

На правах рукописи

Японцев Алексей Эдуардович

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
КОМБИКОРМОВ ИМПОРТНОГО И
ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА
ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ**

06.02.08 – Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных
животных и технология кормов

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Волгоград – 2022

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет»

Научный руководитель:

Шаповалов Сергей Олегович
доктор биологических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Бахарева Анна Александровна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой «Аквакультура и рыболовство» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Астраханский государственный технический университет»

Гусева Юлия Анатольевна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой «Кормление, зоогигиена и аквакультура» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»

Ведущая организация:

Прикаспийский институт биологических ресурсов – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Дагестанского федерального исследовательского центра Российской академии наук

Защита диссертации состоится «__» _____ 2022 года в «_____» часов на заседании диссертационного совета Д 999.182.03 в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Самарский государственный аграрный университет»

Адрес университета: 446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2 тел/факс (84663) 46-1-31

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Самарский ГАУ» www.ssaa.ru

Автореферат разослан «__» _____ 2022 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Хакимов Исмагиль Насибуллович

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Важной проблемой агропромышленного сектора РФ остается обеспечение населения страны высококачественными продуктами животного происхождения, в том числе и аквакультуры. На протяжении более полутора десятилетий избыточный вылов рыб из естественных популяций способствует развитию рыбоводных ферм и хозяйств по товарному выращиванию рыб в контролируемых человеком условиях. Поэтому повышение биологической продуктивности рыб, выращиваемых в искусственно созданных условиях, является одной из главных задач дальнейшего развития рыбного хозяйства (А.М. Багров, Е.А. Гамыгин, 2001, А.В. Власов, Ю.А. Привезенцев, 2007, 2014, В.М. Голод, В.З. Крупкин, 2008, Ю.А. Киселёв)

Современное промышленное рыбоводство основано на выращивании рыб в регулируемых условиях и требует серьёзного внимания к процессу производства и использованию полноценных и экономически выгодных кормов для всех возрастных групп объектов разведения (И.Н. Остроумова, 2012, С.В. Пономарёв, Ю.Н. Грозеску, 2013). Продвижение в этом направлении связано с выпуском высококачественных экструдированных комбикормов для тех видов рыб, которые традиционно выращиваются в нашей стране (Е.А. Гамыгин, М.А. Щербина, 2004).

В настоящее время несколько крупных российских предприятий по производству комбикормов выпускают специализированные корма для рыб промышленного выращивания с использованием экструдирования. Экструдированные корма отечественного производства удовлетворяют запросам российских рыбоводов лишь частично, что отражается на объёмах закупки кормов зарубежных компаний.

В виду того, что затраты зарубежных компаний на все виды исследований в области аквакультуры составляют ежегодно сотни миллионов долларов или евро, полученные результаты являются коммерческой тайной и не публикуются в массовых изданиях. К этим результатам необходимо отнести оптимальные уровни аминокислот в кормах, исследования по степени усвояемости аминокислот из различных белковых компонентов и использование различных источников протеинов во взаимосвязи с технологией производства кормов (Е.А. Гамыгин, А.М. Багров, 2014, М.И. Джабаров, 2006, С.В. Брагинец, О.Н. Бахчевников, 2021). В связи с вышесказанным разработка рецептур и последующее использование кормов для форели на основе современных концепций является актуальным.

Степень разработанности темы. Большинство исследований российских учёных было связано преимущественно с оценкой компонентов по питательности и усвояемости для производства карповых кормов и, в меньшей степени, для производства форелевых и осетровых кормов.

Наиболее известными научными работами по сырьевому составу современных рыбных кормов и экструзионной технологии их производства, а также изучению возможности использования в составе комбикормов различных компонентов животного и растительного происхождения с целью повышения их продуктивности и снижения стоимости кормов стали труды Гамыгина Е.А., Щербины М.А., 2004, 2014, Сергеевой Н.Т., 2006, Пономарёва С.В., 2013, Склярова В.Я., 2008, Остроумовой И.Н., 2012, Николаева С.И., 2019, 2022 и других учёных.

Отсутствие важной информации по уровню аминокислот в кормах для аквакультуры от кормовых компаний в научной литературе частично компенсируется исследовательскими работами компаний, специализирующихся на производстве кормовых добавок для этой сферы. Одной из таких компаний является германский химический концерн Evonik. С 2010 года в компании Evonik существует подразде-

ление Global Aquaculture Team, занимающееся разработкой оптимальных профилей аминокислот для представителей аквакультуры. Автор диссертационной работы являлся членом этой группы специалистов с 2012 по 2022 год.

Цель и задачи исследований. Целью исследований является разработка рецептур и последующее использование кормов для форели на основе современных концепций «идеального протеина» и «низко-протеиновых рационов», с использованием различных видов белкового сырья и рыбной муки различного качества, с применением существующих форм кристаллических аминокислот для балансирования профиля основных незаменимых аминокислот, а также с использованием различных уровней содержания жира и энергии в корме. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Провести научно-обоснованный подбор сырьевых компонентов для целей дальнейшего производства корма;
2. Провести лабораторный анализ сырьевых компонентов по уровню основных зоотехнических показателей и валовому уровню незаменимых аминокислот;
3. Разработать оптимальную рецептуру комбинированных кормов для кормления форели с учётом оптимальных уровней незаменимых аминокислот по минимальной стоимости с учётом современных подходов к структуре и питательности рационов;
4. Проанализировать фактическое качество экспериментальных кормов на соответствие заявленным показателям;
5. Определить влияние изучаемых комбикормов на физиолого-биохимические показатели радужной форели;
6. Установить влияние изучаемых комбикормов на физико-химические показатели воды в бассейне;
7. Изучить динамику экстерьерных и интерьерных показателей подопытной форели;
8. Определить влияние изучаемых комбикормов на гематологические показатели подопытной форели;
9. Изучить влияние различных комбикормов на состав микробиоты кишечника рыб;
10. Выявить влияние изучаемых комбикормов на качественные показатели мяса подопытной форели;
11. Обосновать экономическую целесообразность использования изучаемых комбикормов для радужной форели.

Научная новизна исследований. Впервые, в условиях УЗВ, была изучена сравнительная эффективность импортных и опытных кормов для различных весовых кондиций форели, разработанных в соответствии с современными тенденциями в кормопроизводстве. Научная новизна работы заключается в целостности применяемых подходов с точки зрения полной лабораторной аналитики кормовых компонентов и готовых кормов по уровню аминокислот, отказ от использования при балансировании рецептов кормов минимального уровня сырого протеина с параллельным использованием оптимального уровня незаменимых аминокислот, включение максимально возможного перечня кристаллических форм аминокислот, использование рыбной муки различного качества (по уровню сырого протеина и аминокислот) и в количествах, существенно более низких по отношению к вариантам рецептур, используемым более 15-20 лет назад, а также использование различных уровней жира и энергии корма в процессе выращивания.

