиях развития [124].

Скармливание радужной форели 1-, 2- и 3-опытных групп комбикормов с белоксодержащим кормовым концентратом «Горлинка» сопровождалось повышением морфологических показателей крови: эритроцитов – на  $0,02 \cdot 10^{12}/л$  (1,69 %),  $0,05 \cdot 10^{12}/л$  (4,24 %) и  $0,07 \cdot 10^{12}/л$  (5,93 %), гематокрита – на 0,26 %, 1,06 % и 2,19 %, гемоглобина – на 1,79 г/л (3,55 %), 2,37 г/л (4,70 %) и 3,19 г/л (6,32 %), и биохимических: общего белка – на 0,48 – 2,40 г/л и щелочной фосфатазы – на 0,41 ед/л (0,80 %), 0,52 ед/л (1,02 %) и 0,79 ед/л (1,54 %). При этом было отмечено снижение исследуемых гематологических показателей у рыб из опытных групп по сравнению с контрольными аналогами: так, лейкоцитов на  $0,29 \cdot 10^6/л$  (1,11 %),  $0,75 \cdot 10^6/л$  (2,87 %) и  $0,99 \cdot 10^6/л$  (3,79 %), тромбоцитов – на  $1,50 \cdot 10^9/л$  (2,56 %),  $3,01 \cdot 10^9/л$  (5,13 %) и  $4,42 \cdot 10^9/л$  (7,53 %), глюкозы – на 0,07 ммоль/л (1,06 %), 0,27 ммоль/л (4,10 %) и 0,41 ммоль/л (6,22 %), триглицеридов – на 1,06 мг/дл (0,38 %), 3,43 мг/дл (1,22 %) и 4,66 мг/дл (1,66 %), холестерина – на 2,04 мг/дл (0,81 %), 2,54 мг/дл (1,01 %) и 7,89 мг/дл (3,13 %), мочевины – на 0,23 ммоль/л (0,90 %), 0,91 ммоль/л (3,55 %), и 1,75 ммоль/л (6,82 %).

Таким образом, в обмене веществ не наблюдалось отклонений от установленных физиологических норм для радужной форели, что

свидетельствует об отсутствии отрицательного влияния на состояние здоровья испытуемых особей и о полноценности их кормления.

Полученные результаты абсолютного и среднесуточного прироста живой массы являются лишь косвенным показателем мясной продуктивности, окончательная их оценка производится после убоя особей и атомической разделки тушек радужной форели.

При оценке полученных результатов товарных качеств радужной форели выявлено, что рыба, получавшая в составе рациона горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка», отличалась более высоким убойным выходом тушки и выходом мышечной массы по соотношению с контрольными аналогами соответственно на 1,30 – 1,47 % и 0,78 – 1,43 %. Выявлено достоверное повышение содержания съедобных частей тела по отношению к несъедобным, в сторону опытных групп. Так, содержание съедобных частей у рыб из 1-, 2- и 3-опытных групп было выше, чем в контрольной на 27,23 г или 0,82 %, 43,00 или 1,15 % и 61,55 г или 1,34 % соответственно.

Не было выявлено патологических изменений во внутренних органах рыб всех подопытных групп при гистологической оценке.

Пищевая ценность качественной продукции мяса радужной форели характеризуется его аминокислотным составом [112].

На основании проведенного прогнозируемого опыта по скармливанию белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в рецептуре комбикормов опытных групп поспособствовало увеличению содержания аминокислот в мясе. Химический и аминокислотный составы мяса форели в опытных группах были выше, чем в контроле: так, содержание белка было выше на 0,13 – 0,41 %, а неорганического вещества – на 0,04 – 0,12 %, суммы исследуемых аминокислот на 0,302-1,421 %. Биологическая ценность белка мяса радужной форели 1-, 2- и 3-опытных групп была выше, чем у контрольных аналогов на 0,17 % и 0,49 % и 1,20 %.

Одной из важных оценок качества получаемого мяса является его

дегустационная оценка: так, введение в комбикорма исследуемого белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» положительно отразилось на органолептических показателях мышечной ткани форели (цвет, вкус, сочность, волокнистость, аромат) и бульона (цвет, запах, вкус, аромат, наваристость) [17].

Снижение стоимости комбикормов является одним из ключевых факторов в получении конкурентоспособной продукции. За счет несколько меньшей стоимости белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» по сопоставлению с подсолнечным шротом наблюдалось снижение стоимости затраченных комбикормов на 8,90 – 17,80 рублей.

Дополнительная прибыль повышалась в опытных группах рыб по мере увеличения в комбикормах белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в 1-опытной – на 1842,40 рублей, во 2-опытной – 1974,75 рублей и 3-опытной – 2250,42 рублей. На основании этого уровень рентабельности в 1-, 2- и 3-опытных группах был несколько выше, чем в контроле на 3,73 %, 4,00 %, 4,55 %.

Для проведения второго научно-хозяйственного опыта были отобраны двухлетки радужной форели.

Выживаемость форели в 3-опытной группе была выше, чем в контроле на 1 %. Данный показатель в контрольной, 1-опытной и 2-опытной находился на одном уровне и составил 96 %.

Живая масса форели 1-, 2- и 3-опытных групп в конце опыта была в пределах от 2793,63 г до 2851,92 г, что выше, чем в контроле на 161,36 г, 173,48 г и 219,65 г. За период опыта общий прирост рыбы опытных групп был выше, чем в контроле на 11,22 %, 12,13 % и 15,29 %.

Для оптимизации кормления рыб необходимо постоянно контролировать и корректировать кормовой коэффициент на основе анализа производственных данных и индивидуальных потребностей каждого вида рыбы. Введение инновационных методов кормления, использование

современных кормов и технологий способствует повышению эффективности процесса производства и увеличению его конкурентоспособности на рынке.

Кормовой коэффициент в опытных группах радужной форели был ниже, чем у контрольных аналогов на 0,11, 0,12 и 0,16.

Особь радужной форели опытных групп, получавшие в составе рациона горчичный белоксодержащий концентрат «Горлинка», отличались более высоким убойным выходом тушки и выходом мышечной массы по сравнению с контрольными аналогами соответственно на 0,07 – 0,13 % и 0,18 – 0,37 %.

Содержание съедобных частей у рыб из 1-, 2- и 3-опытных групп было выше, чем в контрольной на 106,32 г или 0,10 %, 114,40 или 0,15 % и 145,77 г или 0,20 % соответственно.

Гистологические срезы некоторых внутренних органов были в пределах нормы у рыб контрольной и опытных групп.

Микробиом кишечника рыб наиболее чувствителен к скармливаемому комбикорму, он играет важную роль в метаболизме питательных веществ и поддержании здоровья особей [142].

Наше исследование показало, что частичное или полное включение в опытные комбикорма исследуемого горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» способно повлиять на микробное сообщество кишечника радужной форели, однако полученные результаты не отражают значительных изменений в составе количественных микроорганизмов.

Исследуемые гематологические показатели радужной форели находились в диапазоне физиологических норм, однако некоторые изменения в крови особей опытных групп свидетельствуют о более интенсивно протекающих обменных процессах в их организме. Так, скармливание радужной форели 1-, 2- и 3-опытных групп комбикормов с белоксодержащим кормовым концентратом «Горлинка» сопровождалось повышением морфологических показателей крови: эритроцитов – на 0,03  $10^{12}/л$  (2,46 %), 0,02  $10^{12}/л$  (1,64 %) и 0,05  $10^{12}/л$  (4,10 %), гематокрита – на 0,37 %, 0,79 % и 1,65 %, гемоглобина –

на 0,29 г/л (0,50 %), 0,79 г/л (1,36 %) и 1,43 г/л (2,46 %) и биохимических: общего белка – на 0,47 г/л (0,64 %), 0,55 г/л (0,75 %) и 1,22 г/л (1,66 %) и щелочной фосфатазы – на 0,51 ед/л (0,97 %), 0,84 ед/л (1,59 %) и 1,37 ед/л (2,60 %). При этом было отмечено снижение исследуемых гематологических показателей у рыб из опытных групп по сравнению с контрольными аналогами: так, лейкоцитов – на 0,17  $10^6$ /л (0,63 %), 0,44  $10^6$ /л (1,63 %) и 1,05  $10^6$ /л (3,90 %), тромбоцитов – на 0,82  $10^9$ /л (1,42 %), 0,97  $10^9$ /л (1,68 %) и 3,43  $10^9$ /л (5,93 %), глюкозы – на 0,41 ммоль/л (5,96 %), 0,76 ммоль/л (11,05 %), 1,02 ммоль/л (14,83 %), триглицеридов – на 0,94 мг/дл (0,33 %), 2,26 мг/дл (0,79 %) и 5,45 мг/дл (1,53 %), холестерина – на 1,92 мг/дл (0,76 %), 2,26 мг/дл (0,90 %) и 5,45 мг/дл (2,17 %), мочевины – на 0,33 мг/дл (1,27 %), 1,15 мг/дл (4,41 %), и 2,40 мг/дл (9,20 %).

Химический и аминокислотный составы мяса форели в опытных группах были выше, чем в контроле: так, содержание белка было выше на 0,14 - 0,28 %, а неорганического вещества – на 0,06 – 0,11 %, суммы исследуемых аминокислот – на 0,483 – 1,651 %.

Биологическая ценность белка мяса радужной форели 1-, 2- и 3-опытных групп была выше, чем у контрольных аналогов на 0,30 % и 0,74 % и 2,38 %.

Использование в комбикормах исследуемого горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» оказало положительное влияние на органолептические показатели мяса и бульона.

Как показали результаты исследований, использование белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» решает проблемы высокой стоимости комбикормов за счёт снижения затрат на производственные нужды на 13,60 – 27,20 рублей.

Предложенные варианты кормления в 1-, 2- и 3-опытных группах радужной форели, с введением в его рецептуру белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка», способствуют увеличению уровня доходности предприятия на 8,52 %, 9,17 % и 13,18 % соответственно.

