

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

На правах рукописи

АНДРЕЕВА ИРИНА АЛЕКСАНДРОВНА

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГОРЧИЧНОГО БЕЛОКСОДЕРЖАЩЕГО
КОРМОВОГО КОНЦЕНТРАТА «ГОРЛИНКА»
В КОРМЛЕНИИ КАРПА**

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

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
доцент А.К. Карапетян

Волгоград – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	10
1.1 Современное развитие аквакультуры в России и мире	10
1.2 Особенности кормления карпа	14
1.3 Нетрадиционные кормовые источники белка растительного происхождения в кормлении объектов аквакультуры	22
2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ.....	41
3 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	47
3.1 Оценка кормовой ценности подсолнечного жмыха и горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка».....	47
3.2 Использование горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в кормлении молоди карпа	55
3.2.1 Условия проведения первого научно-хозяйственного опыта	55
3.2.2 Рыбоводные показатели при выращивании карпа.....	60
3.2.3 Гематологические показатели рыбы	64
3.2.4 Товарные качества карпа.....	68
3.2.5 Органолептическая оценка молоди карпа	75
3.2.6 Анатомическое развитие внутренних органов молоди карпа	76
3.2.7 Экономическая эффективность выращивания карпа	79
3.3 Использование горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в кормлении взрослого карпа	81
3.3.1 Условия проведения второго научно-хозяйственного опыта	81
3.3.2 Рыбоводные показатели при выращивании карпа.....	84

3.3.3 Гематологические показатели рыбы	88
3.3.4 Товарные качества карпа.....	93
3.3.5 Органолептическая оценка мышечной ткани	98
взрослых особей карпа.....	98
3.3.6 Анатомическое развитие внутренних органов взрослого карпа	100
3.3.7 Оценка состояния микробиоты карпа.....	103
3.3.8 Экономическая эффективность выращивания карпа	105
4 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ АПРОБАЦИЯ	108
5 ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ	111
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	118
ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ	120
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО ИССЛЕДОВАНИЯ.....	120
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	121
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	146

ВВЕДЕНИЕ

Современное рыбоводство – это комплексная отрасль, опирающаяся на передовые технологии и научные достижения [80, 101, 145]. Цель аквакультуры, варьируясь от привычных прудовых ферм до передовых замкнутых систем, заключается прежде всего в обеспечении населения страны высококачественной продукцией. Наряду в этом аквакультура стремится к оптимизации производственных процессов и минимизации воздействия на окружающую среду [103].

Для аквакультуры критически важно обеспечить рыбу сбалансированным рационом, поскольку это напрямую определяет их рост, развитие и здоровье. Как недостаток, так и избыток питательных элементов в рационе, приводят к замедлению роста, ослаблению иммунитета и падению продуктивности [13]. Следовательно, формирование сбалансированных рационов, отвечающих физиологическим особенностям рыб, представляет собой чрезвычайно важный элемент достижения положительных результатов.

Благодаря своим исключительным природно-климатическим особенностям, Россия обладает существенным потенциалом для развития рыбоводства и создания надежной основы для кормления рыб [94]. Необходимость исследования и внедрения альтернативных источников белковых кормов продиктована возрастающей стоимостью и дефицитом общепринятых компонентов, включая рыбную муку, а также шроты и жмыхи сои и подсолнечника [17, 24, 54]. Решение проблемы нехватки белка в рыбных комбикормах возможно благодаря использованию переработанных семян масличных культур – горчицы, рапса, сурепицы и рыжика [6, 67]. Данные растительные компоненты не только снижают затраты, но и способствуют более экологичному производству, поскольку их получение требует меньше ресурсов по сравнению с кормами животного происхождения [132, 143].

На основании вышеизложенного, мы считаем целесообразным исследование по включению горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в рацион карпа.

Степень разработанности темы. Представленные в диссертационной работе исследования фокусируются на эффективности инновационных разработанных нами рецептур комбикормов. Ключевым аспектом в разработанных комбикормах является замена традиционного подсолнечного жмыха на горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» как альтернативный источник питания. Актуальность данного исследования обусловлена значительной ролью аквакультуры в производстве рыбопродукции и необходимостью непрерывного совершенствования кормовых технологий. Поиск и разработка новых альтернативных кормовых источников, а также совершенствование методов детоксикации антинутриентов в их составе и оценка их влияния на здоровье и продуктивность рыб являются предметом многолетних научных изысканий отечественных исследователей, включая Пономарева С.В. (2006-2025 гг.), Ю. А. Гусеву (2018-2025 гг.), А. А. Бахареvu и Ю. Н. Грозеску (2006-2025 гг.), В. Г. Калмыкова (2016-2017 гг.), А. А. Васильева (2022-2025 гг.), Ю.И. Есавкина (2022-2024 гг.), И. В. Поддубную (2022-2025 гг.), С. И. Николаева, А. К. Карапетян и С. В. Чехранову (2006-2023 гг.).

Полученные данные обладают существенной ценностью с точки зрения экологии, экономики, технологий и социальной сферы.

Цель и задачи исследования. Цель исследования – повышение продуктивности карпа посредством применения в комбикормах горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка».

Задачи исследования были поставлены следующие:

1. Провести детальный анализ химического состава и питательной ценности горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» и подсолнечного жмыха.

2. Оценить воздействие горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» на рыбоводные показатели, качество товарной продукции и химический состав филе карпа.

3. Изучить изменения в гематологических показателях, внутренних органах и составе кишечной микрофлоры карпа при использовании горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка».

4. Установить экономическую выгоду при использовании горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в комбикормах для карпа.

Научная новизна работы. Данное исследование впервые продемонстрировало, что включение горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в рацион карпа, выращиваемого в садках, значительно улучшает прирост массы и выживаемость рыбы, одновременно снижает кормовой коэффициент. В ходе исследования был установлен положительный эффект от использования горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в комбикормах на такие важные показатели, как состав микробиоты кишечника, гематологические параметры, гистологические срезы внутренних органов, а также химический и аминокислотный состав мышечной ткани карпа. Полученные данные подтвердили экономическую эффективность применения горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в рационе карпа.

В рамках работы были разработаны новые рецептуры комбикормов, где горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» использовался как альтернатива подсолнечному жмыху.

Теоретическая и практическая значимость исследований. В рамках проведенных исследований было представлено научное обоснование и получено экспериментальное подтверждение целесообразности включения в комбикорма горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка».

Работа способствует расширению научных знаний о том, как местные альтернативные кормовые источники могут заменить в рационах дорогостоящее традиционное кормовое сырье, при этом положительно воздействуя на рыбопродуктивность, качество рыбной продукции и биохимические процессы, протекающие в организме карпа.

Исследование показало, что включение в рацион горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» является эффективным инструментом для оптимизации продуктивных качеств карпа. Наблюдалось увеличение прироста массы тела молоди и взрослой рыбы на 1,67-4,26 % и 8,67-12,92 % и выхода мышц – на 1,78-6,35 % и 1,85-6,10 %, сокращение кормового коэффициента – на 2,48-7,44 % и 10,76-15,82 %, улучшение гематологических показателей и микрофлоры кишечника, что привело к росту рентабельности выращивания карпа на 4,11-11,40 % и 8,47-13,96 %.

Методология и методы исследований. При проведении исследования мы опирались на научные достижения, описанные в трудах ведущих отечественных и зарубежных специалистов по изучаемой теме. Для получения данных был применён комплекс методов, включающий как универсальные подходы, так и специализированные методики: зоотехнические, гематологические, гистологические, микробиологические, органолептические, морфологические, биометрические и экономические. Результаты экспериментальной части были проанализированы с помощью вариационной статистики и критериев Стьюдента, что позволило определить достоверность выводов на трёх уровнях значимости.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Содержание питательных веществ в горчичном белоксодержащем кормовом концентрате «Горлинка» выше в сравнении с подсолнечным жмыхом.

2. Применение горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в комбикормах положительно сказывается на рыбоводных характеристиках и пищевой ценности мышечной ткани карпа.

3. Введение горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в состав комбикормов положительно влияет на гематологический профиль и состав микробиоты кишечника карпа.

4. Доказана экономическая эффективность от использования комбикормов с разным процентом ввода горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» для карпа.

Апробация работы и степень достоверности результатов.

Полученные результаты опираются на комплексное применение современных методов исследования. Обоснованность выводов подтверждается всесторонним рассмотрением предмета в ходе научно-производственных опытов. Научные положения, выводы и рекомендации подкреплены верифицированными фактическими данными, представленными в виде таблиц и рисунков. Статистическая обработка эмпирического материала осуществлялась в соответствии с общепринятыми методиками с использованием программного обеспечения пакета Microsoft Office.

Основные положения и результаты исследований диссертационной работы доложены, обсуждены и получили положительную оценку на конференциях и конкурсах различного уровня: III Международной научно-практической конференции, посвященной памяти первого Президента Кабардино-Балкарской Республики Валерия Мухамедовича Кокова (Нальчик, 18-20 марта 2023 года), XII Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 215-летию СПбГУВМ (Санкт-Петербург, 23-24 ноября 2023 года), Международной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию со дня основания ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Волгоград, 08-09 февраля 2024 года), XVIII Международной научно-практической конференции молодых исследователей (Волгоград, 20-22 марта 2024 года), Международной научно-практической

конференции «Стратегические направления и проекты эколого-экономического и социального развития регионов» (Москва, 27 марта 2024 года), Национальной научно-практической конференции «Научное обоснование стратегии цифрового развития АПК и сельских территорий» (Волгоград, 12 декабря 2024 года), Всероссийском конкурсе на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых аграрных образовательных и научных организаций России (Волгоград, 2025-2026 гг.; Владикавказ, 2025 г.; Рязань, 2025 г.), XXIX региональной конференции молодых ученых и исследователей Волгоградской области (с международным участием) (Волгоград, 12 ноября 2025 года), Национальной конференции, посвященной 80-летию со дня образования Волгоградского ГАУ, 25-летию ООО ГК «МегаМикс» и 25-летию ООО «БИОТРОФ» (Волгоград, 26-27 ноября 2025 года), Международной научно-практической конференции «Наука сегодня: актуальные исследования» (Петрозаводск, 06 октября 2025 года).

Публикации результатов исследований. По материалам диссертации опубликовано 13 научных работ, в том числе 3 статьи в изданиях, включенных в перечень ведущих рецензируемых научных журналов, утвержденных ВАК Министерства науки и высшего образования России и рекомендованных для публикации основных научных результатов диссертации на соискание ученой степени.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 152 страницах компьютерного текста, состоит из введения, обзора литературы, материала и методики исследований, результатов собственных исследований, обсуждений результатов исследований, заключения, предложения производству, перспектив дальнейшего исследования, списка использованной литературы (включает в себя 154 литературных источника, из них 27 на иностранных языках) и приложения. В работе описано 38 таблиц, имеется 17 рисунков.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Современное развитие аквакультуры в России и мире

Аквакультура представляет собой отрасль по разведению, уходу и выращиванию рыб и иных водных организмов, растений и водорослей, которое выполняется полностью или частично под контролем человека [80].

Основная цель этой деятельности – производство, восстановление запасов водных биологических ресурсов, охрана их биоразнообразия и обеспечение рекреационных нужд [5].

Данная отрасль стремительно прогрессирует в различных странах, согласно данным ФАО, оказывает влияние на экономику 202 стран и регионов.

Потребление рыбы и морепродуктов играет важную роль в глобальном обеспечении продуктами питания [29, 138]. Согласно данным ФАО, рыба составляет 17 % животного белка в диете людей по всему миру, а также 7 % от общего потребления белка [130]. С учетом активного развития аквакультуры, спрос на рыбную продукцию также увеличивается. За период с 1961 по 2016 год рост потребления рыбы в мире (3,2 %) превысил темпы увеличения численности населения (1,6 %) и оказался выше, чем рост потребления других видов мяса. На душу населения потребление рыбы возросло с 9,0 кг в 1961 году до 20,5 кг в 2018 году.

Рыбохозяйственный сектор России всегда имел важное значение для экономики страны, однако долгое время поставка рыбной продукции осуществлялась посредством рыболовства: сначала во внутренних водах, а затем и в океанах. Рыбоводство играло второстепенную роль в этом процессе, что привело к его недостаточному развитию в настоящее время, не соответствующему потенциальным возможностям этой области [121].

Современное развитие аквакультуры представляет собой комплексный многоаспектный процесс, охватывающий научные исследования, внедрение инновационных технологий и устойчивое управление природными ресурсами. В последние десятилетия аквакультура приобрела важное значение как одна

из ключевых составляющих продовольственной безопасности и устойчивого рыбоводства [31, 140].

В Российской Федерации аквакультура существенно уступает по уровню развития как животноводству, так и морскому рыболовству: её доля в общем объёме источников животного белка не достигает и 1 %. Статистические данные за 2021 год демонстрируют, что совокупный объём выращенных объектов аквакультуры и рыбопосадочного материала составил 357 тысяч тонн, что эквивалентно лишь 0,4 % от общемирового показателя. Среди ключевых причин замедленного развития отрасли можно выделить: неблагоприятные природно-климатические условия на большей части территории страны; острый дефицит высококачественного рыбопосадочного материала с хорошими продуктивными характеристиками; узкий ассортимент и недостаточно высокое качество отечественных рыбных кормов; существенную зависимость от импорта отдельных видов кормов, кормовых добавок и специализированного технологического оборудования; недостаточный масштаб проводимых научных исследований в данной области; а также нехватку квалифицированных специалистов, обладающих профильной компетенцией в сфере аквакультуры [1].

По данным ФАО, аквакультура является самым быстрорастущим сектором производства пищевых продуктов в мире. В последние десятилетия наблюдается значительный рост объемов производства в аквакультуре. Основными объектами разведения являются карповые, тилапия и лососевые виды рыб [106].

Е. И. Хрусталева, Т. М. Курапова, О. Е. Гончаренко и К. А. Молчанова говорят о необходимости уделять особое внимание развитию аквакультуры [107].

В свою очередь, К. В. Петров, И. Г. Андреева, М. Г. Метелева отмечают необходимость учета региональных особенностей при развитии аквакультуры, что способствует лучшему адаптивированию методов к местным условиям [79].

Россия, являясь владелицей наибольшего в мире водного ресурса внутренних водоемов и морских прибрежных акваторий, имеет возможность такого направления использования биологических ресурсов, как рыболовство, где формирование ресурсов зависит от различных факторов: природных, климатических и антропогенных.

В водах России можно встретить 295 видов пресноводных рыб. В промысловых уловах рек, озер, водохранилищ обнаружены представители 87 видов рыб. Искусственное разведение в пресной воде России включает 48 видов рыб, 3 вида ракообразных и 12 видов морских организмов.