Практическая значимость работы. Новые рецептуры экструдированных комбинированных кормов для радужной форели, отвечающих всем физиологическим потребностям рыб, меняют вектор своего формирования и не содержат прежних критериев их создания: баланса минимального уровня сырого протеина, обязательный ввод высокого количества рыбной муки в корма, использование минимального процента белка животного происхождения в рецептах, предпочтение ввода рыбной муки только с уровнем сырого протеина от 70 %, использование только 3-х незаменимых аминокислот при балансировании рецептов (лизина и метионин+цистин), необоснованно низкое использование кристаллических форм аминокислот, отсутствие в расчётах новых и научно-обоснованных уровней незаменимых аминокислот для разных фаз выращивания рыбы.

Испытуемые корма прошли весь цикл аналитических исследований, включающих в себя анализы фактического качества сырья и качество готовой продукции. Рецепты рассчитаны по уровню 10 самых важных для роста и развития форели аминокислот (лизин, метионин+цистин, треонин, триптофан, аргинин, лейцин, валин, изолейцин, гистидин), который был разработан группой специалистов по аквакультуре Evonik Global Aquaculture Team.

Корма показали положительное влияние на жизнеспособность и физиологическое состояние форели. Рыбоводно-биологические показатели свидетельствуют о том, что по содержанию основных питательных и минеральных веществ, аминокислот, витаминов, опытные рецептуры полностью удовлетворяли потребностям форели. Экономический эффект от выращивания рыбы на новых кормах, полностью сопоставим с результатами, полученными при использовании кормов иностранного производства.

Научная идея принадлежит автору, определена направлением и проведением научного поиска, разработкой методики, организацией и проведением исследований, обработкой, систематизацией, обобщением и интерпретацией данных, научным обоснованием выводов и предложений производству.

Основные положения, выносимые на защиту.

В настоящей работе на защиту выносятся следующие материалы:

- разработаны оптимальные рецептуры опытных кормов для радужной форели по уровню ключевых для максимальной продуктивности и здоровья аминокислот;
- использование экспериментальных кормов положительно отразилось на рыбоводно-биологических показателях выращивания форели;
- применение экспериментальных кормов способствовало увеличению интенсивности роста, сохранности рыбы, а также эффективности использования корма;
- скармливание экспериментальных кормов не оказало отрицательного влияния на гематологические и экстерьерные показатели выращивания форели;
- опытные образцы комбикормов не оказали негативного влияния на микрофлору кишечника форели;
- использование опытных комбикормов, разработанных на основе современных научных подходов к структуре и питательности кормов экономически обосновано.

Степень достоверности. Достоверность результатов исследований основывается на достаточно большом поголовье рыб, использованных в опытах, адекватном уровне результативности соответствующим теоретическим данным, а также согласованности с результатами ведущих авторов, полученными в опытах по использованию комбикормов разного состава в форелеводстве, с применением статистических методов при обработке цифрового материала, полученного в экспериментах, на ПК в программе Microsoft Excel и определение достоверности по Стьюденту.

Апробация результатов исследований. Основные положения и результаты доложены, обсуждены и одобрены на конференциях различного уровня: национальной научно-практической конференции «Аграрная наука и инновационное развитие животноводства - основа экологической безопасности продовольствия» (Саратов, 2021); международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в современных экономических условиях» (Волгоград, 2021), национальной научно-практической конференции «Научное обоснование стратегии развития АПК и сельских территорий в XXI веке» (Волгоград, 2020), международной научно-практической конференции «Оптимизация сельскохозяйственного землепользования и усиление экспортного потенциала АПК РФ на основе конвергентных технологий» (Волгоград, 2020).

Результаты исследований по теме диссертационной работы внедрены на предприятии «ИП Калмыков» Быковского района Волгоградской области и Центре разведения ценных пород осетровых ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ.

Публикации результатов исследований. По материалам диссертации опубликовано 7 работ, из них 2 - в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа написана компьютерным текстом на 151 странице. В работу включены следующие разделы: введение, обзор литературы, материал и методика исследований, результаты собственных исследований, заключение, предложения производству, перспективы дальнейшего исследования и список использованной литературы. Было проанализировано 158 источников литературы, из которых 68 – зарубежных авторов. В работе имеется 42 таблицы, рисунков – 11 и приложений – 15

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Местом проведения экспериментов по изучению влияния опытных комбикормов на хозяйственно-биологические показатели радужной форели стал Центр разведения ценных пород осетровых ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ. Объектом исследований служила радужная форель. По схеме исследования предусматривалось проведение двух научно-хозяйственных опытов (рисунок 1). В первом опыте исследования проводились на радужной форели в период с 17 января 2020 по 19 июня 2020 г (154 дня), во втором - с 01 августа 2020 по 11 октября 2021 (350 дней). В первом опыте выращивалась форель с живой массой от 100 до 950 г и во втором с 950 до 3200 г.

Для проведения исследований в каждом опыте были сформированы две контрольные и две опытные группы по 50 голов в каждой. В качестве корма для первой и второй контрольных групп использовались производственные форелевые корма Biomar Efico Alpha 790 и Efico Alpha 717 соответственно. Форель 3 и 4 опытных групп получала опытные комбикорма, разработанные соискателем.

В экспериментальных кормах использовались ингредиенты преимущественно отечественного производства. От каждой партии используемого сырья отбирали образцы по 1 кг для анализа методом инфракрасной спектроскопии в лаборатории компании Evonik на анализаторе FOSS X2500. Рецепты опытных комбикормов рассчитывались на компьютерной программе «КормОптима». При определении норм кормления использовались рекомендации компании Biomar, учитывающие живую массу рыбы и температуру воды. Кормление рыбы осуществлялось в светлое время суток. Кратность кормления, суточные нормы и размеры гранул изменялись с учетом температуры воды, количества растворенного кислорода в воде и живой массы рыбы.

