

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

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Волгоград-2024

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

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 и дорогим компонентом рациона.

Продукция, полученная от объектов аквакультуры, является полноценным источником белка, длинноцепочечных полиненасыщенных жирных кислот (Омега-3), витаминов и минеральных веществ (Pratiwy, Fittrie, 2024 г.).

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.

Российская Федерация обладает разнообразием природно-климатических условий и обширностью своих 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 (M. Gokulakrishnan, Rajesh Kumar и др., 2023 г.)

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, продуктивности 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 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.) на протяжении долгого периода времени. 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 скачек 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 от 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 атипитаельных 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 приростов 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 рецептов 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 Волгоградского 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, посвященной 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 г Рязань, 2024 г).

Реализация результатов исследований. Полученные результаты внедрены на рыбоводном 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 14 научных работ, в том числе 5 статей 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.

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 Волгоградского 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.

Для проведения научно-хозяйственных опытов подопытную рыбу (молодь и взрослую особи) формировали методом аналогов 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.*

По методике зоотехнического анализа определяли химический состав кормов и комбикормов согласно государственным стандартам: ГОСТ Р 54951-2012 Корма для животных. Определение содержания влаги, ГОСТ 13496.4-2019 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина, ГОСТ 13496.15-2016 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения массовой доли сырого жира, ГОСТ 31675-2012 Корма. Методы

определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации, ГОСТ 32933-2014 Корма, комбикорма. Метод определения содержания сырой золы. 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.

Определяли массу рыбы путем ежемесячного индивидуального взвешивания особей с дальнейшим расчётом абсолютного и среднесуточного приростов.

Изучение гематологических показателей проводили по завершению научно-хозяйственных опытов путем забора крови у 6 особей из хвостовой вены форели.

Бактериологическое исследование микробиоты 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.

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.

Расчет экономической эффективности 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 * $P \geq 0,95$, ** $P \geq 0,99$, *** $P \geq 0,999$.