В качестве завершающего этапа исследований была проведена производственная апробация. Проведенная проверка подтвердила результаты, полученные в ходе второго научно-хозяйственного опыта. Так, за счет снижения себестоимости комбикорма в новом варианте кормления, удалось достичь снижения стоимости одного килограмма форели на 52,57 рубля и повышения уровня рентабельности на 13,41 %.

Итоговый результат внедрения в рецептуру комбикормов частично или полностью взамен подсолнечного шрота альтернативного кормового источника – белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» – положительное влияние на скорость роста, рыбоводные показатели особей и улучшению товарных качеств полученной продукции, что поспособствовало увеличению уровня рентабельности. Наибольшая эффективность выращивания радужной форели отмечена при полной замене (100 %) подсолнечного шрота горчичным белоксодержащим кормовым концентратом «Горлинка».

Результаты, полученные в ходе проведенных опытов, вносят огромный вклад в перспективность использования в рецептуре комбикормов альтернативных источников растительного белка, а именно белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка», что позволит повысить эффективность производства рыбной продукции.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ и обобщение результатов, полученных при проведении двух научно-хозяйственных опытов по изучению влияния белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в составе комбикормов на продуктивные качества радужной форели, позволяют сделать следующие выводы:

1. Полученные результаты химического и аминокислотного составов подсолнечного шрота и белоксодержащего горчичного концентрата «Горлинка» свидетельствуют о превосходстве второго по сухому веществу – на 2,60 %, сырому протеину – на 0,80 %, сырому жиру – на 6,80 %, сырой золе – на 0,20 %, БЭВ – на 0,20 %, исследуемым аминокислотам – на 1,46 %, витаминам – на 108,95 мг/кг, макроэлементам – на 0,61 % и микроэлементам – на 21,66 мг/кг.

2. Выявлено положительное влияние ввода белоксодержащего горчичного концентрата «Горлинка» в комбикорма на живую массу радужной форели опытных групп на 29,63 – 72,55 г (2,76 – 6,75 %) в первом научно-хозяйственном опыте и на 161,36 – 219,65 г (6,13 – 8,34 %) во втором научно-хозяйственном опыте. Сохранность особей радужной форели была высокой во всех подопытных группах и находилась в пределах от 91 – 93 % (в первом опыте) и 96 – 97 % (во втором опыте). Наблюдалось снижение кормового коэффициента в опытных группах форели по сопоставлению с контрольными аналогами на 0,03 – 0,12 и 0,11 – 0,16.

3. Морфологические и биохимические показатели крови подопытной радужной форели варьировали в пределах физиологической нормы, что говорит о нормальном протекании окислительно-восстановительных процессов. Тем не менее, включение белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в рацион молоди и взрослой форели опытных групп подействовало на рост некоторых показателей крови: эритроцитов – на 1,69 – 5,93 % и 2,46 – 4,10 %, гематокрита – на 0,26 – 2,19 % и 0,37 – 1,65 %, гемоглобина – на 0,03 – 0,12 и 0,11 – 0,16.

гемоглобина – на 3,55 – 6,32 % и 0,50 – 2,46 %, общего белка – на 0,65 – 3,27 % и 0,64 – 1,66 % по отношению к контрольной группе.

4. При исследовании содержимого кишечника взрослой радужной форели было выявлено, что в опытных группах, получавших частично или полностью белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» взамен подсолнечного шрота в комбикормах, по сравнению с аналогами из контроля, сохранилось преобладание представителей нормальной микрофлоры кишечника – *Bifidobacterium* и *Lactobacillus*, при этом условно-патогенная флора находилась в пределах физиологической нормы, а патогенная – отсутствовала.

5. Использование в кормлении радужной форели горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» положительно отразилось на повышении убойного выхода тушек на 1,30-1,47 % (в первом опыте) и 0,07-0,13 % (во втором опыте), выхода мускулатуры 25,56 – 59,48 г (0,78 – 1,43 %) и 101,31 - 140,82 г (0,18 - 0,37 %), съедобных частей тушки 27,23-61,55 г (0,82-1,34 %) соответственно.

Было отмечено улучшение питательности мышечной ткани молоди и взрослых особей радужной форели опытных групп в сравнении с контролем по содержанию сырого протеина на 0,13 – 0,41 % и 0,14 – 0,28 %, неорганических веществ 0,04 – 0,12 % и 0,06 – 0,11 %, исследуемых аминокислот на 0,302 – 1,421 % и 0,247 – 0,660 %, биологической ценности на 0,17 – 1,20 % и 0,30 – 1,64 % соответственно. Органолептическая оценка рыбного филе и бульона была несколько выше в опытных группах радужной форели, получавших белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» в сравнении с контрольными аналогами.

6. Размерно-весовые показатели внутренних органов молоди и взрослой форели варьировали в границах физиологической нормы и соответствовали возрастному периоду. При гистологическом исследовании не было обнаружено патологических изменений во внутренних органах радужной форели.

7. Установлено, что частичная или полная замена в комбикормах шрота подсолнечного на горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» привела к повышению уровня рентабельности в первом научно-хозяйственном опыте на 3,73 – 4,55 %, во втором – 8,53 – 13,78 %.

Производственная апробация подтвердила результаты, полученные в ходе второго научно-хозяйственного опыта.

### **ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ**

С целью повышения рыбопродуктивности форели, рекомендуем вводить в комбикорм белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» в следующем количестве: для сеголеток и годовиков – 10,00 %, двухлеток и двухгодовиков – 15,00 % и трёхлеток – 20,00 %.

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО ИССЛЕДОВАНИЯ**

Результаты проведенных исследований подтверждают возможность дальнейшего изучения использования горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в кормлении других видов сельскохозяйственных животных, птицы и объектов аквакультуры.

## Список использованной литературы

1. Атнагулова, Р. Р. Особенности кормления рыб при выращивании в УЗВ / Р. Р. Атнагулова // Точная наука. – 2019. – № 40. – С. 9-10. – EDN UUBYOI.
2. Балдин, Д. П. Влияние минеральных веществ водоемов и кормов на химический состав рыб / Д. П. Балдин, И. В. Грехова // Достижения молодежной науки для агропромышленного комплекса: сборник трудов LVII научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, Тюмень, 27 февраля – 03 марта 2023 года. Часть 8. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2023. – С. 116-120. – EDN NCWRFQ.
3. Баканева, Ю. М. Минеральное питание осетровых рыб / Ю. М. Баканева, Н. М. Баканев, Ю. В. Федоровых // Вестник Государственной полярной академии. – 2014. – № 1(18). – С. 17-18. – EDN TNVCJZ.
4. Батракова, Ю. М. Влияние белковой кормовой добавки на рыбопродуктивность русского осетра / Ю. М. Батракова // Материалы XXIV региональной конференции молодых исследователей Волгоградской области, Волгоград, 05 декабря 2019 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2020. – С. 88-90.
5. Батракова, Ю. М. Высокоэффективная кормовая добавка в кормлении рыб / Ю. М. Батракова // Наука и молодёжь: новые идеи и решения: материалы XIV Международной научно-практической конференции молодых исследователей, Волгоград, 18–20 марта 2020 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2020. – С. 303-305.
6. Батракова, Ю. М. Использование высокобелкового концентрата в комбикормах для русского осетра / Ю. М. Батракова // Разработки и инновации молодых исследователей: материалы II Всероссийской научно-практической конференции молодых исследователей, Волгоград, 13–14 ноября 2018 года. –

Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2019. – С. 88-89.

7. Батракова, Ю. М. Разработка и использование полнорационных комбикормов для ценных пород рыб / Ю. М. Батракова, А. Э. Японцев // Оптимизация сельскохозяйственного землепользования и усиление экспортного потенциала АПК РФ на основе конвергентных технологий: материалы Международной научно-практической конференции, проведенной в рамках Международного научно-практического форума, посвященного 75-летию Победы в Великой отечественной войне 1941-1945 гг., Волгоград, 29–31 января 2020 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2020. – С. 291-296.

8. Бахарева, А. А. Применение продуктов глубокой переработки крабов для профилактики деформации осевого скелета у осетровых рыб / А. А. Бахарева, Ю. Н. Грозеску, Ю. В. Сергеева // 62-я Международная научная конференция Астраханского государственного технического университета: материалы конференции, Астрахань, 23–27 апреля 2018 года. – Астрахань: Астраханский государственный технический университет, 2018. – С. 218. – EDN XZFOHB.

9. Белковый концентрат взамен рыбной муки в кормах для осетровых / А. Ставцев, Ю. Батракова, Е. Уланов [и др.] // Комбикорма. – 2022. – № 3. – С. 41-42. – DOI 10.25741/2413-287X-2022-03-3-169. – EDN MGYGBL.

10. Белковый концентрат на основе люпина в кормлении тилляпии / Н. Буряков, Ю. Есавкин, А. Петров [и др.] // Комбикорма. – 2022. – № 4. – С. 37-39. – DOI 10.25741/2413-287X-2022-04-3-173. – EDN KDSYWZ.

11. Биологическая эффективность предкуколок *Hermetia illucens* в рационе молоди мозамбикской тилляпии / Н.А. Ушакова, С.В. Пономарев, Ю.В. Федоров, О.А. Левина, А.В. Котельников, С.В. Котельникова, А.И. Бастраков, А.А. Козлова, Д.С. Павлов // *Biology Bulletin*: – 2018. – Т. 45. – С. 382-387.

12. Буряков, Н. О сбалансированности рационов для молочного скота / Н. Буряков, И. Хардик // Комбикорма. – 2021. – № 3. – С. 42-46. – DOI 10.25741/2413-287X-2021-03-3-135. – EDN PRQOMP.

13. Васильев, А. А. Зерно сорго при выращивании карпа / А.А. Васильев, Г.А. Хандожко, Т. В. Грядкина // Шестой Саратовский салон изобретений, инноваций и инвестиций: в 2 ч. — Саратов: Саратовский ГАУ, 2011. – Ч. 2. – С. 41.

14. Васильев, А.А. Перспективы использования личинок мух в кормлении рыб / А.А. Васильев, М.Ю. Кузнецов, Д.Н. Серебрянский // Рыбное хозяйство. – 2017. – №3. – С. 95.

15. Влияние горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» на молочную продуктивность коров / С. И. Николаев, В. Н. Струк, С. В. Чехранова, А. В. Никищенко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – № 4(48). – С. 205-212.