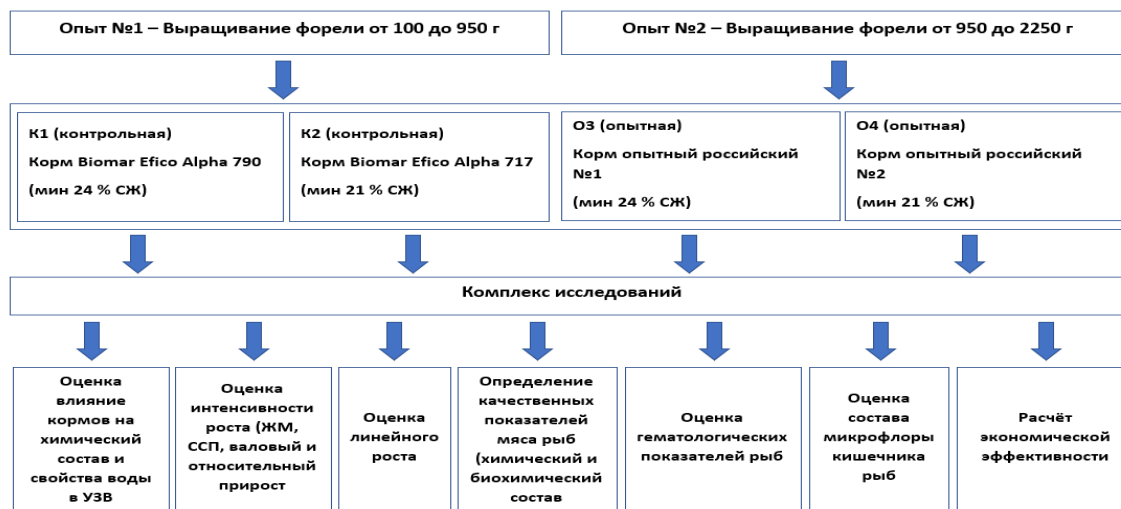


Рисунок 1 – Схема проведения исследований

2.1 Методика проводимых исследований, расчёт экономической эффективности и биометрической обработки результатов

Для проведения исследования были использованы бассейны в УЗВ с фильтрацией, оксигенацией, озонированием и биологической фильтрацией. Гидрохимический режим поддерживался на уровне оптимальных значений для радужной форели. Температура воды на уровне 16-18° С. Содержание кислорода в воде и ее температура измерялась ежедневно три раза в сутки с помощью термооксиметра «Наша 30d». Значения рН определялось с помощью рН-метра марки «Hanna».

Для получения данных по линейному росту форели, проводились замеры, общей длины тела, а также длины до развилки хвостового плавника. Через вычисление средней живой массы определяли весовой рост особей.

Каждую неделю рыб из каждой опытной группы взвешивали, чтобы определить динамику живой массы, и затем вычисляли абсолютный, относительный, а также среднесуточный приросты.

Среднесуточную скорость роста старших возрастных групп вычисляли по формуле сложных процентов:

$A = [(M_k/M_0)^{1/t} - 1] \times 100 (\%)$, где M_k и M_0 – масса рыбы в конце и в начале опыта; t – продолжительность опыта, сут.

Среднесуточный прирост вычисляли по формуле:

$P_{\text{ср.сут.}} = (M_k - M_0) / t$, где M_k – конечная масса, г; M_0 – начальная масса, г; t – продолжительность опыта, сут.

Для определения скорости роста вычисляли коэффициент массонакопления:

$K_M = (M_k - M_0)^{1/3} \times t$, где K_M – общий продукционный коэффициент скорости роста; M_0 – начальная масса, г; M_k – конечная масса, г; t – время выращивания, сут.

Кормовые затраты вычисляли по формуле (Пономарев и др., 2002):

$K_3 = C_k / (M_k - M_0)$, где C_k – количество корма, затраченное на выращивание рыб.

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

При определении норм кормления использовали рекомендации по кормлению, основанные на оптимальном качестве воды и температуры выращивания 18° С. Корм задавался вручную 3-4 раза в сутки. Плотность посадки молоди устанавливали исходя из массы выращиваемой рыбы.

Кровь отбирали из хвостовой вены. Для гематологического анализа отбирали по 3 головы из каждой группы. Гематологические исследования проводили согласно Инструкции по физиолого-биохимическим анализам рыбы ВНИИПРХ.

Все данные подвергали статистической обработке с определением средней, ошибки средней с применением программ Excel. Уровень различий оценивали по критерию достоверности Стьюдента.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Расчёт рецептов опытных кормов

3.1.1 Обоснование выбора и использования кормового сырья с результатами анализов фактического качества компонентов

Актуальный зарубежный опыт получения и использования фактических данных по питательности сырья в целях оптимизации питательности и стоимости кормов можно получить из глобальной базы данных AMINODat от компании Evonik. Представленная информация основана на многочисленных лабораторных исследованиях по содержанию незаменимых аминокислот в существующих видах кормового сырья. Образцы сырья собираются со всех регионов земного шара, а анализы проводятся методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Существующие на сегодняшний день подходы к рецептуре рыбных кормов в совокупности с технологией их производства и возможностями современной аналитики обуславливают необходимость детальной оценки сырья, содержащего аминокислоты. Протеины животного происхождения характеризуются низким коэффициентом растворимости азота, низкой абсорбцией воды и низкими связывающими свойствами, но при этом обладают хорошим аминокислотным составом, лучшим влиянием на привесы живой массы.

В отличие от сырья животного происхождения, которое с технологической точки зрения не проявляет свойства для проведения процесса экструдирования, сырьё растительного происхождения способствует этой функции. Обеспечение высокого уровня протеина и незаменимых кислот возможно с использованием источников белков растительного происхождения (кукурузный глютен и соевый шрот). Согласно данным NRC, оба этих ингредиента характеризуются высоким уровнем кажущейся усвояемости протеина, выше 90 %. Однако и для этих видов сырья свойственны колебания по фактическому качеству. Сведения из аналитической базы данных AMINODat 5.0 свидетельствуют о значительной разнице в содержании сырого протеина и ключевым незаменимых аминокислот.

3.1.2 Принципы расчётов рецептов опытных комбикормов для форели

В настоящее время принято считать, что на основании объективно более низких коэффициентов конверсии корма в массу тела рыб, аквакультура кажется более экологически эффективной в плане обеспечения питательными веществами для потребления человеком, поэтому тенденция к снижению уровня сырого протеина в любых кормах для аквакультуры наблюдается по всему миру, то есть современный подход предусматривает отказ от фиксации минимального уровня сырого протеина.

С учётом того факта, что существующие в мире рекомендации и исследования на различных видах рыб охватывают 9 незаменимых аминокислот, в настоящее время в рыбных кормах возможно использование 7 из них посредством чистых форм: лизина, метионина, треонина, триптофана, аргинина, валина и изолейцина. Для гистидина пока не существует коммерческих форм, а лейцин не требует дополнительного ввода ни в один из существующих видов кормов.

Расчёт и дальнейшее производство комбикормов для ценных видов рыб, с одной стороны, могут быть основаны на современных тенденциях по использованию оптимальных уровней незаменимых аминокислот в кормах в совокупности с включением в состав кристаллических (или жидких) форм аминокислот, а с другой стороны, способно поддерживать высокую питательную ценность кормов за счёт большего, по сравнению с импортной продукцией, количества рыбной муки, как компонента животного происхождения.