Сохранение запасов внутренних водоемов в настоящее время, главным образом, осуществляется благодаря разведению искусственным путем

В России в сфере промышленного рыбоводства разводят свыше 40 разновидностей, гибридов и видов карповых, лососевых, осетровых, сиговых и других рыб, которые подходят для разведения в различных климатических и технологических условиях [139, 144].

Ключевым направлением развития аквакультуры в нашей стране является создание новых рыбоводческих участков и их передача в аренду.

С учетом возможностей, подходящих для быстрого роста этой отрасли, ведется планомерная работа с применением научных методов и геоинформационного анализа для выявления водоемов и их участков, пригодных для аквакультуры.

По итогам анализа, проведенного территориальными подразделениями Росрыболовства, удалось организовать рыбоводство на площади свыше 250 тысяч гектаров.

Основными регионами, которые поставляют рыбопосадочный материал, являются Центральный федеральный округ (8,4 тонны), Северо-Западный федеральный округ (7,1 тонны) и Южный федеральный округ (9,3 тонны). Правительство России, Министерство сельского хозяйства и Росрыболовство принимают меры, направленные на увеличение объемов аквакультурного производства. В 2013 году был принят закон, регулирующий аквакультуру,

который стал основой для развития данной отрасли, также были реализованы различные постановления и распоряжения для выполнения этого закона и разработана специальная программа по развитию аквакультуры. Эти меры способствовали росту производства рыбы в 2014 году.

Аквакультура в России развивается достаточно динамично, особенно в последние годы. Объемы производства продукции аквакультуры увеличиваются, при этом наблюдается переориентация на разведение более ценных видов рыб.

Согласно данным Росрыболовства, в 2023 году производство аквакультуры в России достигло 402 тыс. тонн, что почти на 5 % выше, чем годом ранее, и в два раза больше, чем десять лет назад.

Несмотря на положительные тенденции, отрасль сталкивается с рядом проблем, в их числе:

- недостаточное финансирование и инвестиции: отсутствие достаточных финансовых вложений замедляет внедрение современных технологий и расширение производственных мощностей;
- устаревшая инфраструктура: многие рыбоводные хозяйства нуждаются в модернизации для повышения эффективности производства;
- ограниченный доступ к современным технологиям: недостаток инновационных решений препятствует повышению производительности и качества продукции [64].

Таким образом, аквакультура занимает ключевое место в современном обеспечении продовольственной безопасности и удовлетворении потребностей растущего населения в качественной рыбной продукции. Однако её успешное развитие требует комплексного подхода, включающего экологические, технологические и социальные аспекты. Современные исследования показывают, что устойчивый рост этой отрасли возможен благодаря внедрению инновационных технологий, оптимизации кормовых систем и генетических улучшений, а также усиленному вниманию к экологическим и социальным вызовам.

1.2 Особенности кормления карпа

Одной из ключевых проблем в искусственном выращивании рыбных ресурсов как в открытых водоемах, так и в системах замкнутого водоснабжения является организация кормления [20, 53, 81].

Рацион карпа обыкновенного в естественной среде обитания включает разнообразные источники питания, охватывающие различные экологические ниши. Основу диеты составляют организмы, обитающие в донных отложениях (зообентос), в водной толще (зоопланктон), а также сообщества, населяющие подводную растительность и погруженные части высших растений (перифитон). Кроме того, карп потребляет остатки высших растений, их семена и детрит, играющий важную роль в питании многих пресноводных рыб.

В качестве пищевых объектов карп использует различные группы беспозвоночных и мелких позвоночных, характерных для пресноводных экосистем.

Использование различных пищевых ресурсов зависит также от возраста и размера карпа. Молодые особи, как правило, питаются более мелким зоопланктоном, тогда как взрослые особи способны потреблять более крупных беспозвоночных и даже мелкую рыбу.

При использовании садковых технологий применяются гранулированные или экструдированные комбинированные корма. В их состав входит более 60 различных компонентов, включая витаминные комплексы, минеральные вещества, антиоксиданты, связующие добавки, укрепляющие структуру корма, а также натуральные или синтетические каротиноиды, такие как астаксантин и крилевая мука. Дополнительно корма обогащаются лекарственными средствами и биологически активными добавками, способствующими улучшению переваривания питательных веществ. Для повышения привлекательности корма в него добавляют

вещества, усиливающие запах и формирующие приятные вкусовые характеристики [68].

Правильное кормление карпа (*Cyprinus carpio*) играет ключевую роль в обеспечении его здоровья, быстрого роста и высокой продуктивности в условиях аквакультуры [8, 17, 43, 61].

Сбалансированный рацион способствует не только эффективному набору массы, но и повышает устойчивость рыбы к заболеваниям, улучшает качество мяса и снижает негативное воздействие на окружающую среду [14].

Однако предприятия сталкиваются с такой проблемой, как рост цен на традиционное сырье, которое используют для приготовления кормов, а именно рыбную муку и жир, что в свою очередь приводит к снижению рентабельности производства [94, 108].

Основными компонентами кормов для карпа являются белки, жиры, углеводы, витамины и минералы. Белки особенно важны для роста и развития рыбы; их источниками служат рыбная мука, соевый шрот и другие высокобелковые ингредиенты [17].

Высокое содержание белка в корме (40-50 %) не всегда обеспечивает оптимальные результаты при выращивании рыбы, поскольку ключевым фактором является качество белка, а не его количество [49, 77, 98].

Источники белка могут быть животного, растительного или микробного (кормовые дрожжи) происхождения. Их качественные характеристики определяются аминокислотным составом [6, 26].

Кормление карпа – сложный и многогранный процесс, требующий глубокого понимания потребностей этой ценной промысловой рыбы. Среди множества факторов, определяющих успех карповодства, особое значение занимают аминокислоты – строительные блоки белков, абсолютно незаменимые для жизни [36].

Аминокислоты участвуют во множестве процессов, происходящих в организме карпа. Они необходимы для роста и развития, синтеза ферментов, гормонов и антител, а также для поддержания иммунной системы и

регенерации тканей. Дефицит хотя бы одной незаменимой аминокислоты может серьезно замедлить рост карпа, снизить его устойчивость к болезням и ухудшить качество мяса [90].

На ранних этапах развития рыб они также служат основным источником энергии. В аквакультуре широко используется концепция «идеального» кормового белка, который определяется как белок с оптимально сбалансированным аминокислотным составом, наиболее точно удовлетворяющим потребности организма.

Особое внимание уделяется содержанию незаменимых аминокислот, которые не могут синтезироваться в организме рыб [78].

К таким аминокислотам относятся аргинин, гистидин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, фенилаланин, треонин, триптофан и валин. Условно незаменимыми считаются цистеин и тирозин, которые синтезируются соответственно из метионина и фенилаланина. Также к этой категории относится серосодержащий таурин, образующийся из цистеина и не входящий в состав белков.

Дефицит аминокислот в рационе приводит к нарушениям обмена веществ, гомеостаза, репродуктивных функций, поведения, а также к снижению иммунитета и устойчивости рыб к заболеваниям [60].

Растительный белок часто недостаточен из-за отсутствия всех незаменимых аминокислот и низкого содержания отдельных из них (например, лизина и метионина), что делает его неспособным удовлетворить потребности рыб при использовании в качестве основного компонента корма. Белки животного происхождения, как правило, включают полный набор незаменимых аминокислот, но оценка их качества только на основании этого критерия неполна. Важное значение имеет также количественное содержание аминокислот в кормовом ингредиенте [123].

Белки играют решающую роль в росте и развитии карпа, обеспечивая синтез тканей и ферментов. Основными источниками белка в кормах для карпа являются:

- Рыбная мука: содержит высококачественный протеин с полным набором незаменимых аминокислот, необходимых для роста рыбы.

- Соевый шрот: отличается высокой биологической ценностью белков благодаря содержанию незаменимых аминокислот, особенно лизина. Однако присутствие ингибитора трипсина может снижать переваримость питательных веществ, поэтому рекомендуется термическая обработка для его деактивации.

- Подсолнечный шрот: содержит 40-44 % сырого белка и хорошо поедается рыбами. В полноценных кормах для карпа его содержание может достигать 30-40 %.

К альтернативным источникам зообелка чаще всего относят следующие виды насекомых и червей: личинки двукрылой мухи (*Hermetia illucens*), домашней мухи (*Musca domestica*), личинки мучного хрущака (*Tenebrio molitor*), жука (*Zophobas morio*), саранча и кузнечики (*Acrididae*), сверчки (*Gryllidae*) и куколки тутового шелкопряда (*Bombyx mori*) [59, 116, 133, 135, 147, 148, 149, 154].

Последние 35 лет изучается использование дождевых червей (*Lumbricidae*) как альтернативного белка в кормах для рыб. Сухое вещество червей (16-20 % от свежего) богато белками (55-70 %), превосходящими мясо и рыбную муку по содержанию незаменимых аминокислот (лизин, метионин). Также присутствуют жиры, углеводы, минералы и витамины. Исследования на сомах показали, что замена 50 % рыбной муки на муку из дождевых червей увеличивает прибавку в весе. Аналогичные положительные результаты получены при использовании 25-30 % муки из дождевых червей в рационах форели [47, 146].

В аквакультуре, особенно при выращивании карпа, ключевым фактором успеха является оптимальное питание. Традиционно, рыбная мука (РМ) занимала центральное место в рационах карповых, обеспечивая необходимый набор аминокислот и жирных кислот. При этом цена на данный кормовой продукт высокая, в связи с этим необходимо осуществлять поиск альтернативных кормов.

Одним из таких кормовых источников белкового происхождения является мука из личинок чёрной львинки. Проведенные научно-хозяйственные опыты позволили выявить, что разработанные рецепты комбикормов с мукой из личинок в кормлении карпа не уступают, а в некоторых моментах даже превосходили рыбоводные показатели, такие как живой вес и конверсия корма.

Мука из криля богата не только белком, но и жирными кислотами, такими как Омега-3, каротиноидами, что улучшает цвет тушки рыб.

Кровяная и перьевая мука являются продуктами переработки отраслей животноводства и птицеводства и также могут использоваться в кормлении карпа [99].

Жиры обеспечивают организм энергией и поддерживают иммунную систему, а углеводы являются основным источником энергии. Витамины и минералы необходимы для нормального функционирования организма и предотвращения различных заболеваний [74].

Растительное масло является хорошим источником энергии. Наиболее популярное – подсолнечное масло. Как недостаток жира, так и его избыток могут привести к снижению переваримости питательных веществ [88].

Оптимальный уровень жира в кормах для взрослого карпа составляет 4–8 % [16, 40].

Углеводы в свою очередь обеспечивают карпа энергией, необходимой для повседневной активности. Основными источниками углеводов в кормах являются зерновые культуры: пшеница, ячмень и кукуруза. Например, в рецепте комбикорма для сеголеток карпа содержится 33,5 % ячменя и 10 % пшеницы.

В тканях рыб, преимущественно в мышцах туловища и печени, углеводы представлены главным образом гликогеном (животным крахмалом) и продуктами его гидролиза, такими как глюкоза, пировиноградная и молочная кислоты. Их содержание варьируется от 0,03 до 0,8 % и составляет основную долю безазотистых экстрактивных веществ [92].

Карп способен усваивать углеводы, однако их избыток в рационе может привести к негативным последствиям, в их числе:

- ожирение: чрезмерное отложение жира в мышцах и внутренних органах;
- поражение печени: жировая инфильтрация печени, снижающая её функциональность.

Карп плохо переваривает корма с высоким содержанием клетчатки, что может привести к снижению эффективности кормления и замедлению роста. Поэтому рекомендуется ограничивать использование таких кормов в рационе карпа [122].

Установлено, что включение в рацион углеводов, жиров и других соединений, которые в процессе метаболизма могут служить источниками энергии, способствует азотосберегающему эффекту. Это явление было выявлено Е. З. Эрманом в исследованиях с карпом. Он продемонстрировал, что добавление углеводов в рацион карпа (13,8 % крахмала) снижает выделение азота на 52-59 %. Причем этот эффект наблюдается независимо от того, используется ли в качестве основного белкового компонента корм растительного или животного происхождения [127].

Витамины и минералы необходимы для поддержания обменных процессов и предотвращения заболеваний у карпа. В состав комбикормов вводятся премиксы, содержащие витамины А, D, Е, группы В, а также микроэлементы: железо, медь, цинк, марганец и кобальт. Использование микроэлементов в виде аспарагинатов повышает их биодоступность для рыбы.

Кормление карпа, как и любого другого вида рыб, требует внимательного подхода к обеспечению всеми необходимыми питательными веществами. Витамины играют здесь ключевую роль, оказывая непосредственное влияние на здоровье, рост, устойчивость к болезням и репродуктивную способность рыбы [86, 87].

Витамины группы В: тиамин (В1), рибофлавин (В2), пиридоксин (В6) и цианокобаламин (В12) жизненно важны для метаболизма углеводов, белков и

жиров. Их дефицит может привести к задержке роста, нервным расстройствам и анемии.

Известно, что достаточное количество витамина С (аскорбиновая кислота) в организме ведет к укреплению иммунитета, он принимает участие в синтезе коллагена.

Известным научным фактом является, что в усвоении кальция и фосфора особую роль играет витамин D. Нарушение определенных соотношений в рационе данным элементов приводит к рахиту и медленному набору веса у рыб.

Нормирование рационов по витамину Е способствует улучшению репродуктивных органов, что приводит к получению более качественного потомства.

Недостаток витамина А (ретинол) в кормлении рыб ведет к повышению восприимчивости к болезням, и также влияет на органы зрения.

Недостаток так и избыток минеральных веществ в организме приводит к нарушению в работе обмена веществ, снижению аппетита, уменьшению приростов у рыб [89].

В естественных водоёмах карп получает минеральные вещества из воды, донных отложений и корма. В условиях интенсивного выращивания необходимо использовать сбалансированные комбикорма с добавлением минеральных премиксов. Состав премикса должен разрабатываться с учетом возраста, физиологического состояния рыбы и состава воды в водоеме.

Микроэлементы необходимы рыбам для метаболизма и поддержания физиологического состояния. Традиционно используются неорганические формы (сульфаты, карбонаты, хлориды), но их применение ограничено из-за токсичности и низкой доступности.

Хелатные соединения (с метионином, глицином и др.) более эффективны: они лучше усваиваются, не конкурируют с другими металлами и биостабильны. Их высокая доступность позволяет использовать меньшие концентрации.

Ультрадисперсные формы металлов (УДМ) – перспективное направление. Наночастицы снижают окислительный стресс, улучшают усвояемость корма, активизируют иммунитет и борются с патогенами. Исследования УДМ в сочетании с пробиотиками и фитобиотиками – актуальное направление в рыбоводстве [69, 105].

Правильное обеспечение карпа минеральными веществами является залогом его здоровья, быстрого роста и высокой продуктивности [7].

В аквакультуре, особенно при интенсивном выращивании карпа, поддержание здоровья и высокой продуктивности рыб является чрезвычайно важной задачей. Использование пробиотиков и пребиотиков в кормлении карпа зарекомендовало себя как перспективный подход, способствующий улучшению пищеварения, повышению иммунитета и устойчивости к заболеваниям.