16. Влияние горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» на переваримость питательных веществ сельскохозяйственной птицы [Электронный ресурс] / С.И. Николаев, М.В. Струк, А.К. Карапетян, М.А. Шерстюгина, О.В. Корнеева, Д.В. Плешаков // АгроЭкоИнфо. – 2018. – №2. – Режим доступа: [http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2018/2/st\\_245.doc](http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2018/2/st_245.doc).

17. Влияние горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» на продуктивные качества птицы / С.И. Николаев, А.К. Карапетян, М.А. Шерстюгина, О.В. Корнеева, Д.В. Плешаков, М.В. Струк // АгроЭкоИнфо. – 2018, № 2. – [http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2018/2/st\\_245.doc](http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2018/2/st_245.doc).

18. Влияние кормовых добавок из молок рыб и глицерина на показатели продуктивности форели / Д. А. Юрин, Е. А. Максим, А. С. Скамарохова [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 6(195). – С. 118-124. – DOI 10.36718/1819-4036-2023-6-118-124. – EDN RGPPDH.

19. Влияние нетрадиционных кормов на качество мяса рыбы / Р. Х. Гадзаонов, И. И. Кцоева, А. Р. Габолаева, А. Р. Габеева // Достижения науки – сельскому хозяйству: материалы Всероссийской научно-практической конференции (заочной), Владикавказ, 02–03 октября 2017 года. – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2017. – Том I. Часть I. – С. 161-163. – EDN YPDKBC.
20. Влияние содержания уровня липидов в кормах на зимостойкость и физиологическое состояние сеголетков карпа / Н. Н. Гадлевская, М. Н. Тютюнова, С. М. Дегтярик [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – 2016. – № 32. – С. 86-95. – EDN XRFTIR.
21. Выращивание тилляпии на кормах с различным уровнем белкового концентрата «Агро-Матик» / Н.П. Буряков, Ю.И. Есавкин, А.С. Петров, И.И. Берестнев // АгроЗооТехника. – 2022. – Т. 5. – № 1. – С. 3-14.
22. Габеева, А. Р. Использование каньги для кормления карпа / А. Р. Габеева, Р. Х. Гадзаонов // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2018. – № 9(152). – С. 40-51. – EDN XZRTBV.
23. Гапонов, Н.В. Влияние люпина белого на продуктивность радужной форели / Н.В. Гапонов, С.М. Шляпников, Ю.П. Чугуев // Инновации и продовольственная безопасность. – 2023. – № 1(39). – С. 71-81.
24. Гапонов, Н. В. Использование белого люпина для улучшения продуктивности радужной форели / Н. В. Гапонов // Зоотехния. – 2023. – № 2. – С. 23-27. – DOI 10.25708/ZT.2023.95.24.006. – EDN VASNEP.
25. Горчичная шелуха без влаготепловой обработки в рационах КРС / Д. В. Парахневич, Т. Г. Русакова, С. Б. Долматов, Н. Г. Князев, М. М. Русакова, А. М. Лагутин, В. Б. Котенко // Комбикорма. – 2009. – № 8. – С. 59.
26. Грозеску, Ю. Н. Использование в рационах осетровых рыб нетрадиционного кормового сырья и биологически активных препаратов / Ю. Н. Грозеску, С. В. Пономарев // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2017. – № 2. – С. 3-20. – EDN XTCZGJ.

27. Гусева, Н. К. Использование отходов переработки облепихи для кормления рыб / Н. К. Гусева, Н. А. Васильева, В. В. Анганов // Актуальные вопросы современной научной деятельности : материалы Международной научно-практической конференции, Воронеж, 26 декабря 2017 года / Ответственный редактор А.А. Зарайский. – Воронеж: Общество с ограниченной ответственностью «Центр профессионального менеджмента «Академия Бизнеса», 2017. – С. 74-76. – EDN YNKFAУ.

28. Гусева, Н. К. Кормление байкальского омуля из отходов переработки облепихи / Н. К. Гусева, В. В. Анганов, Н. А. Васильева // Актуальные вопросы в науке и практике : сборник статей по материалам XIII Международной научно-практической конференции, Самара, 10 декабря 2018 года. – Самара: Общество с ограниченной ответственностью «Дендра», 2018. – Часть 1(4). – С. 212-215. – EDN ZKGTQH.

29. Гусева, Ю. А. Оптимизация кормления – одно из условий получения безопасной рыбной продукции/ Ю. А. Гусева // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2018 – № 4 (147). – С. 56-63.

30. Гусева, Ю. А. Оценка пищевой ценности карпа при выращивании в индустриальных условиях / Ю. А. Гусева, А. Н. Яковлев, А. В. Евтеев // Прорывные научные исследования как двигатель науки: сборник статей Международной научно-практической конференции (4 декабря 2018 г., г. Магнитогорск). В 3 ч. Ч. 3 / – Уфа: ОМЕГА САЙНС. – 2018. – С. 189-192.

31. Гусева, Ю. А. Эффективность действия препаратов «Абиопептид» и «Ферропептид» при выращивании ленского осетра в садках / Ю. А. Гусева, А. П. Коробов // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2014. – № 10. – С. 58-70.

32. Грядкина, Т. В. Инновационные способы выращивания карпа / Т.В. Грядкина, А.А. Васильев, Д.П. Кожущенко // Научное обеспечение АПК: материалы научно-практических конференций 2 специализированной агропромышленной выставки «САРАТОВ-АГРО. 2011» / ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2011. – С. 17-19.

33. Дементьев, Д. С. Использование кормовой добавки на основе продуктов пчеловодства «Винивет» в кормлении молоди стальноголового лосося / Д. С. Дементьев, М. Л. Калайда, А. В. Жигин // Главный зоотехник. – 2021. – № 9(218). – С. 19-27. – DOI 10.33920/sel-03-2109-03. – EDN XNQQMP.

34. Дышекова, В. Ф. Основы выращивания товарной рыбы с использованием нетрадиционных кормов / В. Ф. Дышекова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 12(126). – DOI 10.23670/IRJ.2022.126.125. – EDN IHFGXL.

35. Желтов, Ю. А. Кормление разновозрастных ценных видов рыб в фермерских рыбных хозяйствах / Ю. А. Желтов. – Киев: Фирма «ИНКОС», 2006. – 221 с.

36. Жиенбаева, С. Т. Использование нетрадиционного сырья в комбикормах для прудовых рыб [Электронный ресурс] / С. Т. Жиенбаева, А. М. Ермуканова // Современные научные исследования и разработки (Modern Research and Development): материалы Международной научно-технической конференции. – Нефтекамск, 2019. – 1-й оптический компакт-диск (CD-ROM). – С. 30-37.

37. Зенкович, П. А. Анализ рентабельности выращивания молоди сибирского осетра на искусственных кормах, обогащенных микробным белком (гаприном) и ВНЖК / П. А. Зенкович, М. А. Корентович, А. И. Литвиненко // Достижения молодежной науки для агропромышленного комплекса: сборник трудов LVII научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, Тюмень, 27 февраля – 03 марта 2023 года. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2023. – Часть 13. – С. 45-51. – EDN RQWTWW.

38. Зименс, Ю. Н. Альтернативные источники белка и их использование в рыбоводстве / Ю. Н. Зименс, Е. В. Орленко, О. Е. Вилутис // 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. 45-49. – EDN FOGYPK.

39. Зотеев, С. В. Переваримость и использование питательных веществ рациона телятами-молочниками при скармливании комбикормов-стартеров с рыжиковым жмыхом / С. В. Зотеев, Р. В. Некрасов, В. С. Зотеев // Инновационные достижения науки и техники АПК : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Самара, 28 февраля – 02 2023 года. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2023. – С. 418-423. – EDN YAEBWU.

40. Изучение влияния белкового концентрата на продуктивные качества молоди ленского осетра / А. Э. Ставцев, Ю. В. Сошкин, С. И. Николаев, Д. А. Ранделин // Развитие АПК на основе принципов рационального природопользования и применения конвергентных технологий : материалы Международной научно-практической конференции, проведенной в рамках Международного научно-практического форума, посвященного 75-летию образования Волгоградского государственного аграрного университета, Волгоград, 30 января – 01 февраля 2019 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2019. – С. 493-497. – EDN SZJOAR.

41. Изучение влияния кормовой добавки «Глинмол» и глицерина на показатели продуктивности лососевых рыб / Е. А. Максим, Д. А. Юрин, А. А. Данилова [и др.] // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. – 2023. – Т. 12, № 1. – С. 110-114. – DOI 10.48612/sbornik-2023-1-27. – EDN DQARDV.

42. Использование беззубки обыкновенной (*Anodonta cygnea* (Linne, 1758)) в качестве добавки к рыбному корму на примере африканского сома (*Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)) / А. Р. Курбанов, С. И. Ким, Н. О. Титова [и др.] // Рибогосподарська наука України. – 2021. – № 1(55). – С. 112-122. – DOI 10.15407/fsu2021.01.112. – EDN MSDDBQ.

43. Использование белковых концентратов в кормлении ценных пород рыб / А. К. Карапетян, А. А. Каширина, С. Ю. Лебедев, А. Э. Ставцев // Современные способы повышения продуктивных качеств сельскохозяйственных животных : сборник статей Международной научно-практической конференции, Саратов, 22 мая 2023 года. – Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, 2023. – С. 92-95. – EDN KXSRQJ.

44. Использование биомассы насекомых для выращивания радужной форели в аквакультуре (краткий обзор зарубежной литературы) / И. Г. Шайхиев, С. В. Свергузова, Ж. А. Сапронова [и др.] // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2021. – № 1. – С. 69-81. – DOI 10.24143/2073-5529-2021-1-69-81. – EDN RIFFNO.

45. Использование горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в рационах дойных коров / С. И. Николаев, В. Н. Струк, С.В. Чехранова [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 131. – С. 1638-1652.