3.1.3 Расчёт опытных рецептов комбикормов для форели

Расчёт рецептов проводился на программе «Корм Оптима». В расчётах отсутствовал минимальный уровень сырого протеина и был установлен уровень незаменимых аминокислот. Аминокислотный профиль для опытных кормов представляет собой оптимальное соотношение незаменимых аминокислот к лизину (таблица 1).

Таблица 1 – Оптимальный профиль незаменимых аминокислот в опытных кормах, %

Параметр	Лиз	М+Ц	Тре	Трл	Арг	Иле	Лей	Вал	Гис
Абсолютные значения, %	2,70	1,62	1,73	0,65	2,40	1,73	2,65	1,89	1,03
Относительные значения, % к Лиз	100	60	64	24	89	64	98	70	38

Использование обозначенного профиля незаменимых аминокислот сопоставимо с количеством аминокислот, проанализированных в составе кормов импортного производства, взятых при проведении опытов в качестве контрольных.

Помимо уровня аминокислот и количества сырого протеина, итоговый процент которого в готовом корме зависит от фактической питательности компонентов, важным фактором при оптимизации рецептов кормов является уровень энергетической ценности, который также рассчитывается от фактического содержания в ингредиентах сырого протеина, сырого жира и БЭВ. В расчёте валовой энергии компонентов используется показатель сырой клетчатки. Для каждого из вышеперечисленных параметров питательности используются калорические коэффициенты и процент кажущейся усвояемости. На основании данных о фактической питательности и аналитической информации по импортным кормам, были рассчитаны рецепты опытных кормов для каждой из фаз эксперимента. Образцы опытных комбикормов были проанализированы в лаборатории НИЦ «Черкизово».

Полученные лабораторные данные указывают на достаточно точное соответствие декларируемых показателей питательности в кормах, используемых в качестве контрольных. Аналогичный вывод можно сделать и в отношении результатов анализов опытных кормов. Всё это относится как к макропоказателям, так и к уровню незаменимых аминокислот.

Профиль аминокислот являлся «базовым» для дальнейших расчётов рецептов опытных кормов в целях соблюдения максимального соответствия критически важных показателей в обоих видах кормов. Исходя из декларируемых значений, существенное сходство различных партий производимых кормов необходимо только для показателя «переваримая энергия» и профиля аминокислот, так как постоянство этих величин определяет как качество комбикормов, так и их последующую эффективность.

3.2 Результаты опытов

3.2.1 Результаты опыта №1

Опыт № 1 проводился в Центре разведения ценных пород осетровых в период с 17 января по 19 июня 2020 г. В каждую из групп опыта было отобрано по 50 голов молоди радужной форели, массой 107,4-108,8 г (таблица 2).

Таблица 2 - Схема опыта №1

Группа	Количество рыб в группе	Продолжительность опыта, недель/дней	Рецепт корма
1 – контрольная (К-1)	50	22/154	Biomar Efico Alpha790
2 – контрольная (К-2)	50	22/154	Biomar Efico Alpha717
3 – опытная (О-3)	50	22/154	Опытный комбикорм № 1
4 – опытная (О-4)	50	22/154	Опытный комбикорм № 2

Исследования по выявлению интенсивности роста молоди форели показали, что наиболее высокий эффект получен при использовании в кормлении комбикорма компании Biomar и опытного комбикорма, содержащих в своем составе жир на уровне 24,0 % (рецепт №1). Ихтиомасса форели групп К-1 и О-3 была больше, чем у аналогов групп К-2 и О-4 на 1,81 кг, или 4,25 % и 2,86 кг, или 6,88 % соответственно (таблица 3).

Таблица 3 – Рыбоводные показатели опыта № 1

Показатель	Группа			
	К-1	К-2	О-3	О-4
Количество рыб в группах	50	50	50	50
Начальная масса рыб, г	102,3±3,08	102,8±3,47	101,4±3,41	101,6±2,96
Общая начальная масса рыб, кг	5,11±0,08	5,14±0,06	5,07±0,12	5,08±0,11
Ихтиомасса рыб при снятии с опыта, кг	45,33±0,28	42,57±0,24	44,38±0,37	41,52±0,31
Прирост ихтиомассы по группе, кг	40,44±0,34	37,71±0,29	39,47±0,42	36,77±0,55
Коэффициент конверсии корма, кг корма/кг прироста рыбы	0,924	0,939	0,933	0,944
Сохранность, голов	48	47	48	47
Сохранность, %	96,0	94,0	96,0	94,0

Таким образом, наиболее высокими показателями прироста ихтиомассы характеризовалась форель, потребившая комбикорма импортного и отечественного происхождения, содержащие в своем составе жир на уровне 24,0 %.

3.2.2 Интенсивность роста подопытной молоди радужной форели

Средняя масса молоди форели по группам при постановке на опыт составляла 101,4-102,8 г. Результаты исследований показали, что наиболее высокой массой в конце опыта характеризовались особи 1-й группы контроля, которые превосходили аналогов из группы К-2 по данному показателю на 38,7 г (4,27 %), рыб группы О-3 на 19,8 г, или 2,14 % и рыб группы О-4 на 60,9 г или 6,89 % соответственно. Следует отметить, что молодь форели группы О-3, получавшей опытный комбикорм, выработанный по рецепту № 1, превосходила по массе аналогов из группы К-2 при снятии с опыта соответственно на 18,9 г (2,09 %) ($P>0,99$) и рыб из группы О-4 на 41,1 г, (4,65 %). Аналогичная закономерность по динамике массы форели по группам наблюдалась в процессе всего периода опыта (таблица 4).

Таблица 4 – Динамика массы подопытной форели в опыте №1

Неделя	Группа			
	К-1	К-2	О-3	О-4
При постановке на опыт	102,3±3,08	102,8±3,47	101,4±3,11	101,6±2,96
5	284,3±3,54	277,1±4,06	278,5±3,50	271,0±3,27
10	481,7±3,10	461,9±4,22	468,9±3,88	453,7±4,45
15	681,2±3,69	653,0±4,40	665,6±4,59	638,3±4,62
20	869,5±3,90	834,3±4,15	851,1±4,67	814,9±3,80
22	944,4±4,32	905,7±3,98	924,6±4,40	883,5±4,03

По абсолютному приросту массы доминировали особи 1-й контрольной группы. Форель группы К-1 превосходила аналогов из группы К-2 на 7,15 %, а О-3 и О-4 соответственно на 2,24 % и 4,66 %. При этом, форель группы О-3, потреблявшая опытный комбикорм, выработанный по рецепту № 1, превосходила по абсолютному приросту аналогов группы К-2 и О-4 на 5,02 % ($P>0,99$) и 2,47 % соответственно.