Пробиотики, представляющие собой живые микроорганизмы, при внесении в корм улучшают баланс микрофлоры кишечника карпа. Это в свою очередь способствует более эффективному перевариванию пищи, усвоению питательных веществ и укреплению иммунной системы. Некоторые пробиотические штаммы также обладают способностью продуцировать витамины и ферменты, необходимые для нормального функционирования организма рыб [84, 109, 115].

Включение в рацион сеголетков карпа (*Cyprinus carpio*) пробиотического препарата «Атыш» как отдельно, так и совместно с Субтилис приводило к общему снижению эссенциальных, условно-эссенциальных и токсичных элементов в мышечной ткани рыб. При использовании пробиотика «Субтилис» фиксировалось понижение всех макро- и микроэлементов (за исключением Sr) [21].

Согласно данным М. С. Зуевой, применение пробиотических добавок «Атыш» (содержащих *Enterococcus faecium* и *Lactobacillus acidophilus*) и «Субтилис» (на основе *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis*) эффективно стимулирует рост и развитие годовиков карпа. Включение этих препаратов в

корм обеспечило прирост массы сеголетков от 7,54 % до 32,34 %. Примечательно, что пробиотик «Субтилис» продемонстрировал наибольшую эффективность в увеличении живой массы [48].

Применение кормовой добавки «PrimaLac» в рационе карпа в дозировке 1,5 кг на тонну корма продемонстрировало положительный эффект. Это привело к увеличению продуктивности на 2,71 центнера с гектара и дополнительному доходу в размере 664 рублей на гектар. С учетом затрат на саму добавку (217,0 руб./га) коэффициент окупаемости инвестиций в «PrimaLac» составил 3,06, а рентабельность – 206 % [113].

Пребиотики – это непереваримые вещества, которые являются пищей для полезной микрофлоры кишечника.

Синбиотики - это совместный комплекс пробиотиков и пребиотиков, который усиливает положительное действие на здоровье и продуктивность рыб.

М.А. Щербина доказал, что энергопротеиновое соотношение в рационе рыб играет большое значение в достижении определённых показателей роста [124].

1.3 Нетрадиционные кормовые источники белка растительного происхождения в кормлении объектов аквакультуры

Аквакультура представляет собой значимый источник качественных белков для людей. С учетом того, что количество дикой рыбы и морепродуктов уменьшается каждый год, аквакультура в свою очередь становится действенным методом для удовлетворения увеличивающегося спроса населения на животные белки [97, 119].

В условиях её быстрого развития в мире появляется необходимость в создании устойчивых и финансово выгодных методов кормления рыб и других водных биоресурсов. Кроме этого, с течением времени усугубляются экологические проблемы, связанные с негативным влиянием человека на

природу, что вызывает тревогу по поводу качества водных организмов, которые впоследствии используются в пище [59].

В последние десятилетия исследования касательно питания в аквакультуре достигли больших успехов в выявлении альтернативных ресурсов для разработки комбикормов. Так, по оценкам специалистов, получено около 31,5 млн тонн выращенной рыбы и ракообразных или 46,1 % от общего мирового производства аквакультуры в 2008 году [129, 151].

Рост населения в середине 21-го века создает серьезные проблемы по обеспечению населения высококачественными богатыми питательными веществами продуктами питания [59].

Основная цель рыбоводства заключается в повышении выхода рыбы с каждой площади для ее разведения. Правильное кормление играет ключевую роль для эффективного получения здоровой и качественной продукции, особенно в аквакультуре, где около 50-60 % изменяемых затрат на производство направляется на корма [137].

В связи с быстрым ростом аквакультуры, произошел высокий спрос на дополнительные корма, что в свою очередь увеличило стоимость кормовых ингредиентов. Рыбный корм составляет значительную сумму в переменных расходах рыбоводческих предприятий, составляя более 60 % от общей стоимости коммерческой аквакультуры [91, 136].

Поэтому некоторые эксперты по питанию рыб пытались разработать рецепты комбикормов для аквакультуры, которые будут поддерживать и улучшать рост выращиваемой рыбы по низкой цене. Производители по всему миру начали проводить некоторые исследования по замене рыбной муки и рыбьего жира в комбикормах для аквакультуры [128, 142, 152, 155].

Интенсивность данных процессов обусловлена целым комплексом факторов, включая видовую принадлежность и возрастные особенности организма, качественный состав и концентрацию белковых компонентов рациона, а также ключевые абиотические параметры водной среды: температуру, уровень pH и содержание растворенного кислорода.

В связи с этим при разработке кормовых рационов для объектов аквакультуры необходимо применять системный подход, учитывающий не только пищевые потребности конкретного вида и его физиологические особенности усвоения питательных веществ, но и экологические условия обитания, оказывающие прямое влияние на метаболические и экскреторные процессы. Таким образом, эффективность кормления пресноводных рыб обуславливается не только составом корма, но и совокупностью внешних факторов, модифицирующих биохимические реакции азотистого обмена [46].

Разработка комбикорма – это не задача, по выявлению «альтернатив» или «вариантов», а скорее процесс выявления различных комбинаций «дополнительного» сырья, которое включает рыбную муку, рыбий жир и т.д., в совокупности они будут соответствовать определенным требованиям к питательным веществам и другим стандартам кормов для водных биоресурсов [76, 155].

Такая разработка корма на основе питательных веществ – прежде всего повседневная реальность формулирования искусственно сформулированного гидропонного корма, но данный подход больше фокусируется на альтернативном источнике корма на растительной основе.

Оптимизация затрат на корма достигается улучшением их балансировки по аминокислотному и жирнокислотному профилям, а также внедрением новых отечественных компонентов. Импортное белковое сырье (шрот подсолнечный и соевый, мука рыбная) для карпа увеличивает себестоимость. Высокая доля зерновых и шротов (85 %) в комбикормах делает их стоимость зависимой от рыночных цен [103].

Опыт зарубежных производителей кормов для рыб свидетельствует о возможности существенного снижения доли зерна в рецептурах. В частности, в кормах для карповых рыб содержание зерна не превышает 20 %, а значительная часть рецептуры формируется за счет различных добавок, полученных из вторичных сырьевых ресурсов, представляющих собой отходы переработки сельскохозяйственной продукции. В этой связи актуальны

пересмотр рецептур комбикормов для рыбы в направлении минимизации использования зерна и дорогостоящих добавок, а также акцент внимания на утилизации отходов сельскохозяйственной переработки для снижения себестоимости кормов.

В. Ю. Агеец, Ж. В. Кошак, Н. Н. Гадлевская проводили исследования по оценке возможности использования различных отходов (крахмальных, спиртовых, сахарных, консервных, молочных и др.) в качестве кормовых добавок. Авторами было доказано, что подсолнечный жмых в рационе карпа можно частично заменять на спиртовую барду, для снижения стоимости комбикорма [2].

Проблему дефицита кормов можно решить за счет применения продуктов переработки пищевой промышленности, что позволит не только повысить питательность рациона, но и снизить цену на комбикорма [108].

Продуктами переработки пищевой промышленности являются:

- продукты переработки зерна: отруби, мучная пыль. Данные корма богаты клетчаткой, протеином и витаминами.
- продукты переработки маслоэкстракционной промышленности: фуз, жмыхи и шроты. Данная группа кормов – хороший источник белка, клетчатки и энергии в рационах рыб.

Применение непищевых частей сельскохозяйственных культур в качестве корма для животных или рыбы не только улучшит безопасность продуктов питания, но и поможет решить экологические проблемы, связанные с их утилизацией [44, 45, 72, 131].

Важным элементом комбикорма для водных биоресурсов является рыбная мука. Для того чтобы достигнуть стабильного роста рыбы и хорошего состояния ее здоровья, содержание белка в качественной рыбной муке должно находиться на уровне 45-50 %. Тем не менее, качество данного продукта зачастую является неудовлетворительным.

Белок является самым основным и дорогостоящим элементом в рыбных кормах, особенно это касается хищных и морских видов, так как они обычно

требуют больше белка в своем рационе по сравнению с пресноводными рыбами [141].

Как отмечают специалисты, происходящее ухудшение качества сырья связано прежде всего со снижением объемов импорта рыбной муки. Именно такой недостаток качественного сырья вынудил заводы по производству комбикормов перейти на менее дорогие источники белка, а также увеличить собственное производство. В результате такой экономии значительно ухудшилось качество изготавливаемых кормов [104].

В поисках стабильных и действенных заменителей обычных белковых составляющих кормов для аквакультуры акцент делается на альтернативные растительные источники белка. Их многообразие и возможности помогают не только уменьшить зависимость от рыбной муки, но и повысить экологическую устойчивость методов аквакультуры [80, 100, 150, 153].

Р. Ю. Дьяков, О. П. Дворянинова, А. В. Соколов заявляют: «Главный лимитирующий фактор развития аквакультуры и в России, и в мире – нехватка недорогих, эффективных, экологичных кормов. Главный лимитирующий фактор развития производства кормов для аквакультуры – дефицит, дороговизна, низкая экологичность традиционного сырья – рыбной муки.»

В качестве альтернативных источников белка используют спирулину, хлореллу, бобовые (горох, люпин и нут).

Высококачественные белковые ингредиенты должны удовлетворять таким критериям, как питательная ценность, усвояемость и биодоступность. Вместе с тем, необходимо учитывать их воздействие на физиологические функции водных организмов. [62, 70].

Пищевая ценность белка прежде всего зависит от того, какие аминокислоты в него входят, а также его способности удовлетворять нужды рыб в незаменимых аминокислотах. Например, соевый шрот, который богат лизином, но при этом ему может не хватать метионина, у рапсового жмыха наоборот, он не так богат лизином, но зато содержит больше метионина. Для того чтобы обеспечить рыбе полноценный рацион, важно принимать во

внимание эти особенности и, по необходимости, вносить коррективы в состав кормов, добавляя недостающие аминокислоты или сочетая разные источники белка [3, 4, 63].

Применение альтернативных растительных источников белка в кормах связано со множеством биологических и технологических ограничений, которые требуется учитывать для достижения оптимального роста и здоровья обитателей водоема [103].

В контексте современных вызовов, стоящих перед рыбоводством России, поиск нетрадиционных решений, основанных на передовых технологиях кормления, становится приоритетным [13, 82, 101].

Исследование показало, что использование белого люпина в рационе радужной форели породы Адлер при индустриальном выращивании способствует увеличению прироста. Максимальный прирост (28,89 %) достигнут при добавлении 22 % очищенного белого люпина. Сохранность форели осталась на прежнем уровне. Экономическая эффективность также улучшилась: себестоимость снизилась на 32,24 %, а прибыль возросла на 106 %. Результаты исследования могут быть использованы для разработки рекомендаций по применению люпина в комбикормах для форели [26].

Гематологический анализ не выявил негативного влияния люпина в составе рациона на показатели крови рыб. Отмеченные незначительные различия не имели клинического значения и коррелировали с температурой воды, а не с рационом. Белый люпин сорта «Дега» безопасен для форели, не ухудшает его гематологический статус и способствует поддержанию здоровья и продуктивности. Его использование в комбикормах как источника растительного белка перспективно для оптимизации рецептур и устойчивости аквакультуры [27].

Отходы маслосемянного производства, известные как жмыхи и шроты, представляют собой высококачественные корма растительного происхождения с содержанием протеина от 35 % до 45 %. Жмыхи образуются в процессе механического извлечения масла из обработанных семян

масличных культур с использованием шнековых или гидравлических прессов. Шроты же получают после удаления масла с помощью органических растворителей. В шротах, в отличие от жмыхов, содержится меньше жира, но больше белка. Особо выделяются соевый и подсолнечниковый шроты и жмыхи как наиболее богатые белком.

Хлопчатниковый шрот и жмых содержат госсипол – токсичное вещество, способное вызывать отравление у рыб. Особенно чувствительна к нему молодь карпа, поэтому использование этих компонентов в кормах для молоди не рекомендуется. Для товарного карпа допустимо включение хлопчатникового шрота и жмыха в количестве не более 10-15 % от общей массы корма. Кроме того, в хлопчатниковом шроте может присутствовать афлатоксин – канцерогенное вещество, вызывающее заболевания печени у рыб.

Разработана улучшенная технология культивирования карпа с использованием кормов на основе рапсового жмыха. Исследование проводилось на двухлетних карпах пород «Анишский зеркальный» и «Чувашский чешуйчатый». Четыре группы рыб получали разные рационы в течение 60 дней. Опытные группы, получавшие корм с рапсовым жмыхом, показали повышенную усвояемость сухого вещества, протеина и жира по сравнению с контрольными группами на стандартном корме К-111. Результаты показали, что корм на основе рапсового жмыха характеризуется повышенной степенью усвояемости по сравнению со стандартным кормом К-111. Отмечено увеличение переваримости сухого вещества на 1,6 %, сырого протеина – на 2,3 % и 1,87 %, сырого жира – на 3,3 % и 2,5 %. Подобное улучшение показателей переваримости закономерно привело к статистически значимому приросту живой массы (3,6 % и 1,2 %) и увеличению темпов роста (3,8 % и 3,6 %, $P < 0,05$) в опытных группах. Биохимический анализ крови подтвердил стимулирующее воздействие рапсового жмыха на метаболические процессы, что было отражено в увеличении уровня креатинина (15,4 % и 26 %, $P < 0,05$) и глюкозы (7,3 % и 6,8 %). Данные изменения указывают на

интенсификацию ростовых процессов и улучшение энергетического обеспечения организма [75].

Включение рапсового жмыха в рацион трехлетних особей радужной форели продемонстрировало значительное улучшение продуктивности и физиологических показателей. Отмечено увеличение прироста массы на 270 г, снижение кормового коэффициента в диапазоне 0,16-0,18, а также позитивное воздействие на общее физиологическое состояние рыб. Экономическая эффективность данного подхода возросла на 20,4 % [67].

Применение комбикорма с рапсовым шротом (45 % белка) в рационе рыб продемонстрировало статистически значимое ускорение темпов роста на 11,52 % к завершению эксперимента, в сравнении с контрольной группой, получавшей корм с 35 % содержанием белка [19].

Козлова Т.В. в научной статье сообщает: «Цель исследований являлось определение влияния комбикормов, содержащих суспензию хлореллы и жмыхи масличных культур рапса и сафлора на темп роста осетровых рыб. Установлено, что использование в качестве биологической добавки суспензии хлореллы и жмыхов масличных культур в комбикормах, положительно сказывалось на темпе роста рыб. Значения абсолютного и относительного приростов массы при использовании опытного комбикорма, который содержал: основной комбикорм + 2 % рапса + 3 % сафлора + 3 % хлореллы, были несколько выше, чем при кормлении импортным комбикормом. При практически одинаковых значениях их кормовых коэффициентов можно говорить о полноценности разработанных опытных комбикормов и эффективности их использования.» [58].