46. Использование зерна сорго в кормлении карпа / А.А. Васильев, Т.В. Грядкина, А.Н. Попов, Д.И. Авдонин // Актуальные проблемы ветеринарной патологии, физиологии, биотехнологии и селекции животных: Материалы конференции посвящены 80-летию доктора ветеринарных наук, профессора, заслуженного деятеля наук РФ Г.П. Демкина. – Саратов, 2011. – С. 11-13.

47. Использование комбикормов с высокобелковым концентратом при выращивании осетровых рыб / А.Э. Ставцев, Ю.М. Батракова, Е.В. Уланов, Е.В. Корнилова, С. И. Николаев, А.К. Карапетян // Комбикорма. – 2022. – № 3. – С. 41-42.

48. Использование концентрата «Горlinka» в рационах дойных коров / С. И. Николаев, С. В. Чехранова, А. В. Никишенко [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2018. – № 3(33). – С. 39.

49. Использование кормового концентрата из растительного сырья «Сарепта» в комбикормах для осетровых рыб [Электронный ресурс] / С.И. Николаев, В.Г. Дикусаров, В.Г. Калмыков и др. // Научный журнал КубГАУ. – 2016. – № 118. – Режим доступа: <http://www.ej.kubagro.ru/2016/04/pdf/32.pdf>

50. Использование кормового концентрата из растительного сырья «Сарепта» в кормлении осетровых / В. Г. Калмыков, С. И. Николаев, В. Г. Дикусаров [и др.] // Инновационные технологии и ветеринарная защита при интенсивном производстве продукции животноводства: материалы национальной конференции, Волгоград, 18–20 мая 2016 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2016. – С. 67-77. – EDN XVVBAX. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28323794>

51. Использование личинки черной львинки (*Hermetia illucens*) в качестве кормового объекта в аквакультуре и утилизации органических отходов / С. Ж. Асылбекова, Р. Т. Бараков, А. А. Мухрамова, Е. Ф. Булавин // Наука и образование. – 2022. – № 2-2(67). – С. 112-122. – DOI 10.56339/2305-9397-2022-2-2-112-122. – EDN RMIAPP.

52. Исследование нового производного халкона в качестве ингибитора перекисидации липидов рыбных кормов / М. А. Половинкина, В. П. Осипова, Е. В. Степанова [и др.] // 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 / Отв. редактор К.М. Соколов. – Мурманск: Полярный филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», 2023. – С. 479-484. – EDN HWJRLJ.

53. Исследование эффективности экструдированных кормов, содержащих бобы люпина (*Lupinus Albus*), прошедшие

барогидротермическую обработку, на примере садкового выращивания радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) в акватории Ладожского озера / Ю. А. Кучихин, Е. А. Разумовский, Н. А. Скудова, М. А. Николаева // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2022. – № 4. – С. 231-247. – DOI 10.24412/2311-6447-2022-4-231-247. – EDN PXNDTG.

54. Козлова, Т. В. Использование в комбикормах суспензии хлореллы и жмыхов масличных культур при выращивании молоди ленского осетра (*Acipenser baeri* Brandt) / Т. В. Козлова // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2021. – № 3(42). – С. 12-15. – EDN YUCSIA.

55. Количественный и качественный аминокислотный анализ альтернативных источников протеина в комбикормах / Р. В. Урсу, Ю. А. Гусева, С. Ю. Пигина [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – № 4(68). – С. 362-369. – DOI 10.32786/2071-9485-2022-04-44. – EDN RPKJTK.

56. Комплексная добавка на основе муки из ракообразных в комбикормах для осетровых рыб / А. А. Бахарева, Ю. Н. Грозеску, Ю. В. Сергеева [и др.] // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2019. – № 3. – С. 66-73. – DOI 10.24143/2073-5529-2019-3-66-73. – EDN KCQJRL.

57. Комплексная переработка семян горчицы / Д. В. Парахневич, Г. Г. Русакова, В. А. Хомутов, М. М. Русакова: монография. – Волгоград: ФГУ ВПО ВГСХА: ИПК «Нива», 2009. – 190 с.

58. Кондратюк, В. Влияние аминокислотного питания на продуктивность сеголеток радужной форели / В. Кондратюк // Научно-технический бюллетень Института животноводства Национальной академии аграрных наук Украины. – 2020. – № 124. – С. 104-114. – DOI 10.32900/2312-8402-2020-124-104-114. – EDN RVTONT.

59. Концентрат «Горлинка» в кормлении молодняка кур / С.И. Николаев, М.В. Струк, М.А. Шерстюгина, Д.В. Плешаков // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2018. – № 2. – С. 120-127.

60. Кормление осетровых на Ширококольском рыбокомбинате / З. К. Ханова, А. А. Багомаев, Д. Г. Курбанова, З. А. Хасбулатова // Горное сельское хозяйство. – 2023. – № 3(33). – С. 81-86. – DOI 10.25691/GSH.2023.33.3.015. – EDN WKDDL V.

61. Кормовые добавки из горчичных отходов / Д. В. Парахневич, Г. Г. Русакова, В. Б. Котенко, М. М. Русакова // Сельский механизатор. – № 12. – 2009. – С. 12-27.

62. Косарева, Т.Е. Результаты использования зернового сорго в индустриальном рыбоводстве / Т.Е. Косарева, А.А. Васильев, А.Л. Гоголкин // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2014. – № 2. – С. 15-18.

63. Косарева, Т.Е. Эффективность использования зерна сорго как нетрадиционного корма при выращивании карпа / Т.Е. Косарева, А.А. Васильев, О.Н. Пашкова // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. П.И. Вавилова. – 2013. – № 2. – С. 19-21.

64. Кошак, Ж.В. Сухое молоко — альтернатива протеину животного происхождения в комбикормах для радужной форели / Ж.В. Кошак, Л.В. Рукшан, А.Э. Кошак // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2020. – №13(4). – С. 80-88. – [https://doi.org/10.47612/2073-4794-2020-13-4\(50\)-80-88](https://doi.org/10.47612/2073-4794-2020-13-4(50)-80-88).

65. Кучихин Ю.А. Исследование использования рапсового жмыха в составе комбикормов для радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) / Ю.А. Кучихин, Е.А. Размочаев // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2023. – № 4. – С. 199-204. – doi:10.24412/2311-6447-2023-4-199-204.

66. Максимова, О. С. Интенсивность роста радужной форели при использовании в составе рациона гидролизата соевого белка / О.С. Максимова,

Ю. А. Гусева, А. А. Васильев // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 10. – С. 19-23.

67. Максимова, О. С. Оценка темпа роста радужной форели, выращенной с использованием в рационах кормления гидролизата соевого белка / О. С. Максимова, Ю. А. Гусева // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 3. – С. 14-17.

68. Манжосова, Л. В. Изучение эффективности кормов с содержанием мясокостной муки, нута и соевого жмыха в кормлении гибридов ленского и русского осетра / Л. В. Манжосова, О. А. Караева // Перспективные тенденции развития научных исследований по приоритетным направлениям модернизации АПК и сельских территорий в современных социально-экономических условиях: материалы национальной научно-практической конференции, Волгоград, 15 декабря 2021 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2021. – Том I. – С. 248-254. – EDN QVHWCX.

69. Методическое пособие по кормлению сельхозптицы / Под редакцией В.И. Фисинина. – Сергиев Посад, 2021. – 359 с.

70. Мунгин, В. В. Оптимизация сырого жира в продукционных комбикормах для товарного карпа / В. В. Мунгин, Е. А. Арюкова, Л. Н. Логинова // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 7. – С. 25-28. – EDN WFIPGX.

71. Николаев, С. И. Влияние рыжикового жмыха, растительного кормового концентрата «Сарепта» и бишофита на мясную продуктивность цыплят-бройлеров / С. И. Николаев, Е. Ю. Гришина // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – № 2(34). – С. 102-104. – EDN SFFKRT. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21624475>

72. Николаев, С.И. Эффективность использования кормового концентрата из растительного сырья «Сарепта» в кормлении русского осетра [Электронный ресурс] / С.И. Николаев, В.Г. Дикусаров, В.Г. Калмыков //

Научный журнал КубГАУ. – 2016. – № 118. – Режим доступа:  
<http://www.ej.kubagro.ru / 2016/04/pdf/32.pdf>

73. Оценка эффективности использования нетрадиционных видов сырья в комбикормах для рыб / В. Ю. Агеец, Ж. В. Кошак, Н. Н. Годлевская [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – 2022. – № 37. – С. 74-94. – DOI 10.47612/978-985-880-000000-0-2022-37-74-94. – EDN TRTXBD.

74. Патент № 2416980 С2 Российская Федерация, МПК А23К 1/14. продукционный комбикорм для осетровых рыб: № 2009112299/13: заявл. 06.04.2009: опубл. 27.04.2011 / А. Р. Лозовский, Н. В. Сорокина; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «ЭкоКорм». – EDN UVELST.

75. Патент на изобретение № 2464800 Российская Федерация, МПК А 23 К 1/10 С1. Состав комбикорма для выращивания карпа в садках / А.А. Васильев, С.П. Воронин, П.А. Грищенко, А.П. Гуменюк, Ю.А. Гусева, Т.Д. Искра; патентообладатель ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – 2011118478/13; заявл. 06.05.2011; опубл. 27.10.2012, Бюл. № 30.

76. Перспективы использования муки из люцерны в составе кормов для австралийского красноклешневого рака (*Cherax quadricarinatus*) / Ю. М. Ширина, Д. Р. Файзулина, А. В. Конькова [и др.] // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2023. – № 1. – С. 72-81. – DOI 10.24143/2073-5529-2023-1-72-81. – EDN ECROBF.

77. Перспективы кормления животных с применением нетрадиционных кормовых средств Волгоградской области / С. И. Николаев, К. В. Эзергайль, А. В. Горбунов, В. А. Чучунов // Пути интенсификации производства и переработки сельскохозяйственной продукции в современных условиях: материалы Международной научно-практической конференции: в 2-х частях, Волгоград, 28–29 июня 2012 года / Под редакцией В.Н. Храмовой. – Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2012. – Часть 1. – С. 64-65. – EDN VSHYHH.

78. Петров, А. С. Содержание марганца в мышечной ткани теляти, выращенной на кормах с использованием белкового концентрата «Агро-Матик» / А. С. Петров // Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 135-летию со дня рождения А.Н. Костякова: сборник статей, Москва, 06–08 июня 2022 года. – М.: Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – Том 2. – С. 488-490. – EDN OTLEIX.