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

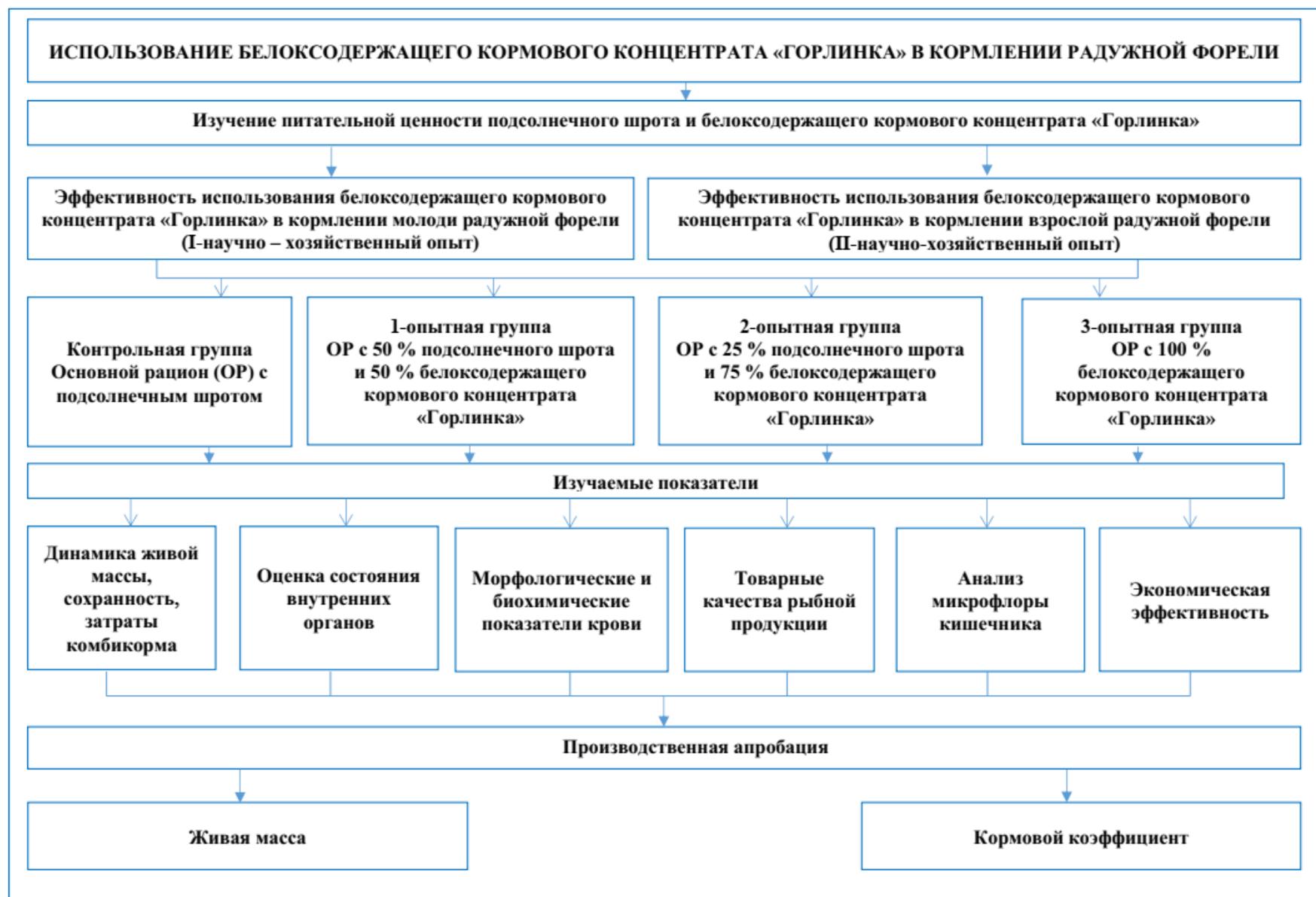


Рисунок 1 – Общая схема исследований

3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

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

При анализе питательной ценности 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 золы - 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 по сопоставлению с подсолнечным шротом.

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). 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-опытной групп - комбикорма в которых подсолнечный шрот был заменен на концентрат «Горлинка» соответственно по группам – 5,00 %, 7,50 и 10,00 % (от массы комбикорма).

3.2.2 Физико-механические показатели комбикормов

Цвет и запах комбикормов соответствовал предъявленным требованиям. Размер гранул испытуемых комбикормов соответствовал возрастной группе рыб. В образцах комбикормов разбухаемость гранул варьировала от 89 минут до 93 минут. Насыпная плотность комбикормов была практически на одном уровне от 731,8 до 742,6 г/л.

3.2.3 Рыбоводные показатели молоди радужной форели

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 форели в 1-опытной группе составила 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 % (таблица 1).

Таблица 1 - Живая масса молоди форели, г ($M \pm m$) (n = 100)

Показатель	Группа рыб			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Масса начальная	27,01±0,12	27,03±0,10	26,97±0,07	26,95±0,12
Масса конечная	1074,79±8,38	1104,42±8,44*	1123,91±8,32***	1147,34±8,08***

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.

Кормовой коэффициент в контрольной группе рыб составил 0,94, а в опытных был ниже на 3,19 %, 6,38 % и 8,51 %.

3.2.4 Гематологические показатели радужной форели

Введение в рацион радужной форели белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» привело к более интенсивному протеканию метаболических процессов в организме рыб. Все изученные гематологические показатели форели находились в пределах физиологической нормы.

Однако, у рыб опытных групп наблюдалось незначительное увеличение числа некоторых изучаемых показателей крови: эритроцитов на 1,7–6,0 %, гематокрита на 0,3–2,2 %, гемоглобина на 3,6–6,3 %, общего белка на 0,7–3,3 %, по отношению к контрольной группе и снижение в опытных группах по отношению к контролю лейкоцитов на 1,1–3,8 %, тромбоцитов – на 2,6–7,5 %, мочевины на 0,9–6,8 %, глюкозы на 1,1–6,2 %, триглицеридов и холестерина на 0,4–1,7 % и на 0,8–3,1 %.

3.2.5 Морфологическая характеристика подопытной форели

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 % (таблица 2).

Таблица 2 - 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**
Выход мускулатуры, %	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***
Условно-съедобные части, г	282,32±4,05	275,45±3,98	278,91±3,37	284,08±3,59
Несъедобные части, г	118,55±2,08	127,02±2,07*	126,72±2,04*	128,55±2,06*

Содержание съедобных частей у рыб из 1-, 2- и 3-опытной 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.