Т. В. Козлова, А. И. Козлов, Н. П. Дмитриевич и другие сообщают: «Результаты выращивания клариевого сома с применением опытного комбикорма (КС + 3% рапса + 3% сафлора + 3% суспензии хлореллы) свидетельствовали об увеличении абсолютного и относительного приростов, а также снижении кормового коэффициента, что позволило получить наилучший экономический эффект среди применявшихся комбикормов.» [23].

Сотрудники ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» и ООО Научно-производственный холдинг «Амарантагро» сообщают следующее: «Целью исследования было определение возможности включения амарантового жмыха в качестве частичной замены подсолнечного жмыха в рацион карпа. Исследования проводились в условиях ООО «Прибой» Волгоградской области на карпе возрастом 2+ (трехлетки). Для исследования была подобрана клинически здоровая рыба. Рыба подбиралась в 4 группы по методу аналогов (учитывается возраст, показатели здоровья, живая масса, и т.д.) по 36 особей в каждой. Кормление карпа осуществлялось по следующей схеме: особи контрольной группы (садок № 60), получали общехозяйственный рацион (ОР) с 15 % жмыха из семян подсолнечника, в I опытной группе в ОР входили 10 % жмыха из семян подсолнечника и 5 % жмыха из семян амаранта, во II опытной группе к ОР - 5 % жмыха из семян подсолнечника и 10 % жмыха из семян амаранта, в III опытной группе был полностью заменен жмых из семян подсолнечника на жмых из амаранта - 15 %. Проведенный анализ химического состава амарантового жмыха и подсолнечного показал преобладание первого над вторым по таким показателям: сырой протеин на 1,4 %, сырой жир на 2,2 %, сырая зола на 0,3 % и БЭВ на 8,03 %, исследуемые аминокислоты (сумма) на 4,21 %. В конце исследования нами было отмечено явное преимущество у III опытной группы рыб, которые получали ОР с 15 % амарантового жмыха, в сопоставлении с контрольной группой рыб на 153 г или 6,96 % по живой массе и на 130 г или 10,08 % по выходу съедобных частей. Органолептическая оценка филе рыбы и бульона была высокой во всех подопытных группах и составила от 4,81 до 4,89 баллов. Предлагаем в кормлении карпа использовать амарантовый жмых в количестве 15 % (по массе комбикорма), что позволит, во-первых, расширить кормовую базу в рыбоводстве, а во-вторых - увеличить живую массу и качество мяса карпа.» [17].

Продуктами переработки семян льна на масло является льняной шрот и жмых. Содержание белка в льняном шроте и жмыхе колеблется в пределах

30,0-32,8%, а жира варьируется в пределах 2-3 %, преимущественно представлено ненасыщенными жирными кислотами, включая альфа-линоленовую кислоту (омега-3). Клетчатка достигает 9-10 %, обеспечивает сытость и улучшает моторику ЖКТ.

В сравнении с другими шротами (например, соевым, где белок до 48 %), льняные аналоги оптимальны для диетического питания скота и птицы, снижают риск ожирения. По данным FAO, включение 10-20 % льняного шрота в рацион повышает конверсию корма на 5-7 %. Минеральный состав включает калий (1,2 %), магний (0,5 %) и фосфор (0,9 %), с антиоксидантами (лигнаны) до 2 %.

Применение в кормлении требует учета антинутриентов (цианогенные гликозиды <0,1 %), нейтрализуемых термической обработкой. Таким образом, льняной шрот и жмых – стратегический компонент сбалансированных рационов [120].

Арахисовый шрот – ценный компонент кормов (43-48 % белка, богат лизином), но с дефицитом метионина и триптофана. Для травоядных рыб его комбинируют с подсолнечным шротом и зерновыми (пшеница, рожь), что улучшает усвоение белка и снижает FCR. Содержит фосфор, магний, калий и ресвератрол. Применение ограничено 20-30 % из-за аллергенов и ингибиторов трипсина, нейтрализуемых экструзией [120].

В Беларуси освоена технология получения тыквенного масла из голосемянной тыквы, в результате чего образуется жмых без твердой оболочки. Этот жмых богат сахарами, фитостеролами, витаминами (С, В1, В2), каротиноидами, минералами (калий, кальций, железо, магний) и клетчаткой.

Исследования показали целесообразность включения жмыха из семян голосемянной тыквы в рационы рыб, поскольку он обладает высокой привлекательностью для них. Оптимальная дозировка составляет 5 % от общего объема комбикорма, при этом необходимо учитывать аминокислотный профиль всех компонентов рациона для обеспечения

сбалансированного питания. Экспериментально установлено, что за 18 суток применения добавки наблюдается увеличение массы тела рыб на 20 грамм, а кормовой коэффициент составляет 5,22 единицы [65].

Исследование выполнено в рыбоводческом предприятии ООО «Прибой» Волгоградской области. Были сформированы одна контрольная и три экспериментальные группы, каждая по 40 экземпляров форели. Продолжительность опыта составила 217 суток. Разработаны составы комбикормов для форели. Контрольный вариант включал (%): рыбную муку – 68, зерновую муку – 16,30, рыбный жир – 12,62, витамины, минералы и антиоксиданты – 3,08. В экспериментальных группах рыбную муку заменяли белковым концентратом и соевым жмыхом на 20 %, 40 % и 60 %, а рыбный жир – частично горчичным маслом.

В результате проведенных исследований было установлено, что при начальной массе особей – 30 г к концу опыта в контрольной группе она достигла 394 г, во 2-й экспериментальной – 370 г (на 24 г или 6,09 % ниже), в 3-й – 360 г (на 34 г или 8,63 % ниже), в 4-й – 320 г (на 74 г или 18,78 % ниже). Морфологический и биохимический анализы крови выявили нормальные показатели во всех группах (данные по гемоглобину, лейкоцитам, глюкозе и т.д. в пределах физиологических норм для *Oncorhynchus mykiss*).

Оптимальным среди экспериментальных оказался корм 2-й группы: рыбная мука снижена до 48 %, добавлены белковый концентрат (15 %) и соевый жмых (5 %), рыбный жир – до 4,62 %, горчичное масло – 8,00 %. Это обеспечило высокую приростную способность без отклонений в гематологии [95].

В рамках исследования были созданы новые рецепты комбикормов для трехлетних осетров, выращиваемых в УЗВ. Вместо традиционного подсолнечного жмыха в корм добавлялся растительный концентрат «Сарепта». Экспериментально установлено, что оптимальная доля «Сарепты» в комбикорме составляет 7,5 %. Введение этого концентрата привело к более эффективному использованию корма: на получение каждого килограмма

прироста рыбы требовалось на 0,92-2,56 % меньше корма. К трехлетнему возрасту осетры, выращенные в промышленных условиях, приобретают ценные пищевые и диетические свойства. Применение «Сарепты» дополнительно улучшает эти качества, что связано с более высокой массой рыбы. Дегустационная оценка подтвердила, что концентрат не оказывает негативного влияния на вкус и аромат рыбного мяса и бульона. Экономический эффект от использования «Сарепты» выразился в дополнительной прибыли от реализации рыбы в опытных группах в размере 0,90-1,58 тыс. руб. Таким образом, «Сарепта» является эффективной кормовой добавкой, способствующей повышению продуктивности и рентабельности осетроводства, и может быть рекомендована для внедрения в промышленных рыбоводческих хозяйствах [51, 52, 55, 73, 111, 125].

Представлены результаты научно-хозяйственного опыта применения высокобелкового кормового концентрата «Горлинка» на основные рыбоводнобиологические показатели ценных пород рыб. Живая масса к концу опыта превысила контроль от 1,8 % до 4,8 %. Поэтому для повышения рыбопродуктивности рекомендуем вводить высокобелковый кормовой концентрат в количестве заменяющим 75 % подсолнечного жмыха.

Горчичный жмых, продукт переработки семян горчицы, содержит высокий процент протеина (до 41,00 %) и жира (до 15,20 %), но ограничивается в использовании из-за антипитательных факторов, таких как глюкозинолаты, негативно влияющие на пищеварительную систему, рост, развитие и репродуктивную функцию животных.

Баротермическая обработка позволяет снизить содержание антипитательных факторов и улучшить перевариваемость жмыха, при создании кормового концентрата «Сарепта». Этот концентрат богат питательными веществами (сырой протеин – 37,50 %, сырой жир – 8,40 %, сырая клетчатка – 11,60 %, сырая зола – 6,60 %, БЭВ – 27,80 %), что делает его подходящим для кормления рыб.

Включение концентрата «Сарепта» в комбикорма для русского осетра показало положительные результаты. Добавление 5,00 % концентрата увеличило рыбопродуктивность двухлеток на 24,22 г и сохранность – на 2,00 %, а трёхлеток – на 55,80 г и 2,50 % соответственно. Увеличение до 10,00 % повысило рыбопродуктивность двухлеток на 40,32 г и сохранность – на 2,00 %, трёхлеток – на 89,84 г и 2,50 %. Оптимальным, с точки зрения В. Г. Калмыкова, стало 7,50 % концентрата, что увеличило рыбопродуктивность двухлеток на 49,91 г и сохранность до 4,00 %, а трёхлеток – на 108,08 г и 5,00 %.

Морфологические и биохимические показатели крови осетровых оставались в пределах нормы. Введение «Сарепты» привело к увеличению эритроцитов, гемоглобина и общего белка в крови, улучшило кислородное снабжение тканей.

Замена подсолнечного жмыха на «Сарепту» в комбикормах улучшила выход съедобных частей на 4,34-8,07 % (двухлетки) и 4,30-7,97 % (трёхлетки), а также содержание аминокислот в мышечной ткани на 1,60-3,09 % (двухлетки) и 1,90-4,50 % (трёхлетки). Это также привело к снижению стоимости 1 кг комбикорма на 0,35-0,70 рублей (двухлетки) и 1,85-5,55 рубля (трёхлетки) и обеспечило дополнительную прибыль. Использование «Сарепты» позволяет значительно сократить долю подсолнечного жмыха, снижать затраты на приобретение этого ингредиента. [51, 52, 73, 111, 117, 125].

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

Для обеспечения отрасли достаточным объёмом высококачественных белковых кормов необходимо осуществлять поиск альтернативных источников. Опыт, полученный в результате многолетних исследований

отечественных и зарубежных учёных, показал, что в решении проблемы дефицита кормового белка важную роль играют масличные культуры.

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

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

Параллельно специалистами в области кормления осуществлялась работа по разработке наиболее эффективных способов обезвреживания продуктов переработки масличных культур с целью создания безопасного продукта с наиболее улучшенными питательными характеристиками.

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

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

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

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

Однако особенностью семян горчицы и ее продуктов переработки является содержание токсичных серосодержащих соединений – тиогликозидов.

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

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

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

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

Разработка технологии обезвреживания горчичного жмыха и получение горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» является успешным примером сотрудничества между учеными и предприятием,

применяющим инновационные методы в области производства безопасных кормовых продуктов.

Исследователи Струк М. В., Карапетян А. К. и Чехранова С. В. провели сравнительный химический анализ разработанного кормового продукта с традиционными продуктами переработки семян подсолнечника (жмых и шрот). Разработанный продукт показал явное преимущество по питательной ценности: содержание сырого протеина выше на 0,60-3,60 %, сырого жира – на 1,40-5,60 %, БЭВ – на 0,80-1,20 %, золы – на 0,20-0,40 %. При этом содержание сырой клетчатки было ниже до 4,10 %.

Разработанный растительный концентрат показал высокое содержание сырого протеина (до 39,00 %), что делает его ценным источником питательных веществ и отличной заменой традиционных кормов в рационах животных.

Отмечено, что аминокислотный состав разработанного концентрата превышает соответствующий показатель подсолнечного жмыха на 2,81 % и подсолнечного шрота – на 2,85 %.

Горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» превосходит подсолнечный жмых и шрот по содержанию витаминов (Д, Е, группы В), макроэлементов (Са, F, К, Mg) и микроэлементов (Fe, Zn, I, Cu, Mn, Co) [96, 110, 112].

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

достоинство, он является отличной заменой в рационах животных традиционно используемых кормов – продуктов переработки семян подсолнечника.

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

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

Николаевым С. И., Карапетян А. К., Чехрановой С.В., Земляновым Е. В., Струк М. В. было изучено влияние концентрата «Горлинка» в составе рационов на продуктивные показатели и качество продукции коров, кур-несушек и цыплят-бройлеров.

С. И. Николаев и Ю. М. Колесникова разработали методику кормления русского осетра в системах рециркуляции воды. Замена жмыха подсолнечника в комбикормах горчичным белоксодержащим кормовым концентратом «Горлинка» в объеме 9 % для молодняка и 13,5 % для трехлетних осетров показала значительное улучшение показателей. Увеличение выхода по товарной массе составило 4,80 % и 4,55 % соответственно, сохранность молоди повысилась на 6,00 % и 7,60 %, а прирост массы тела – на 5,39 % и 8,67 %.

Эти изменения в рационе не только улучшили рост рыб, но и повысили качество конечной продукции. Доля съедобных частей в опытных партиях выросла на 2,80 % и 3,44 %, что в свою очередь привело к увеличению выручки от реализации на 4,21 тысячи рублей и 6,45 тысячи рублей соответственно. Таким образом, внедрение концентрата «Горлинка» является эффективным

способом повышения экономической целесообразности выращивания русского осетра в условиях замкнутых водоемов [9, 10, 11, 12].

Внедрение горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в рационы молоди и взрослых особей радужной форели показало весьма обнадеживающие результаты. Исследования продемонстрировали, что частичная или полная замена традиционного шрота из семян подсолнечника на «Горлинку» приводит к существенному улучшению ключевых показателей роста и экономической эффективности.

Наблюдалось заметное увеличение приростов массы тела у молоди радужной форели в пределах 2,76-6,75 %. Аналогичные позитивные тенденции прослеживались и у взрослых особей, где прирост массы тела составил 6,13-8,34 %. Эти цифры свидетельствуют о высокой усвояемости и питательной ценности горчичного концентрата, что напрямую влияет на скорость роста рыб.

Помимо этого, применение концентрата «Горлинка» положительно сказалось на выходе мышечной массы. У молоди этот показатель увеличился на 0,78-1,43 %, а у взрослых особей – на 0,18-0,37 %. Снижение кормового коэффициента – еще одно важное преимущество: величина показателя уменьшилась на 0,03-0,12 у молоди и на 0,11-0,16 у взрослых рыб. Это означает, что для получения единицы прироста массы требуется меньшее количество корма, что ведет к оптимизации производственных затрат.

Нельзя не отметить и благотворное влияние концентрата «Горлинка» на физиологическое состояние рыбы. Наблюдалось улучшение гематологических показателей, что может указывать на укрепление иммунитета и общего здоровья. Также были зафиксированы позитивные изменения в микрофлоре кишечника, что является залогом эффективного пищеварения и усвоения питательных веществ.