Результаты исследования по показателю среднесуточного прироста живой массы форели демонстрируют следующую вариативность по периодам опыта: в группе К-1 – от 5,20 г до 5,70 г, в К-2 – от 4,84 г до 5,45 г, в О-3 – от 5,06 г до 5,62 г и в О-4 – от 4,87 г до 5,27 г соответственно (таблица 5). За весь период исследований среднесуточный прирост массы особей группы К-1 был выше в сравнении с аналогами К-2, О-3 и О-4 соответственно на 4,76 %, 2,38 % и 7,13 %.

Таблица 5 – Среднесуточный прирост массы подопытной форели, г

Период исследования, недель	Группа			
	К-1	К-2	О-3	О-4
При постановке -5	5,20±0,05	4,98±0,06	5,06±0,04	4,84±0,03
5-10	5,64±0,02	5,28±0,02	5,44±0,03	5,22±0,04
10-15	5,70±0,03	5,46±0,06	5,62±0,03	5,27±0,05
15-20	5,38±0,02	5,18±0,02	5,30±0,05	5,05±0,04
20-22	5,35±0,03	5,10±0,03	5,25±0,04	4,90±0,05
При постановке-22	5,47±0,04	5,21±0,04	5,34±0,04	5,08±0,03

Форель группы О-3, получавшая опытный комбикорм, выработанный по рецепту № 1, имела среднесуточный прирост выше, чем аналоги из группы К-2 на 0,13 г, или 2,43 % ($P>0,95$) и О-4 - на 0,26 г, или 4,87 %.

Следует отметить, что относительный прирост живой массы за период опыта был выше у особей 1-й группы контроля относительно всех групп в опыте соответственно на 42,0 %; 11,4 % и 53,7 %. У форели, получавшей опытный комбикорм, выработанный по рецепту №1 (группы О-3), относительный прирост за этот период был выше, чем у особей 2-й группы контроля на 30,8 % и группы О-4 на 42,3 %.

3.2.3 Гематологические показатели радужной форели

Опытные комбикорма не оказали отрицательного влияния на гематологические показатели молоди радужной форели и показали сопоставимые результаты в сравнении с импортными кормами.

3.2.4 Бактериологические исследования особей радужной форели для оценки влияния изучаемых комбикормов на микрофлору кишечника

Согласно результатам лабораторных исследований, наибольшее количество лактобактерий было зафиксировано в группе К-2, остальные группы имели идентичные показатели. Различий по содержанию бифидобактерий, клостридий и дрожжеподобных грибов рода *Candida* во всех группах обнаружено не было, показатели находились в пределах физиологической нормы. Содержание энтерококков в группах К-2, О-3 и О-4 было несколько выше, чем 1-й группе контроля. Гемолитические *E.coli*, золотистый стафилококк, неферментирующие бактерии во всех группах обнаружены не были. Типичные *E.coli*, условно-патогенные энтеробактерии *Citrobacter braakii*, а так же Стафилококки в группах К-1 и О-4 превышали показатели в группах К-2 и О-3, но находились в пределах физиологической нормы, что связано с более высокой напряженностью роста в данных группах.

Таким образом, по результатам исследования можно констатировать, что опытные образцы комбикормов, разработанные соискателем, не оказали отрицательного воздействия на состав микробиоты кишечника радужной форели.

3.2.5 Химический и биохимический состав мяса подопытной форели

Наиболее высокое содержание сухого вещества выявлено в мясе рыб 1-й контрольной группы, потреблявших комбикорм Biomar Efico Alpha 790 с содержанием жира 24 %, и самое низкое - в мясе рыбы группы О-4. Так, в мясе рыб 1-й группы контроля сухого вещества содержалось больше, чем у особей групп К-2, О-3 и О-4 соответственно на 1,7 %, 1,04 % и 3,54 %, белка - на 1,69 %, 1,42 %, и 1,85 %, жира на – 15,83 %; 15,11 % и 15,83 %. В мясе форели групп К-1 и О-3 сухого вещества, белка и жира содержалось больше, чем у аналогов групп К-2 и О-4. Таким образом, у форели 1-й и 3-й групп, потреблявших комбикорма, содержащие в своем составе 24,0 % жира, был более оптимальный химический состав тела, сухое вещество в мясе возросло за счет жировой ткани.

Показатели аминокислотного индекса мяса рыб подопытных групп варьировали в узких пределах от 1,03 (группа К-1) до 1,01 (группы К-2, О-3 и О-4). Следовательно, использование опытных комбикормов для молоди радужной форели не оказало отрицательного влияния на аминокислотный состав ее мяса, и было сопоставимо с влиянием на этот показатель кормов импортного производства.

3.2.6 Результаты органолептической оценки мышечной ткани

Данные органолептической оценки показали, что мясо радужной форели опытных групп имело более приятный цвет, отличалось хорошим вкусом, сочностью, нежной консистенцией и мягкостью. По итогам дегустации рыбного бульона, полученного при варке рыбы опытной группы, пришли к выводу, что рыбный бульон во всех группах был аппетитным, ароматным и густым, имел привлекательный цвет и был прозрачен, капельки жира присутствовали в большом количестве. Таким образом, применение в кормлении радужной форели опытных комбикормов не оказало негативного влияния на органолептические свойства ее мяса и бульона.

3.2.7 Интерьерные показатели подопытной форели

Опытные комбикорма не оказали негативного влияния на развитие экстерьера у подопытной форели и были сопоставимы по своему влиянию на пластические признаки рыб с влиянием кормов иностранного производства.

3.2.8 Результаты опыта №2

На втором этапе работы нами ставилась задача определить эффективность использования импортных и опытных отечественных комбикормов в кормлении радужной форели живой массой 950-3100 г. Продолжительность второго опыта составила 50 недель (таблица 6).

Для проведения исследований были сформированы четыре группы радужной форели по 50 голов в каждой живой массой 952,8-954,0 г. Кормление подопытной форели во втором опыте проводилось аналогичными первому опыту комбикормами по принятой изначально схеме.