3.2.6 Анатомическое развитие внутренних органов молоди радужной форели

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

3.2.7 Химический состав мяса подопытной форели

Химический и аминокислотный состав мяса форели в опытных группах был 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-опытной групп была выше, чем у контрольных аналогов на 0,17 % и 0,49 % и 1,20 %.

3.2.8 Органолептическая оценка мышечной ткани форели

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).

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

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-опытной группах был несколько выше, чем в контроле на 3,73 %, 7,73 %, 12,28 %.

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 3).

Таблица 3 - 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»

3.3.2 Физико-механические качества комбикормов

Цвет и запах комбикормов соответствовал предъявленным требованиям. 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. 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.

3.3.3 Рыбоводные показатели взрослой радужной форели

Живая масса форели 1-, 2- и 3-опытной 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 (таблица 4). За период опыта общий прирост рыбы опытных групп было выше чем в контроле на 11,22 %, 12,13 % и 15,29 %.

Таблица 4 – Динамика живой массы взрослой радужной форели, г ($M \pm m$) (n=100)

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Масса начальная	1203,06±9,02	1204,09±8,81	1203,12±8,59	1204,21±8,46
Масса конечная	2632,27±13,48	2793,63±13,32**	2805,75±12,91**	2851,92±12,77**

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

3.3.4 Показатели крови радужной форели

Скармливание радужной форели опытных групп комбикормов с белоксодержащим кормовым концентратом «Горлинка» сопровождалось повышением гематологических показателей: эритроцитов на 2,5-4,1 %, гематокрита – на 0,4-1,7 %, гемоглобина на 0,5-2,5 %, общего белка – на 0,6-1,7 %, щелочной фосфатазы - на 1,0-2,6 %; а также обусловилось снижением лейкоцитов на 0,6-4,0 %, тромбоцитов – на 1,4-5,9 %, глюкозы – на 6,0–15,0 %, мочевины на 1,3-9,2 %, триглицеридов – на 0,3-1,5 %, холестерина - на 0,8-2,2 %, по сопоставлению с аналогами из контроля.

Таким образом, изучаемые показатели крови радужной форели всех групп находились в пределах референсных значений, что говорит о полноценности кормления.

3.3.5 Морфологическая характеристика подопытной форели

Особь радужной форели опытных групп, получавшие в составе рациона горчичный белоксодержащий концентрат «Горлинка», отличались более высоким убойным выходом тушки и выходом мышечной массы по соотношению с контрольными аналогами соответственно на 0,07-0,13 % и 0,18-0,37 %. Содержание съедобных частей у рыб из 1-, 2- и 3-опытной групп было выше, чем в контрольной на 106,32 г или 0,10 %, 114,40 г или 0,15 % и 145,77 г или 0,20 % соответственно.

3.3.6 Анатомическое развитие внутренних органов взрослой радужной форели

Между рыбой контрольной и опытных групп не было выявлено изменений в развитии внутренних органов. Так индекс печени, сердца, селезёнки 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 %. Гистологические срезы некоторых внутренних органов были в пределах нормы у рыб контрольной и опытных групп.

3.3.7 Оценка состояния микробиома радужной форели

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

3.3.8 Химический и аминокислотный состав мяса форели

Химический и аминокислотный состав мяса форели в опытных группах был 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-опытной групп была выше чем у контрольных аналогов на 0,30 % и 0,74 % и 2,38 %.

3.3.9 Органолептическая оценка мышечной ткани форели

Использование в комбикормах исследуемого горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» оказало положительное влияние на органолептические показатели мяса и бульона. Общая оценка мяса во всех подопытных группах рыбы была высокой от 23,6 до 24,4 баллов. 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.

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

Далее нами было дано экономическое обоснование выращивания форели на испытываемых комбикормах, результаты которого приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Экономическое обоснование выращивания взрослой форели

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

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

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 %.

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, позволяет сделать следующие выводы:

1. Полученные результаты химического и аминокислотного состава 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 поспособствовало росту 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 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 3,73–12,28 %, 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 работ, опубликованных по теме диссертации

Публикации в рецензируемых изданиях:

1. Каширина, А. А. Влияние белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» на товарные качества радужной форели / А. А. Каширина // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2024. – № 5(77). – С. 243-249.