В конечном итоге, все перечисленные факторы привели к значительному росту уровня доходности. Для молоди радужной форели рост составил 3,73–4,55 %, а для взрослых особей – 8,53–13,78 %. Эти цифры

наглядно демонстрируют экономическую целесообразность использования горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в аквакультуре.

С целью повышения рыбопродуктивности форели рекомендуем вводить в комбикорм горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» в следующем количестве: для сеголеток и годовиков – 10,00 %, двухлеток и двухгодовиков – 15,00 % и трёхлеток – 20,00 % [18, 54, 56, 77, 94].

В настоящее время насущной проблемой становится оптимизация рецептур комбикормов. Причина кроется в том, что привычные источники питания для рыбы испытывают дефицит и отличаются высокой стоимостью. Следовательно, возникла острая необходимость в поиске альтернативных кормов, отличающихся повышенной пищевой ценностью. Это позволит обеспечить сбалансированное питание рыб, отвечающее всем их физиологическим потребностям. Использование нетрадиционных, но доступных растительных ингредиентов способно компенсировать существующий недостаток кормов на рынке. Такое решение не только сократит негативное воздействие на экологию, но и увеличит прибыльность аквакультуры.

2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследование, представленное в диссертационной работе, было осуществлено в рамках утвержденного тематического плана научно-исследовательских работ ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» под названием «Использование нетрадиционных кормовых средств, ферментных препаратов, протеиновых и минеральных источников местного происхождения с целью повышения продуктивности животных и качества продукции» (государственный регистрационный номер 0120.08012217).

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

С 2023 г. по 2026 г. проводились исследования на зеркальном карпе в условиях рыбоводного предприятия ООО «Прибой», в межфакультетской лаборатории «Анализ кормов и продукции животноводства» ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ и НИЦ «Черкизово». Общая схема исследований представлена на рисунке 1.

Для проведения первого научно-хозяйственного опыта была отобрана молодь карпа со средней массой 36,54 г. При проведении второго опыта подбирали рыбу средним весом 705,87 г.

Рыба, участвующая в первом и втором научно-хозяйственном опыте, а также в произведённой апробации содержалась в садках, выполненных из матерчатого сетеполотна. При проведении 1 научно-хозяйственного опыта размер каждого садка был 5,5х4,4х3 м, с площадью поверхности 24,2 м² и объемом 72,6 м³. Средняя плотность посадки по количеству составляла 3,3 экз./м². При проведении 2 научно-хозяйственного опыта размер каждого садка был 8х6х4,2 м, с площадью поверхности 48 м² и объемом 201,6 м³. Средняя плотность посадки по количеству составляла 1,7 экз./м².

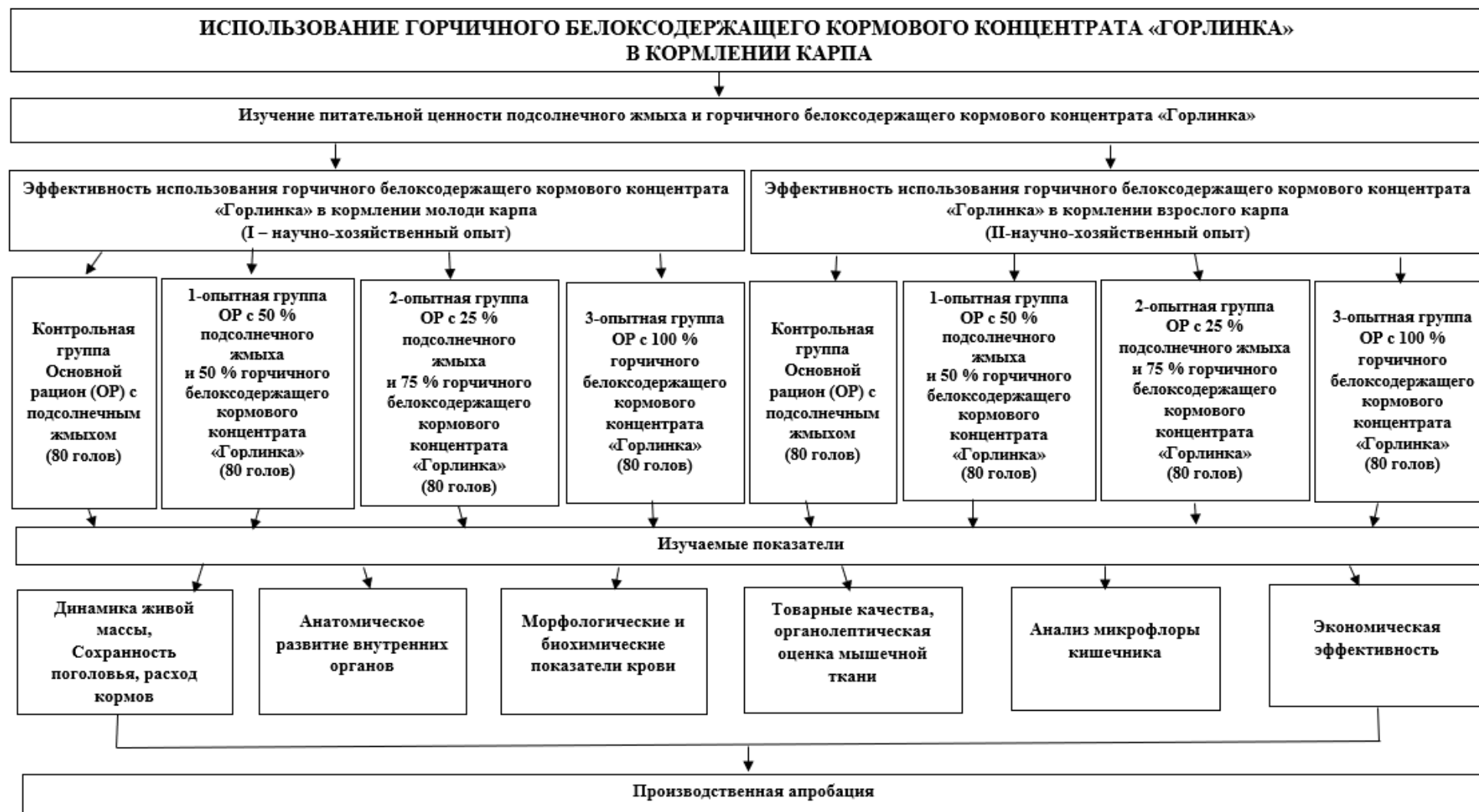


Рисунок 1 – Общая схема исследований

Рыбу в группы формировали методом аналогов. Исследования проводились на здоровых особях рыб.

Во время проведения исследований все подопытные группы рыб содержались в идентичных условиях, соответствующих нормам, предъявляемым к выращиванию карпа.

Качество воды и температурный режим контролировались согласно ОСТ 15.312.87 (Вода для рыбоводных хозяйств). Ежедневно дважды проводились замеры температуры, pH и кислорода. Концентрация нитратов, нитритов, железа и общая жесткость определялись каждые десять дней.

Для определения температуры использовался термометр марки WTW, концентрация растворенного кислорода измерялась с помощью оксиметра Nash, а уровень pH определялся прибором OxyGuard. Содержание нитратов, нитритов, железа и общей жесткости в воде измеряли при помощи реактивов фирмы «НИЛПА».

Опытные партии комбикормов были выработаны на предприятии ООО «Прибой».

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

Для определения количества влаги в кормовом сырье применялся метод термогравиметрии, описанный в ГОСТ Р 54951-2012. Образцы высушивались в печи при температуре 103 °С до постоянной массы.

Анализ на содержание азота и сырого протеина в кормовом сырье проводился по стандарту ГОСТ 13496.4-2019, с использованием титриметрического метода Кьельдаля. Процедура включала несколько этапов: сначала органические компоненты образца разрушались кипящей серной кислотой с катализатором, образуя сульфат аммония. Затем к охлажденному раствору добавляли избыток гидроксида натрия для выделения аммиака, который отгоняли и титровали. На основе полученных данных рассчитывали массовую долю азота, а затем пересчитывали ее в массовую долю сырого протеина.

Для измерения массовой доли сырого жира в кормовом сырье применялся метод экстракции в аппарате Сокслета, регламентированный ГОСТ 13496.15-2016. Жир из навески образца извлекался диэтиловым эфиром. После завершения экстракции растворитель удаляли, а оставшийся обезжиренный материал взвешивали для расчета содержания жира.

Определение сырой клетчатки в образцах кормов проводилось согласно ГОСТ 31675-2012, с использованием процедуры фильтрации на промежуточных этапах. Для установления количества сырой клетчатки в исследуемом сырье применялся метод Геннеберга – Штомана. Он заключается в последовательной обработке навески образца кислотными и щелочными реагентами, затем прокаливании для удаления органики и определении массы полученного остатка.

Для анализа кормов и комбикормов на наличие сырой золы применялся метод, регламентированный ГОСТ 32933-2014. Определение сырой золы в исследуемом материале осуществлялось методом сжигания навески в муфельной печи при 550 °С для удаления органической части, после чего взвешивался оставшийся минеральный остаток.

Идентификация аминокислот в анализируемом сырье (корма, комбикорма, сырье для комбикормов) проводилась в соответствии с ГОСТ Р 55569-2013. Для определения аминокислот использовался метод капиллярного электрофореза на приборе «Капель-105».

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

Рыбу взвешивали индивидуально с дальнейшим расчётом приростов (абсолютный и среднесуточный).

При раздаче испытуемых комбикормов руководствовались рекомендациями по кормлению карпа с учетом температуры воды и живой массы особей.

По завершении научно-хозяйственных опытов осуществлялся забор крови из хвостовой вены у шести особей карпа из каждой группы для проведения гематологических исследований. Морфологические характеристики (подсчет эритроцитов и лейкоцитов) были оценены с применением камеры Горяева, а биохимические параметры сыворотки крови – посредством спектрофотометрии.

В рамках бактериологического анализа микробиоты кишечника карпа идентифицировали следующие таксоны и группы микроорганизмов: *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Clostridium*, *Escherichia coli* (типичные, лактозонегативные, гемолитические штаммы), *Citrobacter braakii*, *Staphylococcus aureus*, а также сапрофитные и эпидермальные стафилококки и другие потенциально патогенные бактерии.

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

Процедура подготовки гистологических образцов внутренних органов включала следующие этапы: фиксация: ткани консервировались в 10 %-ном растворе формалина. Размеры образцов стандартизировались до 2х3 см с толщиной 0,5-1,0 см. Объем формалина десятикратно превышал объем фиксируемого материала. В качестве альтернативного фиксатора использовалась жидкость Карнуа. Заливка: подготовленный материал заливался белым парафином. Срезы: изготовление гистологических срезов производилось на санном микротоме с применением микротомных ножей.

Определение химического состава рыбы, включая содержание протеина, липидов, влаги и зольных элементов, осуществлялось методом ближней ИК-спектроскопии согласно ГОСТ 31795-2012. Органолептические показатели рыбы оценивались согласно ГОСТ 7631-2008.

После анализа данных, полученных в ходе зоотехнических и физиологических исследований на подопытной рыбе, была дана

экономическая оценка разработанным испытуемым комбикормам, расчет которой осуществляли с учетом общих затрат и прибыли, полученной от реализации карпа.

Результаты исследований подвергались биометрической обработке в Microsoft Excel с использованием вариационной статистики. Достоверность различий между признаками в выборках оценивалась по критерию Стьюдента на уровнях статистической значимости $P \geq 0,95$, $P \geq 0,99$ и $P \geq 0,999$ [83].

Результаты второго научно-хозяйственного опыта были подтверждены производственной апробацией в условиях ООО «Прибой», Волгоградской области.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Оценка кормовой ценности подсолнечного жмыха и горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка»

Перед началом исследований мы осуществили сравнительную оценку кормовой ценности подсолнечного жмыха и горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка», рассматривая второй кормовой ингредиент в качестве потенциального растительного компонента в составе комбикормов для карпа. Результаты наших исследований приведены в таблицах с 1 по 5.

Таблица 1 – Сравнительный химический состав подсолнечного жмыха и горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка»

Показатель питательности	Ед. изм.	Жмых подсолнечный	Горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка»
Сырой протеин	%	36,4	38,2
Сырой жир	%	10,1	9,8
Сырая клетчатка	%	13,9	9,4
Сырая зола	%	7,1	7,3
БЭВ	%	23,1	26,2

Исходя из полученных данных химического анализа, горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» демонстрирует более высокую питательную ценность с точки зрения содержания сырого протеина (в исследуемом концентрате выше на 1,8 % по сравнению с подсолнечным жмыхом), что делает его предпочтительным кормом для рыбоводства.

Содержание сырого жира отмечено больше на 0,3 % в подсолнечном жмыхе, чем в изучаемом концентрате. При этом следует учитывать и преимущества исследуемого концентрата, имеющего более низкое содержание клетчатки – на 4,5 % по сравнению с подсолнечным жмыхом, что

может способствовать лучшему усваиванию комбикормов. Кроме того, несколько большее содержание сырой золы – на 0,2 % – в горчичном концентрате по сопоставлению со жмыхом указывает на лучший минеральный состав, что также важно для здоровья рыбы. При этом содержание БЭВ было выше на 3,1 % в горчичном белоксодержащем кормовом концентрате «Горлинка» по сравнению со жмыхом из семян подсолнечника. С учетом вышесказанного, горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» является хорошим альтернативным кормовым источником, обеспечивает животных и рыб необходимыми питательными веществами.

Таблица 2 – Сравнительный аминокислотный состав горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» и подсолнечного жмыха

Показатель питательности	Ед. изм.	Горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка»	Жмых подсолнечный
Лизин	%	1,71	1,25
Метионин	%	1,09	0,68
Цистин	%	0,55	0,48
Треонин	%	1,36	1,10
Триптофан	%	0,44	0,39
Аргинин	%	2,08	2,02
Лейцин+изолейин	%	2,42	2,16
Валин	%	1,52	1,47
Гистидин	%	1,01	0,79
Фенилаланин	%	1,63	1,50
Тирозин	%	0,84	0,75
Глицин	%	1,88	1,73
Серин	%	1,60	1,24
Пролин	%	1,48	1,28
Аланин	%	1,49	1,27
Аспарагин	%	2,81	2,67
Глутамин	%	5,74	5,63
Сумма		29,65	26,41

Лизин – критически незаменимая аминокислота в питании сельскохозяйственных животных, птицы и объектов аквакультуры. Его

нехватка приводит к нарушениям белкового обмена и снижению продуктивности. Подсолнечный жмых содержит на 0,46 % меньше лизина по сравнению с горчичным белоксодержащим кормовым концентратом «Горлинка».

Недостаток метионина может привести к серьезным последствиям: ухудшению усвоения белков, ослаблению иммунной системы и увеличению восприимчивости к заболеваниям. В подсолнечном жмыхе уровень метионина ниже на 0,41 % по сравнению с горчичным белоксодержащим кормовым концентратом «Горлинка».