79. Петров, А. С. Содержание селена и кобальта в мышечной ткани теляти, выращенной на кормах с использованием белкового концентрата «Агро-Матик» / А. С. Петров, Н. П. Буряков // Селекционные и технологические аспекты интенсификации производства продуктов животноводства: по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 150-летию со дня рождения академика М.Ф. Иванова, Москва, 03–04 марта 2022 года. – М.: Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – Часть II. – С. 309-311. – EDN QYZUFH.

80. Плохинский, Н.А. Биометрия / Н.А. Плохинский. – М.: Наука, 1969. – 365 с.

81. Повышение качества рыбных комбикормов: эколого-технологические и ветеринарно-санитарные аспекты / А. М. Наумова, Л. А. Розумная, А. Ю. Наумова, Л. С. Логинов // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2019. – № 4(32). – С. 474-481. – DOI 10.25725/vet.san.hyг.ecol.201904021. – EDN JYGSQH.

82. Пономарев С.В. Влияние замены рыбной муки на сухую биомассу из личинок мух черной львинки в комбикорме на рыбоводно-биологические показатели молоди осетровых рыб / С.В. Пономарев. – <https://hermetia.ru/otchet-po-perevarivaemosti-xitina-u-ryb/>

83. Портная, Т. В. *Artemia salina* в стартовом кормлении рыбопосадочного материала радужной форели / Т. В. Портная, Е. В.

Овсянкина, В. А. Прокопчик // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2019. – № 22-2. – С. 77-84. – EDN BQLQAB.

84. Потапов, А. Чего ждут комбикормщики, рыбоводы и население России / А. Потапов // Комбикорма. – 2011. – № 7. – С. 13-14. – EDN OIMBOZ.  
<https://elibrary.ru/item.asp?id=17020705>

85. Применение высокобелковых нетрадиционных кормовых источников в рецептурах комбикормов для радужной форели / С. И. Николаев, А. К. Карапетян, А. А. Каширина [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2023. – № 1(69). – С. 339-345. – DOI 10.32786/2071-9485-2023-01-36. – EDN XWVQVQ.

86. Применение комбикормов с использованием местных кормовых источников при выращивании радужной форели / С. И. Николаев, А. К. Карапетян, О. В. Корнеева [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2020. – № 3(59). – С. 324-333. – DOI 10.32786/2071-9485-2020-03-35. – EDN NDASNN.

87. Продукт технического производства в качестве наполнителя для БВМК / Г.В. Волколупов, А.К. Карапетян, С.В. Чехранова, М.А. Шерстюгина // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 3 (43). – С. 141-148.

88. Продукты глубокой переработки крабов в комбикормах для объектов аквакультуры / С. В. Пономарев, Е. Н. Пономарева, Е. А. Гамыгин, Ю. В. Сергеева. – Астрахань: Астраханский государственный технический университет, 2007. – 116 с. – EDN RXLXVT.

89. Раупова, М. Х. Корм и кормление рыб / М. Х. Раупова, Л. Х. Алимова // Наука, образование и культура. – 2019. – № 2(36). – С. 11-12. – EDN YYSJRJ.

90. Результаты выращивания молоди тилляпии на кормах с различным уровнем белкового концентрата «Агро-Матик» / Н. П. Буряков, Ю. И. Есавкин,

Э. В. Бубунец [и др.] // Зоотехния. – 2022. – № 1. – С. 31-35. – DOI 10.25708/ZT.2021.25.79.008. – EDN BUWPHG.

91. Результаты использования микробного белка и ВНЖК при кормлении молоди стерляди в индустриальной аквакультуре / М. А. Корентович, В. В. Бобров, А. Д. Батршина [и др.] // Современное состояние водных биоресурсов и аквакультуры: материалы VII научно-практической Международной конференции, Новосибирск, 08–09 ноября 2023 года. – Новосибирск: Издательский центр НГАУ «Золотой колос», 2023. – С. 181-189. – EDN BQVGFL.

92. Результаты физиологического опыта при скармливании концентрата «Горлинка» дойным коровам / С. И. Николаев, С. В. Чехранова, А. В. Никищенко [и др.] // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2018. – № 11. – С. 110-120.

93. Рекомендации по использованию семян зернового сорго в комбикормах для рыб / Е.А. Гамыгин, В.Я. Скляр, Н.А. Студенцова, Ф.В. Скляр. Краснодар, 2001. – 8 с.

94. Руденко, Р.А. Питание рыб в аквакультуре / Р.А. Руденко // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – №8 (110). – URL: <https://research-journal.org/archive/8-110-2021-august/pitanie-ryb-v-akvakulture> (дата обращения: 28.03.2024). – DOI: 10.23670/IRJ.2021.110.8.022.

95. Руцкая, В. И. Опыт использования люпина в комбикормах для ценных видов рыб в товарном рыбоводстве: обзор / В. И. Руцкая, Е. С. Тимошенко // Кормопроизводство. – 2022. – № 3. – С. 36-40

96. Рыбоводно-биологическая характеристика сибирского осетра при выращивании на основе комбикормов с белковым концентратом из белого люпина / Д. А. Ранделин, М. И. Сложенкина, А. М. Я. Эльбяри Мохсен, Е. С. Воронцова, Ю. М. Батракова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – №3. – С. 218-226.

97. Рыжиковый жмых в комбикормах для свиней / В. С. Зотеев, Г. А. Симонов, С. В. Зотеев, А. В. Кириченко // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : материалы Международной научно-практической конференции, Брянск, 24–25 мая 2018 года. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2018. – С. 92-97. – EDN VLTDMB.
98. Серветник, Г. Е. Методы удешевления производства товарного карпа при кормлении зерновыми культурами / Г. Е. Серветник, Е. В. Пищенко // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2020. – № 10(177). – С. 58-67. – DOI 10.33920/sel-09-2010-06. – EDN MOOVKS.
99. Симон, М. Ю. Применение артемии (*artemia*) в кормлении молоди осетровых видов рыб (*Acipenseridae*): обзор / М. Ю. Симон // Рибогосподарська наука України. – 2016. – № 2(36). – С. 97-122. – DOI 10.15407/fsu2016.02.097. – EDN WDG NIR.
100. Скляр, Ф. В. Передовые технологии повышения качества комбикормов для рыб / Ф.В. Скляр, В.Я. Скляр // Аквакультура начала XXI века: истоки, состояние, стратегия развития: материалы Международной научно-практической конференции. – М., 2002. – С. 266-270.
101. Скляр, Ф.В. Семена зернового сорго в рационах рыб. // Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России / Ф.В. Скляр // Материалы докладов научно-практической конференции, Адлер, 24-27 сентября 2001 г. – Краснодар, 2001. – С. 18-20.
102. Скляр, Ф.В. Эффективность использования сорго в рационах карпа / Ф.В. Скляр // Скороспелость с/х животных и пути ее совершенствования: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения профессора Викторова П.И. – Краснодар, 2003. – С. 85-88.
103. Сорокина, Н. В. Питательная ценность тыквенного жмыха как компонента комбикорма для осетровых рыб / Н. В. Сорокина, А. Р. Лозовский // Человек и животные: материалы VII Международной заочной конференции, Астрахань, 10–30 мая 2014 года / сост.: М.В. Лозовская, Н.В. Смирнова;

Инновационный Естественный институт Астраханского государственного университета. – Астрахань: Нижневолжский экоцентр, 2014. – С. 96-98. – EDN SHXKQP.

104. Сорокина, Н. В. Применение тыквенного жмыха в кормах для стерляди и его влияние на физиологическое состояние рыб / Н. В. Сорокина, А. Р. Лозовский // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2011. – № 3. – С. 38-40. – EDN TNECYR.

105. Сорокина, Н. В. разработка норм кормления осетровых рыб продукционным комбикормом / Н. В. Сорокина, А. Р. Лозовский // Современные тенденции в сельском хозяйстве: III Международная научная Интернет-конференция: Материалы, Казань, 09–10 октября 2014 года / ИП Синяев Д. Н. – Казань: Индивидуальный предприниматель Синяев Дмитрий Николаевич, 2014. – С. 115-118. – EDN TACAGR.

106. Сорокина, Н. В. Разработка норм кормления стерляди продукционным комбикормом с использованием стандартной модели массонакопления / Н. В. Сорокина, А. Р. Лозовский // Естественные науки. – 2013. – № 1(42). – С. 075-081. – EDN PZJORJ.

107. Сравнительный анализ аминокислотного состава кормов [Электронный ресурс]/ С.И. Николаев, А.К. Карапетян, Е.В. Корнилова, М.В. Струк // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2015. – № 107(03). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/03/pdf/110.pdf>

108. Сравнительный анализ химического состава подсолнечного жмыха и кормового концентрата из растительного сырья «Сарепта» / С.И. Николаев, В.Г. Дикусаров, В.Г. Калмыков и др. // [Электронный ресурс] Научный журнал КубГАУ. – 2016. – № 118. - Режим доступа: <http://www.ej.kubagro.ru/2016/04/pdf/32.pdf>

109. Сравнительный анализ химического состава продуктов переработки семян масличных культур [Электронный ресурс]/ С.И. Николаев, А.К. Карапетян, С.В. Чехранова, Е.А. Липова, О.Ю. Брюшно, М.А.

Шерстюгина, Е.В. Землянов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2016. – № 118(04). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/04/pdf/83.pdf>.

110. Ставцев А.Э. Эффективность использования белкового концентрата в кормлении осетровых рыб / А.Э. Ставцев, С.И. Николаев // Материалы XXV региональной конференции молодых исследователей Волгоградской области: Материалы конференции, Волгоград, 24–26 ноября 2020 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2021 – С. 152-158.

111. Стартерные комбикорма с рыжиковым жмыхом для телят / С. В. Зотеев, Р. В. Некрасов, В. С. Зотеев, Г. А. Симонов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 2. – С. 60-66. – DOI 10.55170/19973225\_2023\_8\_2\_60. – EDN EZWNHI.