Таблица 6 – Схема проведения опыта №2

Группа	Количество рыб в группе	Продолжительность опыта, недель/дней	Корм
К-1 (контрольная)	50	50/350	Biomar Efico Alpha790
К-2 (контрольная)	50	50/350	Biomar Efico Alpha717
О-3 (опытная)	50	50/350	Опытный комбикорм № 1
О-4 (опытная)	50	50/350	Опытный комбикорм № 2

Наиболее активными в поедании кормов были особи, потребившие комбикорма компании Biomar Efico Alpha 790 и опытного корма, выработанного по рецепту № 1. При этом было установлено, что форель 1-й группы контроля набирала массу

тела более интенсивно в сравнении с аналогами из всех групп. Так, масса особей группы К-1 в конце опыта была больше, чем у аналогов групп К-2, О-3 и О-4 на 3,14 %, 1,47 % и 6,03 % соответственно. Итоговая ихтиомасса в конце опыта также была выше в группе К-1 по отношению к налогам в других группах соответственно на 5,15 %; 1,47 % и 7,98 %. При этом форель группы О-3 превосходила по ихтиомассе аналогов из групп К-2 и О-4 на 3,74 % и 6,62 % (таблица 7).

Таблица 7 – Рыбоводные показатели радужной форели

Показатель	Группа			
	К-1	К-2	О-3	О-4
Количество в начале опыта, гол	50	50	50	50
Количество в конце опыта, гол	48	47	48	47
Сохранность, %	96	94	96	94
Живая масса в начале опыта, г	953,60± 4,67	953,10± 3,81	954,0± 4,73	952,8± 5,12
Живая масса в конце опыта, г	3183,40± 9,64	3083,55± 10,17	3136,60± 9,18	2991,55± 8,67
Ихтиомасса в конце опыта, кг	152,80	144,93	150,56	140,60
Коэффициент конверсии корма, кг/кг	1,16	1,28	1,17	1,29

Коэффициент конверсии корма в данном опыте оказался наименьшим в 1-й группе контроля и составил 1,16 кг, но при этом, в группе О-3 данный показатель в 1,17 кг корма на 1 кг прироста находился практически на аналогичном уровне. Что касается затрат корма в группах К-2 и О-4, то они были существенно выше на уровнях 1,28 и 1,29 соответственно. Полученное расхождение между парами К-1 и О-3, К-2 и О-4, как и в первом опыте, указывает на более эффективное воздействие на рост рыбы кормов с более высоким уровнем сырого жира и перевариваемой энергии.

3.2.9 Рост и развитие подопытной форели

Оценивая динамику живой массы форели, следует отметить, что рыбы из группы К-1, потреблявшей корм Biomar Elico Alpha 790, на 10-й неделе опыта превышали по данному показателю результаты аналогов из остальных групп соответственно на 1,04 %, 0,17 % и 1,7 %. После 20-ти недель выращивания данные показатели составили 2,32 %, 1,38 % и 3,33 %. После 30-й недели разница составила соответственно 2,86 %, 1,50 % и 4,35 %. На период в 40 недель особи в 1-й группе контроля превышали аналогов на 3,05 %, 1,42 % и 8,16 %, а в 50 недель – на 3,31 %, 1,47 % и 6,03 % (таблица 8).

Таблица 8 – Динамика живой массы подопытной форели, г

Период опыта, неделя	Группа			
	К-1	К-2	О-3	О-4
При постановке	953,6±4,67	953,1±3,81	954,0±4,11	952,8±5,12
5	1172,7±5,02	1165,9±4,70	1171,0±5,16	1160,7±5,11
10	1394,6±4,97	1380,1±4,96	1392,2±5,48	1371,0±5,27
15	1622,8±6,20	1599,2±7,01	1616,2±6,17	1582,8±5,93
20	1857,5±6,39	1814,4±5,98	1831,8±6,02	1795,6±4,02
25	2079,4±5,81	2032,1±6,02	2051,6±5,64	2002,1±4,70
30	2308,2±6,06	2242,1±7,25	2273,5±6,50	2207,9±5,12
35	2527,3±6,34	2456,3±6,22	2493,3±5,63	2408,1±5,90
40	2751,5±7,20	2667,7±5,98	2712,4±6,05	2526,9±6,31
45	2967,1±6,54	2874,2±6,23	2925,9±7,33	2715,9±5,84
50	3183,4±7,19	3083,5±6,96	3136,6±7,69	2991,5±6,25

Следует отметить, что согласно тенденции, выявленной в опыте №1, у форели группы О-3 масса тела была больше, чем у аналогов группы О-4 во все возрастные периоды. После 50 недель выращивания, это различие составило 4,63 %. За 50 недель выращивания абсолютный прирост форели в 1-й группе контроля составил 2229,8 г, что больше чем аналогов других групп в опыте соответственно на 4,45 %, 2,12 % и 8,57 %. У рыб группы О-3 абсолютный прирост был больше, чем у аналогов группы О-4 за весь период опыта на 6,59 %. При этом, среднесуточный прирост живой массы у подопытной форели по периодам выращивания в 1-й группе контроля варьировал от 4,71 г до 6,16 г и во 2-й группе контроля - от 5,90 г до 6,26 г, а в группах О-3 и О-4 – от 6,02 г до 6,40 г и от 5,40 г до 6,08 г (таблица 9).

Таблица 9 – Среднесуточный прирост подопытной форели

Неделя исследования	Группа			
	К-1	К-2	О-3	О-4
При постановке-5	6,26±0,02	6,08±0,03	6,20±0,01	5,94±0,02
5-10	6,34±0,01	6,12±0,02	6,32±0,03	6,01±0,02
10-15	6,52±0,02	6,26±0,03	6,40±0,02	6,05±0,04
15-20	6,71±0,02	6,15±0,02	6,26±0,04	6,08±0,01
20-25	6,34±0,03	6,22±0,04	6,28±0,01	5,90±0,02
25-30	6,54±0,02	6,00±0,03	6,34±0,02	6,58±0,01
30-35	6,26±0,01	6,12±0,02	6,28±0,03	5,72±0,04
35-40	6,41±0,02	6,04±0,04	6,26±0,02	5,68±0,03
40-45	6,16±0,02	5,90±0,02	6,10±0,02	5,40±0,02
45-50	6,18±0,01	5,98±0,03	6,02±0,01	5,56±0,03
При постановке-50	6,37±0,02	6,09±0,02	6,24±0,02	5,82±0,03

В среднем за 50 недель исследований среднесуточный прирост живой массы форели в группе К-1 был выше, чем у аналогов групп К-2, О-3 и О-4 соответственно на 4,53 %, 2,10 % и 8,90 %. Различие среднесуточного прироста форели в группе О-3 по сравнению с аналогами из группы О-4 составило 8,27 %. Установлено, что по относительному приросту массы форель в группах К-1 и О-3 превосходила своих аналогов в группах К-2 и О-4 на всём протяжении периода выращивания.

3.2.10 Экстерьерные особенности подопытной форели

По результатам опыта № 2 следует заключить, что радужная форель, потреблявшая комбикорм компании Биомар и опытный комбикорм, выработанный по рецепту №1 (24,0 % жир) характеризовалась более оптимальными показателями таких индексов телосложения как упитанности, обхвата и толщины тела.