При отсутствии цистина в рационе его дефицит компенсируется метионином, что приводит к возрастанию потребности в последнем. В горчичном белоксодержащем кормовом концентрате «Горлинка» содержание цистина на 0,07 % выше, чем в подсолнечном жмыхе.

Треонин участвует в синтезе иммуноглобулинов, что усиливает защитные механизмы организма. Он также необходим для выработки определенных белков, которые способствуют нормализации микробиоты кишечника. В подсолнечном жмыхе треонина на 0,26 % меньше по сравнению с горчичным белоксодержащим кормовым концентратом «Горлинка».

Триптофан – это аминокислота, необходимая для синтеза гемоглобина и формирования белков плазмы в крови. В горчичном белоксодержащем кормовом концентрате «Горлинка» уровень триптофана на 0,05 % превышает его содержание в подсолнечном жмыхе.

Аргинин считается одной из универсальных аминокислот, так как он является предшественником в синтезе белков и мочевины. Эта аминокислота также выполняет ключевую функцию в регуляции эндокринной и репродуктивной систем как животных, птиц, так и объектов аквакультуры. Содержание такой важной аминокислоты на 0,06 % больше в горчичном белоксодержащем кормовом концентрате «Горлинка», по сравнению с подсолнечным жмыхом.

Чрезмерное количество лейцина и изолейцина может уменьшить аппетит, а также тормозить процессы роста и накопления белка в организме. На 0,26 % лейцина + изолейцина содержалось меньше в подсолнечном жмыхе в сравнении с горчичным белоксодержащим кормовым концентратом «Горлинка».

Валин является одной из ключевых незаменимых аминокислот, необходимых для питания рыб. Данный аминокислотный компонент встречается в подсолнечном жмыхе в меньшем объеме (0,05 %), чем в горчичном белоксодержащем кормовом концентрате «Горлинка», который имеет более высокое содержание этого вещества.

Аминокислотой, влияющей на синтез ДНК и белка, является гистидин. Также он считается основным компонентом, который защищает рыбу от изменения pH в результате гипоксии и резкого плавания. Важно отметить, что данная аминокислота способна улучшить органолептические свойства рыбного филе. В горчичном белоксодержащем кормовом концентрате «Горлинка» содержание гистидина составляет на 0,22 % больше, чем в подсолнечном жмыхе.

Фенилаланин и тирозин играют важную роль в синтезе гормонов щитовидной железы и в стимуляции активности пищеварительных ферментов. В горчичном белоксодержащем кормовом концентрате «Горлинка» содержание фенилаланина превышает уровень, найденный в подсолнечном жмыхе, на 0,13 %, в то время как тирозина больше на 0,09 %.

Глицин и серин являются аминокислотами, которые играют важную роль в процессах глюконеогенеза, а также в переваривании и усвоении жиров. Эти аминокислоты также способствуют стимуляции потребления корма. В подсолнечном жмыхе содержание глицина на 0,15 % ниже, а серина – на 0,36 % меньше, чем в горчичном белоксодержащем кормовом концентрате «Горлинка». Кроме того, уровень пролина в подсолнечном жмыхе составляет на 0,20 % меньше, чем в горчичном белоксодержащем кормовом концентрате «Горлинка».

Аланин выполняет важную функцию в обмене веществ у рыб, действуя как носитель азота. В горчичном белоксодержащем кормовом концентрате «Горлинка» уровень этой аминокислоты превышает уровень в подсолнечном жмыхе на 0,22 %.

Аспарагин составляет около 10 % аминокислот в белках как растительного, так и животного происхождения. В подсолнечном жмыхе его содержание на 0,14 % ниже, чем в горчичном белоксодержащем кормовом концентрате «Горлинка».

Глутамин полностью расщепляется в кишечнике водных обитателей, и его уровень в подсолнечном жмыхе на 0,11 % ниже, чем в горчичном белоксодержащем кормовом концентрате «Горлинка».

Сумма незаменимых аминокислот в горчичном белоксодержащем кормовом концентрате «Горлинка» составила 13,26 %, в то время как в подсолнечном жмыхе – 11,36 %.

Сумма заменимых аминокислот в горчичном белоксодержащем кормовом концентрате «Горлинка» составила 16,39 %, а в подсолнечном жмыхе – 15,05 % (рисунок 2).

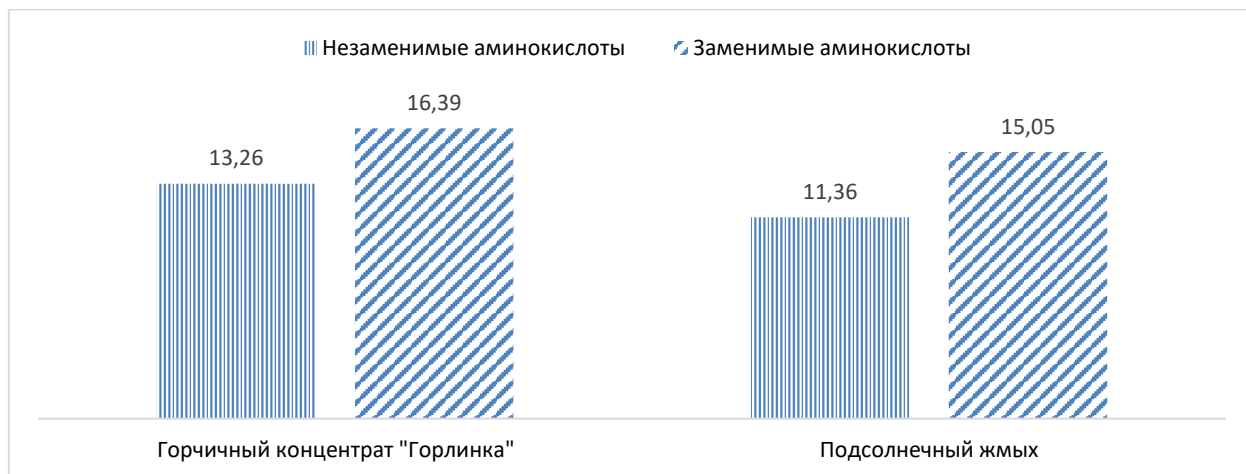


Рисунок 2 – Общая сумма незаменимых и заменимых аминокислот в горчичном белоксодержащем кормовом концентрате «Горлинка» и подсолнечном жмыхе, %

Общая сумма аминокислот в горчичном белоксодержащем кормовом концентрате «Горлинка» на 3,24 % превышает сумму аминокислот в подсолнечном жмыхе (рисунок 3).

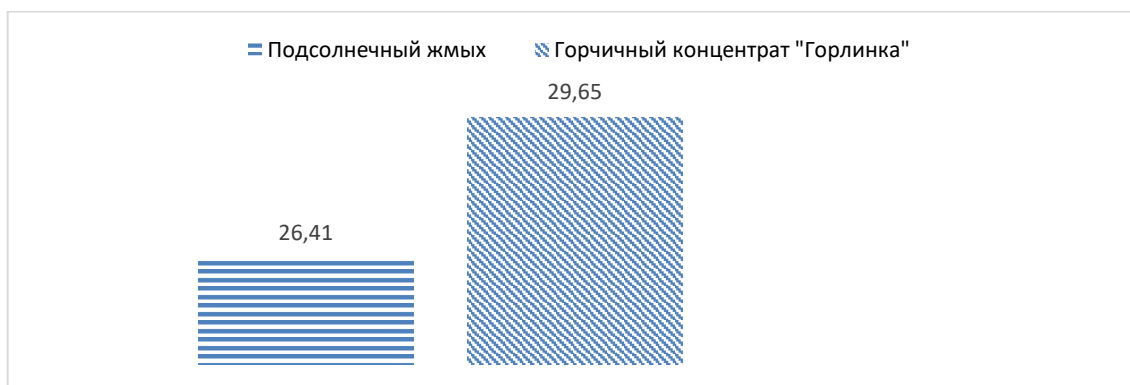


Рисунок 3 – Общая сумма аминокислотного состава горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» и подсолнечного жмыха, %

Таким образом, горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» превосходит по аминокислотному составу жмых из семян подсолнечника.

Биологическая ценность белковых компонентов продукта зависит от их переваримости и сбалансированности аминокислотного состава. Однако стоит учитывать, что технологические методы обработки и условия хранения могут значительно влиять на биологическую ценность, способны изменять структуру белков и их взаимодействие с другими веществами. В связи с этим, для оценки биологической ценности проводится анализ аминокислотного сора.

Аминокислотный скор позволяет оценить, насколько аминокислотный состав пищевого продукта отвечает потребностям организма в аминокислотах для белкового синтеза. Выявление ограничивающих аминокислот и их дефицитность осуществляется путем сопоставления процентного содержания аминокислот в исследуемом белке с аналогичным содержанием в идеальном белке, который полностью покрывает потребности организма.

Для расчёта аминокислотного сора белка аминокислотный скор каждой незаменимой аминокислоты в «идеальном» белке ФАО/ВОЗ принимали за 100 %, а в исследуемом – определяли процент соответствия. Если значение сора для определенной аминокислоты ниже 100 %, данную аминокислоту определяли как лимитирующую.

В исследуемых кормовых ингредиентах минимальный аминокислотный скор был выявлен у лейцина + изолейцина. Так, скор по исследуемой аминокислоте в горчичном белоксодержащем кормовом концентрате «Горлинка» составил 73,06 %, что ниже, чем в подсолнечном жмыхе на 10,92 %. Таким образом, лейцин + изолейцин являются лимитирующими аминокислотами в данных кормовых ингредиентах.

Аминокислотный скор горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» преимущественно отличался от традиционно используемого кормового ингредиента (жмых подсолнечный): по валину – на 8,76 %, гистидину – на 44,17 %, лизину – на 29,7 %, треонину – на 34,27 %, триптофану – на 28,46 % (рисунок 4).



Рисунок 4 – Аминокислотный скор горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» и подсолнечного жмыха, %

При оценке полноценности кормления рыб важно учитывать содержание витаминов и минералов в кормах.

В горчичном белоксодержащем кормовом концентрате «Горлинка» концентрация основных макроэлементов, таких как кальций, фосфор, калий, сера и магний, превосходила их содержание в жмыхе из семян подсолнечника на 1,2 г/кг, 1,9 г/кг, 1,7 г/кг, 0,1 г/кг и 0,3 г/кг, соответственно (табл. 3).

Таблица 3 – Содержание макроэлементов в исследуемых кормах, г/кг

Корм	Кальций	Фосфор	Калий	Сера	Магний
Жмых подсолнечный	4,60	10,85	9,30	4,35	4,90
Горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка»	5,80	12,75	11,00	4,45	5,20

Что касается микроэлементов, а именно железа, цинка, йода, меди и марганца, то их наличие в горчичном белоксодержащем кормовом концентрате «Горлинка» также было выше, чем в жмыхе подсолнечника на 17,25 мг/кг, 24,75 мг/кг, 0,03 мг/кг, 2,65 мг/кг и 5,35 мг/кг, соответственно (табл. 4).

Таблица 4 – Содержание микроэлементов в исследуемых кормах, мг/кг

Корм	Железо	Цинк	Йод	Медь	Марганец	Кобальт
Жмых подсолнечный	212,70	38,65	0,33	9,65	36,60	0,19
Горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка»	229,95	63,40	0,36	12,30	41,95	0,26

В горчичном белоксодержащем кормовом концентрате «Горлинка» количество жирорастворимого витамина Е превышало содержание этого витамина в жмыхе из семян подсолнечника на 0,70 мг/кг, где его концентрация составляла 10,35 мг/кг. Концентрация Витамина Д в жмыхе из семян подсолнечника составила 6 МЕ/г, а в горчичном белоксодержащем кормовом концентрате «Горлинка» больше на 35 МЕ/г и составило 41 МЕ/г (табл. 5).

Таблица 5 – Содержание витамина Е и Д в исследуемых кормах

Корм	Витамин	
	Е, мг/кг	Д ₃ , МЕ/г
Жмых подсолнечный	10,35	6,00
Горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка»	11,05	41,00

Обобщая вышесказанное, можно сделать вывод, что горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» демонстрирует превосходство над жмыхом подсолнечным по концентрации сырого протеина, золы, БЭВ, аминокислот, витаминов и минералов. Этот факт делает его перспективным объектом для дальнейших исследований его воздействия на здоровье и показатели рыбопродуктивности карпа.

3.2 Использование горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в кормлении молоди карпа

3.2.1 Условия проведения первого научно-хозяйственного опыта

Для научно-хозяйственного опыта была отобрана молодь карпа, среднее значение массы которых составляло в начале эксперимента около 36-37 г. Методом аналогов были сформированы четыре группы рыбы (одна контрольная и три опытные) по 80 голов в каждой (таблица 6).

Таблица 6 – Схема I научно-хозяйственного опыта на молоди карпа

Подопытная группа	Прод-ть опыта	Условия кормления
Контрольная	26 недель (182 дня)	Основной рацион (ОР) с 20 % подсолнечного жмыха
1-опытная	26 недель (182 дня)	ОР с заменой 50 % подсолнечного жмыха на горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» (10 % подсолнечного жмыха и 10 % горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка»)
2-опытная	26 недель (182 дня)	ОР с заменой 75 % подсолнечного жмыха на горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» (5 % подсолнечного жмыха и 15 % горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка»)
3-опытная	26 недель (182 дня)	Основной рацион (ОР) с 20 % горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка»

Условия содержания для всех подопытных групп были одинаковыми. В ходе исследования были сформированы три опытные группы с различными пропорциями замены стандартного подсолнечного жмыха на горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка». Контрольная группа получала основной комбикорм без изменений со стандартным подсолнечным жмыхом. Первая опытная группа карпа потребляла комбикорм, в котором 50 % стандартного жмыха было заменено на указанный концентрат. Вторая группа рыб получила комбикорм с заменой 75 % стандартного жмыха, что предполагает ещё большее усиление положительных эффектов от нового компонента за счёт увеличения концентрации питательных веществ. Наконец, третья опытная группа карпа, потребляла рацион с горчичным белоксодержащим кормовым концентратом «Горлинка», полностью исключая подсолнечный жмых.

Несмотря на то, что садковое выращивание имеет ряд своих особенностей, выражающихся в ограниченности пространства и

искусственном регулировании параметров воды, поддерживаемые условия при проведении научно-хозяйственного опыта можно квалифицировать как оптимальные в рамках индустриального рыбоводства (таблица 7).

Таблица 7 – Некоторые показатели качества воды в садках

Показатель	Фактически полученные данные
Температура, °C	22,0-26,0
Водородный показатель (pH)	6,5-8,5
Растворённый кислород, г/м ³	6,8-7,0
Нитриты, мг/л	0,2
Нитраты, мг/л	1,0
Общая жесткость, мг-экв/л	4,5
Железо, мг/л	1,5

При выращивании всех подопытных групп зеркального карпа в садках было установлено, что условия содержания соответствовали биологическим требованиям вида и тем самым обеспечивали его физиологическое благополучие.