112. Таразевич, Е. В. Изучение репродуктивных показателей самок радужной форели и оценка пищевой ценности икры и мяса / Е. В. Таразевич // Агропанорама. – 2021. – № 1(143). – С. 22-25. – EDN CONGFW. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45699247>

113. Темп линейно-весагого роста молоди сибирской стерляди при выращивании на искусственных кормах, обогащенных гаперином и ВНЖК / М. А. Корентович, В. В. Бобров, А. Д. Батршина [и др.] // Аграрная наука в АПК: от идей к внедрению: Сборник международной научно-практической конференции, Тюмень, 08–09 ноября 2023 года. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2023. – С. 182-192. – EDN JQBNDJ.

114. Технологии производства кормов для аквакультуры / Л. Ю. Коноваленко, Н. П. Мишуков, С. В. Пономарев, Ю. В. Федоровых. – Москва: Росинформагротех, 2020. – 80 с. – ISBN 978-5-7367-1564-0. – EDN SXWNFL.

115. Технологические основы разведения и кормления лососевых рыб в индустриальных условиях: Монография / С. В. Пономарев, Е. Н. Пономарева; С.В. Пономарёв, Е.Н. Пономарёва; Астрах. гос. техн. ун-т, Науч.-

техн. центр "Астаквакорм". – Астрахань: Астрах. гос. техн. ун-т, 2003. – 186 с.  
– (Аквакультура). – ISBN 5-89154-101-7. – EDN QKVSFJ.

116. Туренко, О. Ю. Влияние зерна сорго на динамику массы карпа при выращивании в садках / О. Ю. Туренко, В. А. Константинов // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации: Материалы V национальной научно-практической конференции, Калининград, 22–23 октября 2020 года / Под редакцией А.А. Васильева. – Калининград: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2020. – С. 206-211. – EDN QFINSD.

117. Физико-химические свойства концентрата кормового из растительного сырья "Сарепта" и возможность его использования в комбикормах / В. Г. Дикусаров, В. М. Федорова, С. И. Николаев [и др.] // Стратегия научного обеспечения развития конкурентоспособного производства отечественных продуктов питания высокого качества : Материал Всероссийской научно-практической конференции, Волгоград, 27–28 июня 2006 года / Составление и редакция И.Ф. Горлова. Том Часть 2. – Волгоград: издательство «Перемена», 2006. – С. 209-214. – EDN WIWIKT.  
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26543844>

118. Хаирова, А. Р. Эффективность использования кормов ленским осетром при выращивании в садках / А. Р. Хаирова, Е. В. Алексеев // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны: материалы II национальной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 13–15 сентября 2017 года. – Санкт-Петербург: ООО "ЦеСАин", 2017. – С. 176-179. – EDN ZQYTOV.

119. Хаустов, В. Яйца артемии в комбикормах для кур / В. Хаустов, А. Покутнев // Животноводство России. – 2020. – № S3. – С. 27-28. – EDN GFZDDR.

120. Шкуро, А. Г. Использование продуктов переработки льна в кормлении молоди карпа / А. Г. Шкуро, Л. Д. Яровая // Научное обеспечение

агропромышленного комплекса: Сборник статей по материалам IX Всероссийской конференции молодых ученых, Краснодар, 24–26 ноября 2015 года / Ответственный за выпуск: А.Г. Коцаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 181-183. – EDN VTХNJТ.

121. Штенина, Д. В. Значение кормов и их компонентов при выращивании рыбы / Д. В. Штенина // Вестник науки и образования. – 2022. – № 1-2(121). – С. 31-33. – EDN ЕННОРW.  
<https://elibrary.ru/item.asp?id=48000496>

122. Экономическая оценка выращивания ценных по-род рыб на отечественном корме / А.С. Овчинников, С.И. Николаев, Р.Ю. Скоков, Т.А. Сейдалиев, В.Г. Калмыков и др. // [Электронный ресурс] Научно-практическому и производственному журналу «Рыбное хозяйство» – 2017. – № 1. – Режим доступа: <http://tsuren.ru/publishing/ribhoz-magazin>.

123. Эффективность использования белкового концентрата из белого люпина в комплексе с мясокостной мукой в комбикормах при выращивании молоди сибирского осетра // С.И. Николаев, Д.А. Ранделин, А.М.Я. Эльбязри Мохсен, Р.С. Суторма, Новокщенова, О.Н. Кониева //Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2019 - №4 (56). – С. 146-152.

124. Эффективность использования в рационах цыплят-бройлеров биологически активных веществ / С. И. Николаев, Е. А. Липова, М. А. Шерстюгина, К. И. Шкрыгунов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – № 4(32). – С. 115-120. – EDN RUHVDV.  
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21126024>

125. Эффективность использования концентрата "Сарепта" при производстве мяса цыплят-бройлеров / В. Г. Дикусаров, С. И. Николаев, В. М. Федорова, Л. Я. Бойко // Стратегия научного обеспечения развития конкурентоспособного производства отечественных продуктов питания высокого качества : Материал Всероссийской научно-практической

конференции, Волгоград, 27–28 июня 2006 года / Составление и редакция И.Ф. Горлова. Том Часть 2. – Волгоград: издательство «Перемена», 2006. – С. 218-222. – EDN WIWILX.

126. Эффективность использования люпина в кормах для осетровых, / А.Г. Шустин, Л.Г. Бондаренко, А.Г. Авакова, Ф.В. Складов // Скороспелость с/х животных и пути ее совершенствования: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 85летию со дня рождения профессора Викторова П.И. – Краснодар, 2003. – С. 82-85.

127. Эффективность использования муки из гидробионтов разной технологии приготовления в кормлении радужной форели / Д. С. Васильев, С. П. Москаленко, И. В. Поддубная, О. Е. Вилутис // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 5. – С. 50-53. – DOI 10.28983/asj. y2021i5pp50-53. – EDN LGKUGV.

128. Эффективность применения нетрадиционных источников белка в кормлении ремонтных курочек / И. Ю. Даниленко, С. И. Николаев, Е. В. Корнилова [и др.] // Развитие животноводства - основа продовольственной безопасности : материалы Национальной конференции, посвященной 85-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, академика Петровской академии наук и искусств, Почетного профессора Донского госагроуниверситета, кавалера ордена Дружбы Коханова Александра Петровича, Волгоград, 12 октября 2022 года / ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2023. – С. 36-39. – EDN ERWLZH.

129. A commercial blend of macroalgae and microalgae promotes digestibility, growth performance, and muscle nutritional value of European seabass (*Dicentrarchus labrax* L.) juveniles / Cátia S. C. Mota Olívia Pinto Tiago Sá, Mariana Ferreira, Cristina Delerue-Matos, Ana R. J. abrita, Agostinho Almeida, Helena Abreu6 Joana Silva António J. M. Fonseca1 Luisa M. P. Valente, Margarida R. G. Maia // Nutrition and Sustainable Diets. – 2023. – Volume 10. – DOI=10.3389/fnut.2023.1165343.

130. An investigation into the effects of using protein hydrolysate in low fish meal diets on growth performance, feed utilization and health status of snakehead fish (*Channa striata*) fingerling / Narissara Suratip, Siripavee Charoenwattanasak, Rungkan Klahan, Mikael Herault, Bundit Yuangsoi // *Aquaculture Reports*. – 2023. – Volume 30. – 101623.

131. An Overview on Managing Minute Duckweed (*Lemna Perpusilla* Torr) Cultivation for Fish Feed Purpose / T. Chrismadha, A. Satya, I.A. Satya, A.D.M. Satya, S.K. Yazdi, E. Mardawati // *Biomass Conversion and Sustainable Biorefinery. Green Energy and Technology*. – Springer, Singapore, 2024. – P. 171-191. – [https://doi.org/10.1007/978-981-99-7769-7\\_8](https://doi.org/10.1007/978-981-99-7769-7_8).

132. Begho, Toritseju. Fish feed formulation: Does Nigerian farmers' risk and time preference play a part in choosing feed protein sources for intensively farmed fish? / Toritseju Begho, Arnold Ebuka Irabor // *Aquaculture*. – 2024. – Volume 585. – 740723.

133. Bhatt, Deepa. Potential novel feed ingredients in aquaculture for future feed: a review / Deepa Bhatt, Abhed Pandey // *Journal of Experimental Zoology India*. – 2024. – Volume 27. – Issue 1. – P. 63.

134. Bio-utilization of brewery waste (Brewer's spent yeast) in global aquafeed production and its efficiency in replacing fishmeal: From a sustainability viewpoint / M. Gokulakrishnan, Rajesh Kumar, Shajahan Ferosekhan, G.M. Siddaiah, S. Nanda, Bindu R. Pillai, S.K. Swain // *Aquaculture*. – 2023. – Volume 565. – 739161.

135. Circular and inclusive utilization of alternative proteins: A European and Mediterranean perspective / C.G. Athanassiou, S. Smetana, D. Pleissner, A. Tassoni, L. Gasco, F. Gai, A. Shpigelman, M. Bravo Cadena, M. Gastli, L.E.C. Conceição, E. Gronich, S. Paolacci, V. Chalkidis, M. Kuthy, R.E. Stolzenberger, A. El Yaacoubi, C. Mehlhose, J.-I. Petrusán, C.I. Rumbos // *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*. – 2024. – Volume 46. – 100892.

136. Comparative study on the effects of low-cost oil seed cakes and fish meal as dietary protein sources for *Labeo rohita* (Hamilton) fingerling / K. A. Latif,

M. T. Alam, M. A. Sayeed, M. A. Hussain, S. Sultana, M. A. Hossain // *University Journal of Zoology. Rajshahi University.* – 2008. – Volume 27. – P. 25-30.

137. Development and feeding value of new protein meals from insect larvae and pupae for aquaculture fish Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss* (wallbaum) / B. A. Khan, L. M. Al-Ani, R. Beck, L. A. Goonewardene, W. Hirsche, A. Suleiman // 3rd Scientific Conference / College of Veterinary Medicine University of Tikrit 2, 3 May 2016. – Irane, 2016. – P. 42–47.