3.2.11 Гематологические показатели подопытной радужной форели

Наиболее оптимальными показателями крови, как содержание эритроцитов, гемоглобина и лейкоцитов, характеризовалась форель, потребляющая комбикорм Биомар Efico Alpha 790 и опытный комбикорм, выработанный по рецепту №1.

3.2.12 Химический состав мяса радужной форели

Наиболее высокое содержание сухого вещества и жира в мясе было у рыб, потреблявших комбикорм Биомар Efico Alpha 790 и опытного комбикорма, выработанного по рецепту № 1. В мясе форели группы К-1 сухого вещества содержалось больше, чем у аналогов остальных групп в опыте на 0,41 %; 0,16 % и 0,03 %, белка на 0,27 %; 0,25 % и 0,54 %. Жира в мясе рыб группы О-3 содержалось больше, чем у рыб-аналогов в группах К-1, К-2 и О-4 на 0,11 %; 0,19 % и 0,53 % соответственно. Наблюдалась тенденция к увеличению минеральных веществ в мясе рыб групп К-1 и О-4.

Таким образом, использование в кормлении радужной форели как комбикормов от компании Biomar, так и опытных комбикормов способствовало практически идентичному химическому составу тела форели во всех группах.

3.2.13 Экономическая эффективность производства иктиомассы радужной форели

3.2.13.1 Экономический эффект опыта №1

Ввиду относительно более низкой стоимости опытных кормов по сравнению с импортной продукцией, себестоимость 1 кг рыбы составила по контрольным группам соответственно 296,8 руб. и 305,3 руб., а в опытных – 294,1 руб. и 305,2 руб. При этом себестоимость производства для аналогичных по питательности кормов оказалась практически идентичной и различалась в паре О-3 против К-1 на 0,91 %, а в паре О-4 против К-2 на 0,03 % в пользу опытных кормов. Полученные данные по рентабельности от применения импортных кормов в сравнении с опытными отечественными также мало различаются и составляют соответственно 1,4 % и 0,4 % в пользу последних.

3.2.13.2 Экономический эффект опыта №2

На итоговый финансовый результат выращивания повлияла стоимость отечественных опытных кормов, которая при практически аналогичном коэффициенте конверсии корма позволила получить более высокую прибыль в опыте: плюс 685 рублей суммарно по соотношению «весь отечественный корм / весь импортный корм».

Полученные показатели свидетельствуют о возможности эффективного использования отечественных кормов, созданных на основании современных подходов к аналитике сырья, к параметрам питательности рецептов.

3.2.14 Результаты производственного испытания

Полученные рыбоводно-биологические и экономические показатели производственного испытания свидетельствуют о схожести результатов использования аналогичных по питательности кормов иностранного производства и отечественных опытных кормов, созданных на основании современных подходов к кормлению.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из результатов анализа и обобщения материалов экспериментальных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Проведение аналитики кормового сырья животного и растительного происхождения по фактическому качеству с помощью таким современных методов оценки, как высокоэффективная жидкостная хроматографии и инфракрасный анализ, позволило использовать наиболее точные данные для последующего расчёта оптимальных рецептов комбикормов № 1 и № 2 с помощью программного комплекса «Корм Оптима». Оптимизация рецептов под заданные показатели по минимальной стоимости позволила получить более низкую стоимость опытных кормов по отношению к импортным аналогам: 111 рублей за рецепт №1 против 120 рублей за корм Biomar Efico Alpha и 107 рублей за рецепт №2 против 114 рублей корм Biomar EficoAlpha 717.

2. Использование научно-обоснованного профиля аминокислот в опытных кормах позволило не только получить сопоставимые аналитические данные по анализу готовых кормов, но и следовать современным подходам к формированию рецептов кормов без балансирования минимального уровня сырого протеина, что является на сегодняшний день актуальным с точки зрения снижения выбросов несвоенного азота в окружающую среду. Отсутствие в расчёте рецептов мини-

мального уровня сырого протеина также положительно повлияло на итоговую стоимость опытных кормов.

3. Из используемых импортных и опытных отечественных комбикормов радужной форели более высокие рыбоводные показатели выявлены за оба периода выращивания в 1-й (контрольной, К-1) и 3-й (опытной, О-3) группах, где использовали комбикорма, содержащие в своём составе 24,0 % жира и, как следствие, более высокий уровень переваримой энергии. Комбикорма в группах К-2 и О-4 с более низким содержанием сырого жира (около 21 %) также показали схожие результаты за оба периода эксперимента, но полученные показатели, по итогу, уступали более насыщенным жиром и энергией кормам.

4. За период проведения первого и второго опыта такие важные рыбоводно-биологические показатели, как итоговая живая масса, прирост ихтиомассы и коэффициент конверсии корма у рыб 1-й контрольной группы на корме Efico Alpha 790 были больше, чем у форели в других группах, что свидетельствует о высоком уровне научных исследований компании Biomar по всем аспектам, связанным с питательностью и усвояемостью кормов. Однако, глубокий и детальный подход к оценке качества сырья и параметрам питательности, указанный выше в п.п. 1 и 2, позволил опытному корму № 1 максимально приблизиться к показателям, полученным при выращивании рыб на корме Biomar Efico Alpha 790.

5. Состав испытываемых комбикормов оказал влияние на химический и биохимический состав мяса подопытной форели, определённый в опыте № 1. В средней пробе мяса рыб 1-й группы контроля, потреблявших комбикорм компании Biomar Efico Alpha 790, в сравнении с аналогами групп К-2, О-3 и О-4 сухого вещества содержалось больше на 0,50; 0,28 и 0,95%, белка – на 0,32; 0,27 и 0,35%, жира на 0,19; 0,03 и 0,11 %. По уровню незаменимых аминокислот мясо форели в группе К-1 превышало уровень таковых в остальных группах эксперимента на 4,18; 2,70 и 6,13 % соответственно. Мясо форели группы О-3 в сравнении с аналогами в группах К-2 и О-4 также содержало больше сухого вещества (на 0,83 и 2,52 %), белка (на 0,27 и 0,43 %), жира (на 2,40 и 10,30 %) и незаменимых аминокислот (на 1,52 и 3,52 %). Аналогичная закономерность наблюдалась по химическому и биохимическому составу мяса рыб и в опыте № 2. Существенных различий по показателям органолептической оценки мяса по группам подопытной форели не установлено.

6. У подопытной форели, потреблявшей испытываемые корма не выявлено существенных различий в 1-м и 2-м опытах по интерьерным показателям. Все изучаемые показатели варьировали в пределах физиологических норм.