Таким образом, зафиксировано, что все ключевые параметры водной среды поддерживались в оптимальных пределах, соответствующих биологическим требованиям зеркального карпа.

Молодь карпа требует более калорийного и богатого белками комбикорма для интенсивного роста, в то время как взрослая рыба может обходиться менее питательным рационом.

Данные о составе комбикормов и их питательной ценности для молоди карпа подопытных групп приведены в таблицах 8-9.

В опытных комбикормах для молоди карпа с живой массой от 1 грамма до 50 грамм содержание обменной энергии составляло: в 1-опытной – 12,04 МДж на 1 кг продукта, во 2- и 3- опытных – 12,03 МДж и в 3-опытной – 12,01 МДж. Концентрация сырого протеина в составе комбикорма для контрольной группы рыб была на уровне 40,15 г на 100 грамм, а в 1-, 2- и 3-опытных варьировалась в пределах от 40,33 до 40,51 г.

Необходимо отметить содержание в комбикормах таких аминокислот, как лизин и метионин. Так, их уровни в контрольном комбикорме составили 2,24 г лизина и 0,51 г метионина на 100 г, в 1- , 2- и 3-опытных соответственно 2,29 г и 0,55 г, 2,31 г и 0,57 г и 2,33 и 0,59 г.

Таблица 8 – Комбикорма для молоди карпа подопытных групп
(средняя живая масса от 1 до 50 граммов)

Ингредиент	Ед. изм.	Группа			
		Контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Пшеница	%	25,25	25,25	25,25	25,25
Рыбная мука	%	35,02	35,02	35,02	35,02
Жмых подсолнечный	%	20,00	10,00	5,00	-
Горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горlinkка»	%	-	10,00	15,00	20,00
Шрот соевый	%	13,00	13,00	13,00	13,00
Монохлоргидрат лизина	%	0,50	0,50	0,50	0,50
Масло растительное	%	5,50	5,50	5,50	5,50
Энтерацид	%	0,23	0,23	0,23	0,23
Премикс	%	0,50	0,50	0,50	0,50
В 100 г комбикорма содержится					
Обменная энергия	МДж/кг	12,04	12,03	12,03	12,01
Сырой протеин	%	40,15	40,33	40,42	40,51
Сырой жир	%	10,69	10,62	10,59	10,55
Сырая клетчатка	%	5,05	4,07	3,71	3,11
Лизин	%	2,24	2,29	2,31	2,33
Метионин	%	0,51	0,55	0,57	0,59
Треонин	%	1,45	1,48	1,49	1,50
Триптофан	%	0,33	0,34	0,34	0,34
Аргинин	%	2,25	2,26	2,26	2,26
Изолейцин	%	1,48	1,49	1,49	1,50
Лейцин	%	2,17	2,18	2,19	2,19
Валин	%	1,90	1,91	1,91	1,91
Гистидин	%	0,67	0,69	0,70	0,71
Фенилаланин	%	1,32	1,33	1,34	1,35
Са	%	1,45	1,46	1,47	1,47
Р	%	1,12	1,14	1,15	1,16

Важно также уделить внимание содержанию в комбикормах таких макроэлементов, как кальций и фосфор. Так, концентрация кальция в 100 г опытных комбикормов варьировала в диапазоне от 1,45 до 1,47 г, а фосфора – 1,12-1,16 г.

Таблица 9 – Кормовые программы для взрослого карпа подопытных групп
(средняя живая масса от 50 грамм)

Ингредиент	Ед. изм.	Группа			
		Контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Пшеница	%	34,06	34,06	34,06	34,06
Рыбная мука	%	20,02	20,02	20,02	20,02
Жмых подсолнечный	%	20,00	10,00	5,00	-
Горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка»	%	-	10,00	15,00	20,00
Шрот соевый	%	15,50	15,50	15,50	15,50
Мука травяная люцерновая	%	4,36	4,36	4,36	4,36
Масло растительное	%	5,50	5,50	5,50	5,50
Энтерацид	%	0,26	0,26	0,26	0,26
Премикс	%	0,30	0,30	0,30	0,30
В 100 г комбикорма содержится					
Обменная энергия	МДж/кг	10,39	10,37	10,37	10,35
Сырой протеин	%	31,23	31,41	31,5	31,59
Сырой жир	%	9,80	9,75	9,72	9,69
Сырая клетчатка	%	6,58	5,70	5,06	4,49
Лизин	%	1,62	1,67	1,69	1,71
Метионин	%	0,39	0,43	0,45	0,47
Треонин	%	1,23	1,26	1,27	1,28
Триптофан	%	0,39	0,40	0,40	0,40
Аргинин	%	2,06	2,07	2,07	2,07
Изолейцин	%	1,35	1,36	1,36	1,37
Лейцин	%	1,85	1,86	1,87	1,87
Валин	%	1,63	1,64	1,64	1,64
Гистидин	%	0,54	0,56	0,57	0,58
Фенилаланин	%	1,08	1,09	1,10	1,11
Са	%	1,29	1,30	1,31	1,31
Р	%	1,07	1,09	1,10	1,11

На 1 кг комбикормов для карпа с живой массой свыше 50 грамм концентрация обменной энергии составила в контроле 10,39 МДж, во 2- и 3-опытных – 10,37 МДж и в 3-опытной – 10,35 МДж. Уровень сырого протеина в составе 100 г комбикорма для контрольной группы рыб был 31,23 г, а в 1-, 2- и 3-опытных соответственно 31,41 г, 31,5 г и 31,59 г.

Содержание в 100 г комбикормов незаменимых аминокислот, а именно лизина и метионина было следующим: в контроле – 1,62 г и 0,39 г, в 1-опытной – 1,67 г и 0,43 г, во 2-опытной – 1,69 г и 0,45 г, в 3-опытной – 1,71 г и 0,47 г.

Уровни кальция и фосфора в 100 г комбикорма в контроле составили 1,29 г и 1,07 г, в опытных группах варьировали в диапазоне от 1,30 г до 1,31 г и 1,09-1,11 г.

3.2.2 Рыбоводные показатели при выращивании карпа

Живая масса является важным показателем зоотехнической оценки животных, так как она служит основным индикатором их общего состояния, продуктивности и адаптации к окружающей среде. Этот параметр позволяет оценивать здоровье и ведение правильного рациона, а также определять достигнутый уровень разведения и селекции (таблица 10).

Таблица 10 – Живая масса карпа, г ($M \pm m$) ($n = 80$)

Месяц опыта	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
начало опыта	36,41±0,28	36,74±0,21	35,83±0,28	37,16±0,27
1	114,24±1,04	115,51±0,99	115,23±0,98	117,03±0,95
2	211,05±1,64	218,38±1,63**	218,31±1,58**	224,46±1,53***
3	316,81±2,89	324,63±2,76	324,94±2,54*	331,93±2,27***
4	453,31±3,51	461,84±3,49	463,6±3,31*	471,75±3,27***
5	598,78±4,63	609,06±4,55	610,84±4,37*	619,81±4,16
6	753,34±5,37	765,62±5,93	773,98±4,64**	784,60±5,47***

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

В конце опыта живая масса карпа в контрольной группе составила 753,34 г, а в 1-опытной – 765,62 г, что выше, чем в контроле на 1,63 % (12,28 г). Разница по изучаемому показателю в пользу 2-опытной группы составила 20,64 г или 2,74 % по сопоставлению в контрольной ($P>0,99$). Особи, получавшие в комбикорме горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» (полная замена подсолнечного жмыха), имели более высокую живую массу (784,60 г) по сравнению с аналогами из контроля и 1- и 2-опытных групп. Достоверная разница была отмечена при $P>0,999$ между контрольной и 3-опытной группами (31,26 г или на 4,15 %).

Далее нами были проанализированы такие важные показатели, как общий и среднесуточный прирост живой массы карпа. В ходе проведённого опыта наблюдался заметный прирост массы в различных опытных группах карпа. Рыбы их контрольной группы показали прирост в 716,93 г, тогда как первая опытная группа продемонстрировала прирост в 728,88 г, что является на 11,95 г и 1,67 % больше по сравнению с контрольной. Второй опытной группе рыб удалось достичь прироста в 738,15 г, превышающего контрольные показатели на 21,22 г (2,96 %). Третья опытная группа карпа в свою очередь показала наилучшие результаты – 747,44 г прироста, что на 30,51 г (4,26 %) больше, чем в контрольной группе (рисунок 5). Эти результаты свидетельствуют о положительном влиянии изучаемого концентрата на прирост массы протестированных объектов. Очевидно, что с увеличением ввода горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в комбикорма наблюдается тенденция к улучшению роста, что открывает новые горизонты для дальнейших исследований в данной области.

Среднесуточный прирост за весь опыт в контрольной группе составил 3,94 г, а в 1-, 2- и 3-опытных соответственно 4,00 г, 4,06 г и 4,11 г, что на 0,07 г, 0,12 г и 0,17 г выше контрольных аналогов.

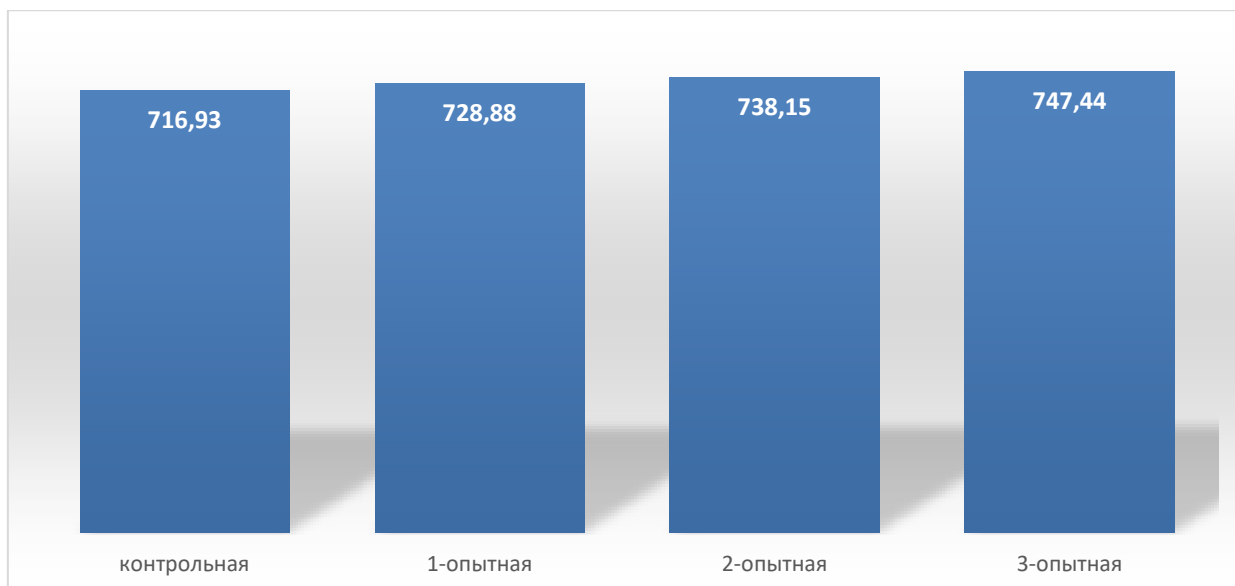


Рисунок 5 – Общий прирост живой массы карпа подопытных групп, г

Эффективное выращивание карпа напрямую связано с оптимизацией кормовых затрат (таблица 11). Качество комбикорма напрямую влияет на эффективность его усвоения. Использование высококачественных, сбалансированных комбикормов с оптимальным содержанием протеина, жиров и углеводов позволяет снизить расход корма на единицу прироста массы. Некачественные корма, напротив, плохо усваиваются и приводят к перерасходу. Эффективное управление кормовыми затратами – залог рентабельного выращивания карпа.

В конце опыта нами был произведен расчет кормового коэффициента. Так, данный показатель был ниже на 2,48-7,44 % или 0,03-0,09 кг в опытных группах (1,12-1,18 кг) по сопоставлению с контролем (1,21 кг).

Затраты на 1 кг прироста сырого протеина в контрольной группе составили 487,22 г, а в 1-опытной - 474,50 г, что было ниже чем в контрольной на 12,72 г или на 2,61 %, во 2-опытной группе – 469,52 г и меньше чем в контроле на 17,7 г или на 3,63 %. Самым низким данный показатель был в 3-опытной группе рыб, которая получала в составе рациона горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка», 451,88 г, что ниже чем в контроле на 35,34 г (7,25 %).

Таблица 11 – Кормовые затраты при выращивании карпа

Группа	Кормовой коэффициент	Затраты на 1 кг прироста:		Использовано протеина от принятого с комбикормом, %
		сырого протеина, г	обменной энергии, МДж/кг	
Контрольная	1,21	487,22	14,61	41,21
1-опытная	1,18	474,50	14,15	43,22
2-опытная	1,16	469,52	13,97	43,75
3-опытная	1,12	451,88	13,40	45,54

Затраты на 1 кг прироста обменной энергии за весь опыт в контрольной группе рыб находились на уровне 14,61 МДж/кг, а в 1-, 2- и 3-опытных – 14,15 МДж/кг, 13,97 МДж/кг, 13,40 МДж/кг, что на 0,46 МДж/кг, 0,64 МДж/кг, 1,21 МДж/кг или на 3,15 %, 4,38 %, 8,28 %, меньше чем в контрольной группе.

Далее нами был проанализирован такой важный показатель, как использовано протеина от принятого с комбикормом. В контрольной группе он составил 41,21 %. В 1-опытной группе показатель был 43,22 %, во второй – 43,75 %, а в третьей – 45,54 %. Так, в опытных группах изучаемый показатель оказался несколько ниже, чем в контрольной, на 2,01 %, 2,54 %, 4,33 %.

Введение изучаемого кормового концентрата в состав комбикорма способствовало повышению сохранности рыб из опытных групп на 1,25-3,75 % по сравнению с контрольной группой (рисунок 6).