138. Dietary arginine requirement for gibel carp (*Carassis auratus gibelio* var. CAS III) reduces with fish size from 50g to 150g associated with modulation of genes involved in TOR signaling pathway / Yongqin Tu, Shouqi Xie, Dong Han, Yunxia Yang, Junyan Jin, Xiaoming Zhu // *Aquaculture.* – 2015. – Volume 449. – P. 37-47.

139. Digestible crude protein contents in various feedstuffs determined with four freshwater fish species / T. Watanabe, T. Takeuchi, Sh. Satoh, V. Kiron // *Fisheries Science.* – 1996. – Volume 62 (2). – P. 278–282.

140. Effects of dietary fiber on growth, feed efficiency and nutrient utilization of tinfoil barb (*Barbonymus schwanenfeldii*, Bleeker 1853) fry / Mohamed Salihu Mohamed Nafees, Mohd Salleh Kamarudin, Murni Karim, Mohd Zafri Hassan, Clement Roy de Cruz // *Aquaculture Reports.* – 2023. –Volume 32. – 101743.

141. Effect of partial dietary replacement of fishmeal by yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) larvae meal on the innate immune response and intestinal antioxidant enzymes of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) / M. A. Henry, F. Gai, P. Enes, A. Perez-Jimenez, L. Gasco // *Fish & Shellfish Immunology.* – 2018. – Volume 83. – P. 308–313.

142. Effects of plant-derived protein and rapeseed oil on growth performance and gut microbiomes in rainbow trout / C. Zhang, L. Hu, J. Hao et al. // *BMC Microbiol.* – 2023. – Volume 23. – P. 255. – <https://doi.org/10.1186/s12866-023-02998-4>. – <https://bmcmicrobiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12866-023-02998-4>.

143. Fermented cottonseed meal as an alternative for groundnut oil cake in aquafeed / P. Dharmakar, S. Aanand, J. S. S. Kumar, M. P. Ande, P. P. J. J. Pereira, International Journal of Fisheries and Aquatic Studies. – 2022. – Volume 10(1). – P. 151-154.

144. Fish farming in Tanzania: the availability and nutritive value of local feed ingredients / Francis Pius Mmanda, Deogratias Pius Mulokozi, Jan Erik Lindberg, Anna Norman Haldén, Matern Mtolera, Rukia Kitula // Torbjörn Lundh. – 2020. – Volume 32. – Issue 4. – P. 341–360. <https://doi.org/10.1080/10454438.2019.1708836>.

145. Fishmeal Alternative Protein Sources for Aquaculture Feeds / L. Gasco et al. // Feeds for the Aquaculture Sector. SpringerBriefs in Molecular Science. – Springer, Cham, 2018. – [https://doi.org/10.1007/978-3-319-77941-6\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-77941-6_1).

146. Fishmeal hydrolysis and non-protein energy sources affect the kinetics of nutrient digestion in the gastrointestinal tract of African catfish (*Clarias gariepinus*), / Folasade E. Elesho, David A.H. Sutter, Roel Frenken, Johan A.J. Verreth, Saskia Kröckel, Johan W. Schrama // Aquaculture. – 2022. – Volume 547. – 737425.

147. Fly prepupae as a feedstuff for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* / S. St-Hilaire, C. Sheppard, J. K. Tomberlin, S. Irving, L. Newton, M. A. McGuire, E. E. Mosley, R. W. Hardy, W. Sealey // Journal of the World Aquaculture Society. – 2007. – Volume 38 (1). – P. 59–67.

148. Francis, George. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish / George Francis, Harinder P.S Makkar, Klaus Becker // Aquaculture. – 2001. – Volume 199. – Issues 3–4. – P. 197-227.

149. Graded incorporation of Defatted Yellow Mealworm (*Tenebrio molitor*) in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diet improves growth performance and nutrient retention / P. Rema, S. Saravanan, B. Armenjon, C. Motte, J. Dias // Animals. – 2019. – Volume 9. – Issue 187. – 10 p.

150. Growth, survival, and body composition of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, when dietary fish meal is replaced with silkworm (*Bombyx mori*) pupae / M. Shakoori, H. Gholipour, S. Naseri, H. Khara // Archives of Polish Fisheries. – 2016. – Volume 24 (1). – P. 53–57.

151. Haetami, Kiki. Biological Processing of Leguminous Plants as Fish Feed Ingredients / Kiki Haetami, Nury Nurmalasari Pratiwy, Fitri Meyllianawaty // Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research. – 2024. – Volume 26 (1). – P. 36-43.

152. Insect and fish by-products as sustainable alternatives to conventional animal proteins in animal nutrition / Laura Gasco, Gabriele Acuti, Paolo Bani, Antonella alle Zotte, Pier Paolo Danieli, Anna De Angelis, Riccardo Fortina, Rosaria Marino, Giuliana Parisi, Giovanni Piccolo, Luciano Pinotti, Aldo Prandini, Achille Schiavone, Genciana Terova, Francesca Tulli Alessandra Roncarati // Italian Journal of Animal Science. – 2020. – Volume 19. – Issue 1. – P. 360-372.

153. Khanal, Prabhat. Use of land-based and aquatic alternative feed resources to establish a circular economy within livestock production / Prabhat Khanal // Journal of Agriculture and Food Research. – 2024. – Volume 16. – 101087.

154. Microalgae as fishmeal alternatives in aquaculture: current status, existing problems, and possible solutions / S. Gao, W. Chen, S. Cao et al. // Environ Sci Pollut Res. – 2024. – Volume 31. – P. 16113–16130. – <https://doi.org/10.1007/s11356-024-32143-1>.

155. Parolini, Marco. Earthworm as an alternative protein source in poultry and fish farming: Current applications and future perspectives / Marco Parolini, Andrea Ganzaroli, Jacopo Bacenetti // Science of The Total Environment. – 2020. – Volume 734. – 139460.

156. Partially defatted *Tenebrio molitor* larva meal in diets for grow-out rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum): effects on growth performance, diet digestibility and metabolic responses / G. Chemello, M. Renna, Ch. Caimi, I. Guerreiro, A. Oliva-Teles, P. Enes, I. Biasato, A. Schiavone, F. Gai, L. Gasco // Animals. – 2020. – Volume. 10 (2). – Issue 229. – 15 p.

157. Perception and awareness of insects as an alternative protein source among fish farmers and fish feed traders / G. Ssepuuya, C. Sebatta, E. Sikahwa, P. Fuuna, M. Sengendo, J. Mugisha, D. Nakimbugwe // *Journal of Insects as Food and Feed*. – 2019. – Volume 5 (2). – P. 107-116.

158. Perspectives on utilization of macrophytes as feed ingredient for fish in future aquaculture: Reviews / Shahida Naseem, Sami Ullah Bhat, Adil Gani, Farooz Ahmad Bhat // *Aquaculture*. – 2021. – Volume 13. – Issue 1 January. – P. 282-300.

159. Pieper, A. Studies on the comparative efficiency of utilization of gross energy from some carbohydrates, proteins and fats by rainbow trout (*Salmo gairdneri*, R.) / A. Pieper, E. Pfeffer // *Aquaculture*. – 1980. – Volume 20. – Issue 4. – P. 323-332.

160. Pradeepkiran Adi Jangampalli, Aquaculture role in global food security with nutritional value: a review / Jangampalli Adi Pradeepkiran // *Translational Animal Science*. – 2019. – Volume 3. – Issue 2. – March. – P. 903–910. – <https://doi.org/10.1093/tas/txz012>.

161. Pratiwy, Fitri. Interventions in Selection of Fish Feed Ingredients with Special Reference to Leaves and Water Plants: A Review / Fitri Pratiwy Meyllianawaty, Kiki Haetami, Andrean Alief Musthopa // *Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research*. – 2024. – Volume 26 (1). – P. 88-95.

162. Replacing fishmeal with oilseed cakes in fish feed—A study on the influence of processing parameters on the extrusion behavior and quality properties of the feed pellets / O. Tyapkova, R. Osen, M. Wagenstaller, B. Baier, F. Specht, C. Zacherl // *Journal of Food Engineering*. – 2016. – Volume 191. – P. 28-36.

163. Reshaping gut bacterial communities after dietary *Tenebrio molitor* larvae meal supplementation in three fish species / E. Antonopoulou, E. Nikouli, G. Piccolo, L. Gasco, F. Gai, S. Chatzifotis, E. Mente, K. Kormas // *Aquaculture*. – 2019. – Volume 503. – P. 628–635.

164. Rita Black Soldier Fly Larvae Meal in the Diet of Gilthead Sea Bream: Effect on Chemical and Microbiological Quality of Filets / Oteri Marianna, Chiofalo Biagina, Maricchiolo Giulia, Toscano Giovanni, Nalbone Luca, Lo Presti Vittorio,

Di Rosa Ambra // *Frontiers in Nutrition*. – 2022. – Volume 9. – <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnut.2022.896552>. – DOI. 10.3389/fnut.2022.896552.

165. Sánchez-Velázquez, J. Fish Responses to Alternative Feeding Ingredients under Abiotic Chronic Stress / J. Sánchez-Velázquez, G.A. Peña-Herrejón, H. Aguirre-Becerra // *Animals*. – 2024. – Volume 14. – P. 765. – <https://doi.org/10.3390/ani14050765>.

166. Shakoori, M. Effect of replacing dietary fish meal with silkworm (*Bombyx mori*) pupae on hematological parameters of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* / M. Shakoori, H. Gholipour, S. Naseri // *Comparative Clinical Pathology*. – 2015. – Volume 24 (1). – P. 139–143.

167. Silkworm pupae meal as alternative source of protein in fish feed / R. P. Karthick et al. // *Journal of Entomology and Zoology Studies*. – 2019. – Volume 7 (4). – P. 78–85.

168. Smáráson, Örn Birgir. Safe and sustainable protein sources from the forest industry – The case of fish feed / Birgir Örn Smáráson, Björn Alriksson, Ragnar Jóhannsson // *Trends in Food Science & Technology*. – 2019. – Volume 84. – P. 12-14.

169. Spannhof, Ludwig. Studies on carbohydrate digestion in rainbow trout / Ludwig Spannhof, Harald Plantikow // *Aquaculture*. – 1983. – Volume 30. – Issues 1–4. – P. 95-108.