2. Каширина, А. А. Оценка эффективности влияния белковых концентратов на химический состав мяса рыб / С. И. Николаев, А. К. Карапетян, А. А. Каширина [и др.] // Главный зоотехник. – 2024. – № 2(247). – С. 24-35. – DOI 10.33920/sel-03-2402-03. – EDN FLQCNO.

3. Каширина, А. А. Влияние белковых концентратов в комбикормах на гематологические показатели рыб / С. И. Николаев, А. К. Карапетян, А. А. Каширина [и др.] // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2024. – № 2(223). – С. 40-51. – DOI 10.33920/sel-05-2402-04. – EDN UXMZNR.

4. Каширина, А. А. Использование продуктов переработки семян масличных культур в комбикормах для сельскохозяйственной птицы и объектов аквакультуры / А. С. Власов, В. Г. Фризен, С. И. Николаев, А. А. Каширина [и др.] // Главный зоотехник. – 2023. – № 5(238). – С. 22-32. – DOI 10.33920/sel-03-2305-03. – EDN AFVJSN.

5. Каширина, А. А. 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.

Научные рекомендации:

6. Каширина, А. А. Эффективность использования комбикормов импортного и отечественного производства при выращивании радужной форели: Рекомендации / С. И. Николаев, А. К. Карапетян, В. В. Шкаленко, А. А. Каширина [и др.]; Волгоградский государственный аграрный университет. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2023. – 116 с. – ISBN 978-5-4479-0384-8. – EDN EFAKOE.

Статьи, опубликованные в других изданиях:

7. Каширина, А. А. Эффективность применения горчичного белкового концентрата «Горлинка» в кормлении рыб / С. И. Николаев, А. К. Карапетян, А. А. Каширина, И. А. Андреева // Стратегические направления и проекты эколого-экономического и социального развития регионов: Сборник статей Международной научно-практической конференции, Москва, 27 марта 2024 года / Главный редактор А. В. Антонов. – Москва: Российская академия естественных наук, 2024. – С. 311-314.

8. Каширина, А. А. Использование белкового кормового концентрата «Горлинка» в кормлении объектов аквакультуры / А. А. Каширина, А. К. Карапетян, Т. В. Прозорова, Д. С. Матвеева // Научное обоснование стратегии цифрового развития АПК и сельских территорий: материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения доктора технических наук, профессора, академика ВАСХНИЛ (РАСХН) Листопада Г. Е., г. Волгоград, 07-08 декабря 2023 г. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2024. – Том II. – С. 325-330.

9. Каширина, А. А. Эффективность применения белковых концентратов в кормлении сельскохозяйственных животных, птицы и объектов аквакультуры / Е. В. Корнилова, М. В. Струк, Р. Н. Дронов, А. А. Каширина [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. 65-69. – EDN FFHVVLW.

10. Каширина, А. А. Использование высокобелковых кормовых концентратов в рецептурах комбикормов для радужной форели / А. А. Каширина, С. Ю. Лебедев // Наука и молодёжь: новые идеи и решения: материалы XVII Международной научно-практической конференции молодых исследователей, Волгоград, 30–31 марта 2023 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2023. – С. 70-73. – EDN RYFEVO.

11. Каширина, А. А. Сравнительный химический состав белковых кормов, используемых в кормлении объектов аквакультуры / А. К. Карапетян, А. А. Каширина, Ю. М. Колесникова, С. Ю. Лебедев // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию победы в Сталинградской битве, Волгоград, 16–17 февраля 2023 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2023. – С. 72-78. – EDN KDKSBN.

12. Каширина, А. А. Применение высокобелкового концентрата в продукционных комбикормах для ценных пород рыб / А. К. Карапетян, Ю. М. Колесникова, А. А. Каширина, С. Ю. Лебедев // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию победы в Сталинградской битве, Волгоград, 16–17 февраля 2023 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2023. – С. 78-84. – EDN ZWEPIE.

13. Каширина, А. А. Влияние белковых концентратов на рыбопродуктивность радужной форели / 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. 88-92. – EDN ORYWHZ.

14. Каширина, А. А. 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.

Подписано в печать 16 октября 2024 г. Формат 60x84/16.

Печ. л. 1,0 Заказ № ____ Тираж 100 экз.

ИПКФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ «Нива».

400002, Волгоград, пр. Университетский, 26. Т

тел.: 8-(8442) 41-14-88. E-mail: nivavolgau@yandex.ru