7. Форель в зависимости от состава потребляемого комбикорма имела определённые различия по экстерьерным показателям. В первом опыте у особей группы К-1 в сравнении с аналогами из групп К-2 и О-4 длина тела была больше на 1,38 и 3,04 %, высота тела – на 3,39 % и 5,17%, толщина тела на 3,33 % и 4,41 %, а обхват тела - на 1,67-1,25 %. Представители группы О-3 превосходили аналогов групп К-2 и О-4 по длине тела на 0,46 % и 2,10 %, высоте тела на 1,69 % и 0,35 %, и обхвату тела на 1,67 % и 1,25 %. В целом, у рыб групп К-1 и О-3, содержащих более высокий процент жира и уровень переваримой энергии, были выше индексы упитанности, толщины и обхвата, характеризующие мясность их тушек. Аналогичный результат по экстерьерным показателям выявлен и во втором опыте.

8. Гематологические показатели форели по группам варьировали в пределах физиологических норм, что указывает на ее хорошее физиологическое состояние. Отмечена положительная тенденция превышения показателей содержа-

ния в крови эритроцитов, лейкоцитов и гемоглобина у рыб 1 контрольной групп в сравнении с аналогами групп К-2 и О-4. В сыворотке крови форели групп К-1 и О-3 в сравнении с группой К-2 содержалось белка больше на 3,0 % и 3,5 %, а в сравнении с группой О-4 – больше соответственно на 3,3 % и 2,8 %. В том числе альбуминов содержалось больше соответственно на 7,80 %; и 5,07 % и 10,70 %, триглицеридов на 3,38 %; 0,68 % и 3,91 %; 1,20 % и холестерина – на 0,84 %; 0,24 % и 3,27 %; 2,66%. Аналогичная закономерность по гематологическим показателям наблюдалась у подопытной форели во втором опыте.

9. Анализ микрофлоры кишечника подопытной форели при общем благополучии ее состояния показал наличие ряда групп микроорганизмов и грибов рода *Candida*. Незначительное повышение фоновой микрофлоры кишечника отмечено у рыб групп К-1 и О-4 по *E. coli*, лактозо-негативным стафилококкам и условно-патогенным энтеробактериям *Citrobacter braakii*. В целом, опытные образцы комбикормов, не оказали негативного влияния на микрофлору кишечника форели.

10. Использование опытных комбикормов, разработанных на основе современных научных подходов к структуре и питательности кормов экономически обосновано. Несмотря на тот факт, что наиболее высокие рыбоводно-биологические показатели были получены при использовании комбикорма импортного производства *Biomar Eficо Alpha 790* с высоким содержанием в их составе жира в 24.0 %, аналогичный по питательности опытный корм отечественного производства №1 оказался несколько более экономически выгодным по причине более высокой стоимости импортного комбикорма при выращивании форели. Практически схожие коэффициенты конверсии корма для первого опыта (0,924 и 0,933) и для второго опыта (1,16 и 1,17) при более низкой стоимости отечественного корма позволили получить более привлекательный уровень рентабельности выращивания форели на 1,4 % и 0,9 % в первом и втором опытах соответственно.

11. Результаты производственных испытаний по эффективности использования импортных и опытных комбикормов подтвердили экспериментальные результаты исследований о целесообразности скармливания радужной форели разработанных соискателем комбикормов на основании современных подходов к параметрам питательности кормов и аналитических данных по фактической питательности сырьевых компонентов.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

В регионе Нижнего Поволжья в условиях УЗВ экономически целесообразно использовать в кормлении радужной форели отечественные комбикорма, разработанные на отечественном сырье животного и растительного происхождения, на основе самых современных подходов к формированию рецептов кормов и максимального использования аналитических методов оценки фактического качества входящего сырья, что позволит повысить уровень рентабельности производства ихтиомассы при существующей разнице в стоимости кормов импортного и отечественного производства при выращивании молоди от 105 г до 950 г на 0,4-1,4 % и при выращивании от 950 г до 3200 г на 0,4-0,9 %. При выращивании форели наиболее эффективно использовать комбикорма с содержанием сырого жира на уровне не менее 24,0 %.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАБОТЫ

Перспективными по данной теме являются исследования, направленные на более глубокое изучение характеристик как традиционных, так и нетрадиционных кормовых средств по степени усвоения содержащихся в них аминокислот, на со-

вершенствование рецептур кормов во взаимосвязи с технологическими параметрами производства рыбных кормов и особенностями производственных линий различных поставщиков оборудования, на разработку более экономически выгодных программ кормления рыб на основе максимальной оптимизации рецептов комбикормов и снижения их себестоимости.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Публикации в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Оптимизация питательной ценности экструдированных кормов для форели с использованием кристаллических аминокислот / **А. Э. Японцев**, С. В. Чехранова, Ю. М. Батракова [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – № 4(64). – С. 275-282.

2. Результаты сравнительных исследований экструдированных кормов для форели / С. О. Шаповалов, Е. В. Корнилова, В. В. Шкаленко, **А. Э. Японцев** // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2022. – № 1(68). – С. 122-127.

Статьи, опубликованные в других изданиях:

3. Разработка и эффективность использования комбикормов для ценных пород рыб / Ю. М. Батракова, И. Ю. Даниленко, **А. Э. Японцев**, С. Ю. Лебедев // Аграрная наука и инновационное развитие животноводства - основа экологической безопасности продовольствия: Национальная научно-практическая конференция: сборник статей, Саратов, 25–26 мая 2021 года. – Саратов: ООО "Центр социальных агроинноваций СГАУ", 2021. – С. 3-6.

4. Использование низкочастотных комбикормов в кормлении ценных пород рыб / А. В. Ранделин, Ю. М. Батракова, И. Ю. Даниленко, **А. Э. Японцев** // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в современных экономических условиях: Материалы Международной научно-практической конференции, Волгоград, 10–12 февраля 2021 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2021. – С. 351-355.

5. Батракова, Ю. М. Нетрадиционная кормовая добавка в кормлении ценных пород рыб / Ю. М. Батракова, **А. Э. Японцев** // Материалы XXV региональной конференции молодых исследователей Волгоградской области: Материалы конференции, Волгоград, 24–26 ноября 2020 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2021. – С. 98-100.

6. Японцев, А. Э. Разработка и использование полнорационных комбикормов для ценных пород рыб / **А. Э. Японцев**, Ю. М. Батракова // 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.

7. Разработка и использование полнорационных комбикормов для ценных пород рыб / А. В. Ранделин, Ю. М. Батракова, **А. Э. Японцев**, Ю. В. Сошкин // Научное обоснование стратегии развития АПК и сельских территорий в XXI веке: материалы Национальной научно-практической конференции, Волгоград, 10 ноября 2020 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2021. – С. 242-247.