170. The Effect of Pancreatic Hydrolysate of Soy Protein on Growth, Development and Amino Acid Composition of Muscle Tissues in Lena Sturgeons / Y. A. Guseva, A. A. Vasiliev, S. P. Moskalenko, M. V. Zabelina, V. P. Lushnikov, I. I. Kalyuzhny // *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. – 2017. – Volume 9. – Issue 12. – December. – P. 2516-2519.

171. The effect of strain and rearing medium on the chemical composition, fatty acid profile and carotenoid content in silkworm (*Bombyx mori*) pupae / C. Chieco, L. Morrone, G. Bertazza, S. Cappelozza, A. Saviane, F. Gai, N. Di Virjilio, F. Rossi // *Animals*. – 2019. – Volume 9 (3). – Issue 103. – 13 p.

172. The relationship between introducing pancreatic hydrolysate of soy protein into the diet and the amino acid content in the muscle tissue of rainbow trout / Y. A. Guseva, A. A. Vasiliev, A. V. Bannikova, I. A. Kitaev, V. A. Kokorev, Kh. B. Baimishev, V. V. Zaitsev // *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. – 2018. – Volume 10 (12). – P. 3330-3332.

173. Total replacement of fishmeal with black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal does not compromise the gut health of Atlantic salmon (*Salmo salar*) / Yanxian Li, M. Trond, E. Kortnera, M. Chikwatia, B. Ikram, L. Erik-Jan, K. Ashild // *Aquaculture*. – 2020. – Volume 520. – 734967. – <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020>.

174. Types of carbohydrate in feed affect the growth performance, antioxidant capacity, immunity, and activity of digestive and carbohydrate metabolism enzymes in juvenile *Macrobrachium nipponense* / Youqin Kong, Zhili Ding, Yixiang Zhang, Peixin Zhou, Chengbo Wu, Minhuan Zhu, Jinyun Ye // *Aquaculture*. – 2019. – Volume 512. – 734282.

175. Use of pig by-products (bristles and hooves) as alternative protein raw material in fish feed: A feasibility study / F.G. Gachango, K.S. Ekmann, J. Frørup, S.M. Pedersen // *Aquaculture*. – 2017. – Volume 479. – P. 265-272.

176. Vrabec, V. Insects as an alternative protein source for animal feeding: A short review about chemical composition / V. Vrabec, M. Kulma, D. Cocan // *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies*. – 2015. – Volume 72 (2). – P. 116–126.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ**

**ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ АПРОБАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ГОРЧИЧНОГО БЕЛОКСОДЕРЖАЩЕГО КОРМОВОГО КОНЦЕНТРАТА  
«ГОРЛИНКА» В КОРМЛЕНИИ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ**

Результаты, полученные в научно-хозяйственном опыте, были апробированы в производственных условиях ИП Калмыкова И.О.

Было сформировано методом аналогов два варианта кормления – базовый и новый по 400 голов в каждом. Технология содержания, условия кормления были одинаковыми в двух вариантах кормления и аналогичны второму научно-хозяйственному опыту. Схема опыта представлена в таблице 1.

**Таблица 1 - Схема производственного опыта**

Вариант кормления	Особенности кормления	
	Двухлеток и двухгодовиков	Трехгодовиков
базовый	Основной рацион (ОР с 15,00 % подсолнечного шрота)	Основной рацион (ОР с 20,00 % подсолнечного шрота)
новый	ОР с 15,00 % концентрата «Горлинка»	ОР с 20,00 % концентрата «Горлинка»

Форель базового варианта кормления получала комбикорм с подсолнечным шротом, а нового – комбикорм, в котором была произведена замена подсолнечного шрота на белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» (15,00 % для двухлеток и двухгодовиков и 20,00 % - трёхлеток). Состав и питательность комбикормов базового и нового вариантов кормления были аналогичными комбикормам, использованным во втором научно-хозяйственном опыте.

Результаты производственной апробации представлены в таблице 2.

**Таблица 2 - Результаты производственной апробации**

Показатель	Вариант кормления	
	базовый	новый
Количество голов	400	400
Живая масса одной головы начальная, г	1200,87	1197,31
Живая масса одной головы конечная, г	2627,11	2845,07
Общий прирост, г	1426,24	1647,76
Затраты комбикорма на 1 кг прироста, г	1020,00	860,00
Сохранность, %	95,50	96,75

Сохранность поголовья составила в базовом варианте 95,50 %, в новом варианте – 96,75 %, живая масса радужной форели базового варианта кормления составила 2627,11 г., а нового варианта – 2845,07 г.

Результаты проведенной производственной проверки позволяют сделать вывод, что использование комбикормов с белоксодержащим кормовым концентратом «Горлинка» при выращивании радужной форели способствует повышению количественных и качественных показателей продуктивности. Следовательно, выращивание радужной форели таким способом экономически целесообразно, что подтверждено производственной апробацией.

Индивидуальный предприниматель



Калмыкова И.О.


 УТВЕРЖДАЮ  
 Индивидуальный предприниматель  
 Калмыкова И.О.  
 Олега  
 «16» 01 2024г.

**АКТ**  
**внедрения результатов исследования влияния горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» на показатели рыбопродуктивности радужной форели**

Мы, нижеподписавшиеся сотрудники предприятия, составили настоящий акт о том, что использование горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в комбикормах для радужной форели, выращиваемых в условиях ИП Калмыкова И.О. г. Волжского Волгоградской области, оказало положительное влияние на живую массу к концу периода выращивания, массу туши, убойный выход, экономическую эффективность.

Использование в комбикормах для радужной форели горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» способствовало увеличению живой массы на 8,30 %, снижению затрат кормов на единицу продукции, что повлекло за собой повышение уровня рентабельности.

<p><u>Резов</u> (должность)</p>	<p><u>[Подпись]</u> (подпись)</p>	<p><u>Калмошкин В.В.</u> (ФИО)</p>
<p><u>Уфимкина</u> (должность)</p>	<p><u>[Подпись]</u> (подпись)</p>	<p><u>Калмошкин В.В.</u> (ФИО)</p>



# ДИПЛОМ

**I СТЕПЕНИ**

НАГРАЖДАЕТСЯ

**КАШИРИНА АНАСТАСИЯ АЛЕКСАНДРОВНА**

Научный руководитель – Карапетян А.К., д. с.-х. н., профессор

**ЗА ПОБЕДУ В I ЭТАПЕ  
ВСЕРОССИЙСКОГО КОНКУРСА НА ЛУЧШУЮ  
НАУЧНУЮ РАБОТУ СРЕДИ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ  
И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ АГРАРНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ  
И НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ РОССИИ**

**В НОМИНАЦИИ  
«Зоотехния (молодые ученые)»**

Ректор  
ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ



Цепляев В.А.

г. Волгоград  
2023г.

# ДИПЛОМ ПОБЕДИТЕЛЯ II степени

НАГРАЖДАЕТСЯ

Каширина Анастасия Александровна

за участие во всероссийской научно-практической  
конференции  
«Повышение продуктивных качеств сельскохозяйственных  
животных, птицы и объектов аквакультуры при  
использовании кормовых источников кормового белка»

категория «Аспиранты и соискатели»



Санкт-Петербург  
23.03.2023 г

# ДИПЛОМ

**III СТЕПЕНИ**

НАГРАЖДАЕТСЯ

**КАШИРИНА АНАСТАСИЯ АЛЕКСАНДРОВНА**  
*преподаватель*

*за выступление на*

**МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
«ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ  
КОМПЛЕКСЕ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ»,  
ПОСВЯЩЁННОЙ 80-ЛЕТИЮ СО ДНЯ ОСНОВАНИЯ  
ФГБОУ ВО ВОЛГОГРАДСКИЙ ГАУ**

*Секция «Научное обеспечение в развитии животноводства»*

08-09 февраля 2024 г.

**ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»**

Ректор Волгоградского ГАУ



**В.А.Цензев**



# ДИПЛОМ

## III СТЕПЕНИ

НАГРАЖДАЮТСЯ

**КАШИРИНА А.А.**

*соискатель, преподаватель, ФГБОУ Волгоградский ГАУ*

**КАРАПЕТЯН А.К.**

*д.с.-х.н., доцент, ФГБОУ Волгоградский ГАУ*

**ПРОЗОРОВА Т.В.**

*студент, ФГБОУ Волгоградский ГАУ*

**МАТВЕЕВА Д.С.**

*студент, ФГБОУ Волгоградский ГАУ*

*за выступление на*

**НАЦИОНАЛЬНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
«НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ СТРАТЕГИИ ЦИФРОВОГО  
РАЗВИТИЯ АПК И СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ»  
ПОСВЯЩЕННОЙ 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ  
ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОРА, АКАДЕМИКА  
ВАСХНИЛ (РАСХН) ЛИСТОПАДА Г.Е.**

*Секция «Научные исследования и инновационные технологии в  
зоотехнии и аквакультуре»*

07-08 декабря 2023 г.

**ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»**

Ректор Волгоградского ГАУ



**В.А. Цепляев**



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Департамент координации деятельности организаций в сфере сельскохозяйственных наук  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Волгоградский государственный аграрный университет»

# ДИПЛОМ

II СТЕПЕНИ

НАГРАЖДАЕТСЯ

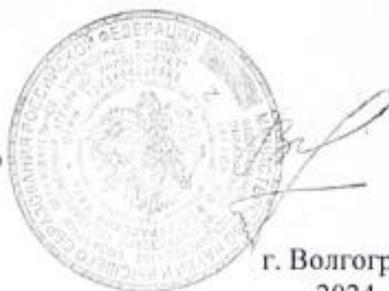
**КАШИРИНА АНАСТАСИЯ АЛЕКСАНДРОВНА**

Научный руководитель – Карапетян А.К., профессор

ЗА ПОБЕДУ В I ЭТАПЕ  
ВСЕРОССИЙСКОГО КОНКУРСА НА ЛУЧШУЮ  
НАУЧНУЮ РАБОТУ СРЕДИ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ  
И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ АГРАРНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ  
И НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ РОССИИ

В НОМИНАЦИИ  
*«Зоотехния (молодые ученые)»*

Ректор



В.А.Цепляев

г. Волгоград  
2024