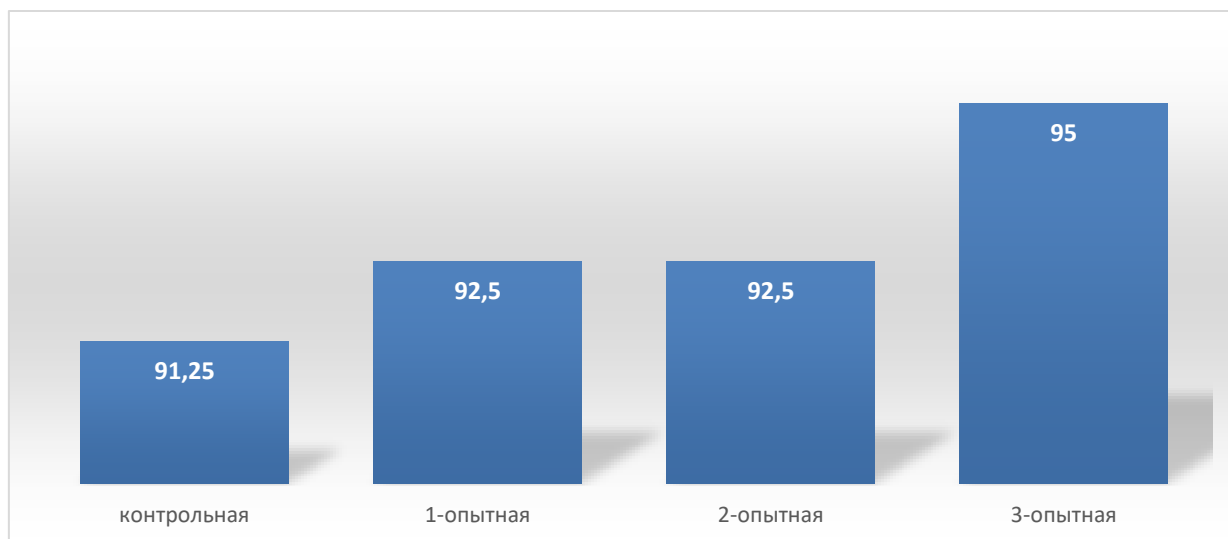


Рисунок 6 – Сохранность рыб подопытных групп, %

Таким образом, замена подсолнечного жмыха на горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» в составе комбикорма положительно повлияла на рыбоводные показатели карпа.

3.2.3 Гематологические показатели рыбы

Кровь является «зеркалом» физиологического состояния организма. Ее состав чутко реагирует на изменения во внешней среде, стресс, наличие патогенов и, что особенно важно для нашей темы, на качество и количество поступающих питательных веществ. Гематологические параметры отражают состояние кроветворной системы, иммунитета, метаболических процессов и общего гомеостаза. Изменения в этих показателях могут сигнализировать о дефиците белка, жиров, углеводов, витаминов или минеральных элементов задолго до появления видимых клинических признаков или значительного снижения продуктивности.

Контроль полноценности научно-обоснованного кормления необходимо осуществлять путем мониторинга биохимических и морфологических показателей крови, что позволяет выявить основные изменения в обмене веществ и состоянии здоровья рыб. Уровень белка, лейкоциты, гемоглобин и другие показатели играют ключевую роль в оценке нутритивной ценности рационов (таблицы 12 и 13).

В конце проведения исследований нами был осуществлен забор крови у 6 особей карпа из каждой подопытной группы.

Было зафиксировано определённое увеличение уровня эритроцитов в крови рыб опытных групп по сравнению с контрольной. В первой опытной группе показатель составил $0,61 \cdot 10^{12}/л$, во второй – $0,63 \cdot 10^{12}/л$, а в третьей – $0,66 \cdot 10^{12}/л$. Таким образом, в опытных группах исследуемый показатель оказался выше, чем в контрольной, на $0,03 \cdot 10^{12}/л$ (5,17 %), $0,05 \cdot 10^{12}/л$ (8,62 %) и $0,08 \cdot 10^{12}/л$ (13,79 %).

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

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Эритроциты, $10^{12}/л$	$0,58 \pm 0,02$	$0,61 \pm 0,04$	$0,63 \pm 0,05$	$0,66 \pm 0,04$
Лейкоциты, $10^9/л$	$5,74 \pm 0,15$	$5,71 \pm 0,16$	$5,67 \pm 0,10$	$5,65 \pm 0,18$
Тромбоциты, $10^9/л$	$45,93 \pm 4,27$	$45,45 \pm 4,55$	$44,35 \pm 4,07$	$44,28 \pm 3,61$
Гематокрит, %	$10,96 \pm 0,43$	$11,34 \pm 0,39$	$11,39 \pm 0,42$	$11,45 \pm 0,37$
Гемоглобин, г/л	$91,31 \pm 4,37$	$91,78 \pm 4,60$	$92,24 \pm 3,96$	$92,82 \pm 3,26$

Что касается количества лейкоцитов, то в контрольной группе этот показатель равнялся $5,74 \times 10^9/л$. В первой опытной группе он составил $5,71 \times 10^9/л$, во второй – $5,67 \times 10^9/л$, а в третьей – $5,65 \times 10^9/л$. Разница между опытными группами и контролем составила $0,03 \times 10^9/л$ (0,52 %), $0,07 \times 10^9/л$ (1,22 %) и $0,09 \times 10^9/л$ (1,57 %) соответственно, что свидетельствует о снижении лейкоцитов в опытных группах.

У рыб, которые получали в своем рационе белковый концентрат из горчицы «Горлинка», наблюдалось снижение уровня тромбоцитов в крови на 1,05-3,59 % по сравнению с контрольной группой, где применялся подсолнечный жмых в комбикорме.

Уровень гематокрита в крови карпа из контрольной группы составил 10,96 %, в то время как в 1-, 2- и 3- опытных группах этот показатель оказался выше на 0,38 %, 0,43 % и 0,49 % соответственно по сравнению с контролем.

Содержание гемоглобина в крови рыб опытных групп было выше, чем в контроле: так, в 1-опытной – на 0,47 г/л, во 2-опытной – на 0,93 г/л и в 3-опытной – на 1,51 г/л.

У рыб контрольной группы уровень общего белка в крови составил 13,08 г/л, в первой опытной группе – 13,33 г/л, во второй – 13,54 г/л, а в третьей – 13,70 г/л. Наблюдалось некоторое изменение в показателе концентрации белка

в крови рыб опытных групп по сравнению с контрольной: так, в первой опытной группе он увеличился на 0,25 г/л, во второй – на 0,46 г/л, а в третьей – на 0,62 г/л. Эти данные свидетельствуют о более активном процессе белкового обмена в организмах рыб.

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

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Общий белок, г/л	13,08±0,87	13,33±0,93	13,54±0,75	13,70±0,86
АлТ, Ед/л	34,0±0,36	33,88±0,29	33,80±0,26	33,75±0,30
АсТ, Ед/л	48,38±0,47	48,18±0,44	48,05±0,38	47,88±0,32
Глюкоза, ммоль/л	2,61±0,04	2,56±0,06	2,52±0,03	2,51±0,02
Мочевина, мг/дл	5,47±0,16	5,43±0,20	5,36±0,18	5,29±0,18
Триглицериды, мг/дл	1,92±0,10	1,84±0,08	1,80±0,09	1,77±0,09
Холестерин, мг/дл	2,53±0,21	2,48±0,19	2,43±0,18	2,38±0,16
Щелочная фосфатаза, Ед/л	14,31±0,34	14,96±0,31	15,08±0,27	15,16±0,27
Кальций, ммоль/л	2,76±0,13	2,81±0,11	2,85±0,07	2,93±0,08
Фосфор, ммоль/л	1,07±0,05	1,09±0,04	1,09±0,03	1,11±0,03

Показатели активности АлТ и АсТ в сыворотке крови зеркального карпа во всех подопытных группах соответствовали физиологической норме, что демонстрирует стабильность метаболических процессов у рыб на протяжении всего периода исследования.

Содержание АлТ в крови рыб контрольной группы составило 34,0 Ед/л, в первой опытной группе – 33,88 Ед/л, во второй – 33,80 Ед/л, в третьей 33,75 Ед/л. Данные показатели оказались ниже по сравнению с контрольной группой на 0,12 Ед/л (0,35 %), 0,20 Ед/л (0,59 %) и 0,25 Ед/л (0,74 %).

Активность АсТ в сыворотке крови рыб контрольной группы составила 48,28 Ед/л. В опытных группах наблюдалось снижение данного показателя, так в первой опытной группе до 48,18 Ед/л (на 0,41 %), во второй опытной группе – 48,05 Ед/л (на 0,68 %) и в третьей опытной группе – 47,88 Ед/л (на 1,03 %). Таким образом, разница с контролем составила 0,20 Ед/л, 0,33 Ед/л и 0,50 Ед/л соответственно.

Уровень мочевины в крови рыб в первой опытной группе составил 5,43 ммоль/л, во второй – 5,36 ммоль/л, а в третьей – 5,29 ммоль/л. Эти показатели оказались ниже, чем в контроле на 0,04 ммоль/л, 0,11 ммоль/л и 0,18 ммоль/л соответственно. Снижение концентрации мочевины у рыб из опытных групп указывает на более активное потребление белка, что подтверждается значительными увеличениями массы по сравнению с контрольными аналогами.

Анализ глюкозы в крови рыб позволяет оценить эффективность углеводного обмена. Исследование показало, что у рыб, получавших комбикорма с горчичным белоксодержащим кормовым концентратом «Горлинка», наблюдается снижение уровня глюкозы в крови на 1,92-3,83 % по сравнению с контрольными данными.

Уровень триглицеридов и холестерина в организме служит индикатором липидного обмена. Кормление рыб из 1-, 2- и 3- опытных групп комбинированным кормом с добавлением исследуемого концентрата «Горлинка» привело к снижению содержания триглицеридов в крови по сравнению с контрольной группой на 0,08 ммоль/л, 0,12 ммоль/л и 0,15 ммоль/л соответственно. Что касается концентрации холестерина в сыворотке крови карпа, то в 1-, 2- и 3- опытной группах она уменьшилась на 1,98 %, 3,95 % и 5,93 % по сравнению с контрольными образцами, указывая на более эффективное усвоение корма. Снижение уровней холестерина и триглицеридов в крови карпа, вероятно, связано с более активным развитием мышечной массы.

Щелочная фосфатаза в организме рыбы отражает состояние минерального обмена, а также интенсивность протекания таких синтетических процессов, как синтез белков и рост мышечной ткани, формирование чешуи, синтез ферментов и формирование новых клеток кишечного эпителия. В результате было отмечено повышение уровня щелочной фосфатазы в крови опытных групп по сравнению с контрольной – 14,34 Ед/л. В первой опытной группе показатель составил 14,96 Ед/л, во

второй – 15,08 Ед/л, а в третьей – 15,16 Ед/л, в процентном соотношении повышение составило от 4,54 % до 5,94 % по сравнению с контрольной группой.

Включение рассматриваемого кормового концентрата в состав комбикорма способствовало некоторому увеличению уровня кальция и фосфора в сыворотке крови рыб из опытных групп на 1,81-6,16 % и 1,87-3,74 % соответственно по сравнению с контрольной группой. Это можно объяснить ускоренным ростом рыб.

Таким образом, можно сделать вывод, что добавление белоксодержащего корма «Горlinkка» в рацион рыб способствовало более активному течению метаболических процессов в их организме.

3.2.4 Товарные качества карпа

Достичь максимального выхода рыбной продукции возможно только за счет полноценного кормления особей [34].

Для оценки товарных качеств рыбы нами из каждой подопытной группы были отобраны по шесть особей с весом, соответствующим среднему показателю по группе.

Проведенный контрольный убой подопытных особей показал, что изучаемые показатели оказались выше у рыб, которые входили в опытные группы по сравнению с контрольной (таблица 14).

Так, вес тушки карпа в контрольной группе составил 517,19 г, а в 1-опытной – 529,22 г, во 2-опытной – 538,02 г и в 3-опытной – 542,71 г, что выше чем в контроле на 12,03 г или на 2,33 %, на 20,83 г или на 4,03 % и на 25,52 г или на 4,93 %.

Убойный выход в 1-опытной группе рыб был выше, чем в контроле на 0,48 %, во 2-опытной группе – на 0,88 % и в 3-опытной – 0,53 %. У рыб из контроля данный показатель составил 68,60 %.

Таблица 14 – Результаты анатомической разделки подопытных рыб ($M \pm m$) ($n=6$)

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Живая масса перед убоем, г	753,91 $\pm$ 7,83	766,15 $\pm$ 7,42	774,38 $\pm$ 7,8*	785,11 $\pm$ 7,06
Вес тушки, г	517,19 $\pm$ 6,19	529,22 $\pm$ 5,96	538,02 $\pm$ 6,17***	542,71 $\pm$ 5,39*
Убойный выход, %	68,60 $\pm$ 0,22	69,08 $\pm$ 0,18	69,48 $\pm$ 0,16*	69,13 $\pm$ 0,11
Выход мышц, г	479,18 $\pm$ 5,51	487,72 $\pm$ 5,28	492,33 $\pm$ 5,59	509,6 $\pm$ 5,71**
Съедобные части, г	506,94 $\pm$ 5,51	516,42 $\pm$ 5,32	523,4 $\pm$ 5,23	531,36 $\pm$ 5,11*
Съедобные части, %	67,24 $\pm$ 0,14	67,40 $\pm$ 0,15	67,59 $\pm$ 0,15	67,68 $\pm$ 0,14
Несъедобные части, г	246,97 $\pm$ 2,66	249,73 $\pm$ 2,51	250,98 $\pm$ 2,95	253,75 $\pm$ 2,33
Несъедобные части, %	32,76 $\pm$ 0,14	32,60 $\pm$ 0,15	32,41 $\pm$ 0,15	32,32 $\pm$ 0,14

Выход мышц у особей контрольной группы составил 479,18 г, а 1-опытной – 487,72 г, во 2-опытной – 492,33 г и в 3-опытной – 509,60 г. В опытных группах изучаемый показатель был выше, чем в контроле: так, в 1-опытной – на 8,54 г или 1,78 %, во 2-опытной – на 13,15 г или на 2,74 % и в 3-опытной – на 30,42 г или 6,35 %.

Изучение морфологического состава туши является ключевым аспектом для понимания изменений, происходящих в организме животных в процессе их роста [134].

Важнейшим критерием оценки товарных качеств рыбной продукции служит соотношение съедобных и несъедобных частей, которое напрямую влияет на питательную ценность и коммерческую привлекательность продукта [35].

При убое наблюдается значительная вариабельность в содержании этих компонентов, что обусловлено множеством факторов, таких как возраст, порода, происхождение и условия кормления. В процессе развития организма рыб происходит дифференциация тканей, в результате чего меняется

структура мякоти и пропорций костных элементов. Эффективное управление рационом питания и условиями содержания рыб может значительно повлиять на морфологические характеристики туши, обеспечивать оптимальные условия для формирования мясной массы.

Рыбы из контрольной группы уступали особям из 1-, 2- и 3- опытных по такому показателю, как съедобные части соответственно на 9,48 г или 1,87 %, на 16,46 г или 3,25 % и 24,42 г или 4,82 %.

Следует отметить, что в опытных группах карпа наблюдалось снижение процента несъедобных частей. Так, в контрольной группе данный показатель составил 32,76 %, а в 1-, 2- и 3- опытных был ниже на 0,16 %, 0,35 % и 0,44 %.

Процентное соотношение съедобных и несъедобных частей приведено на рисунке 7.

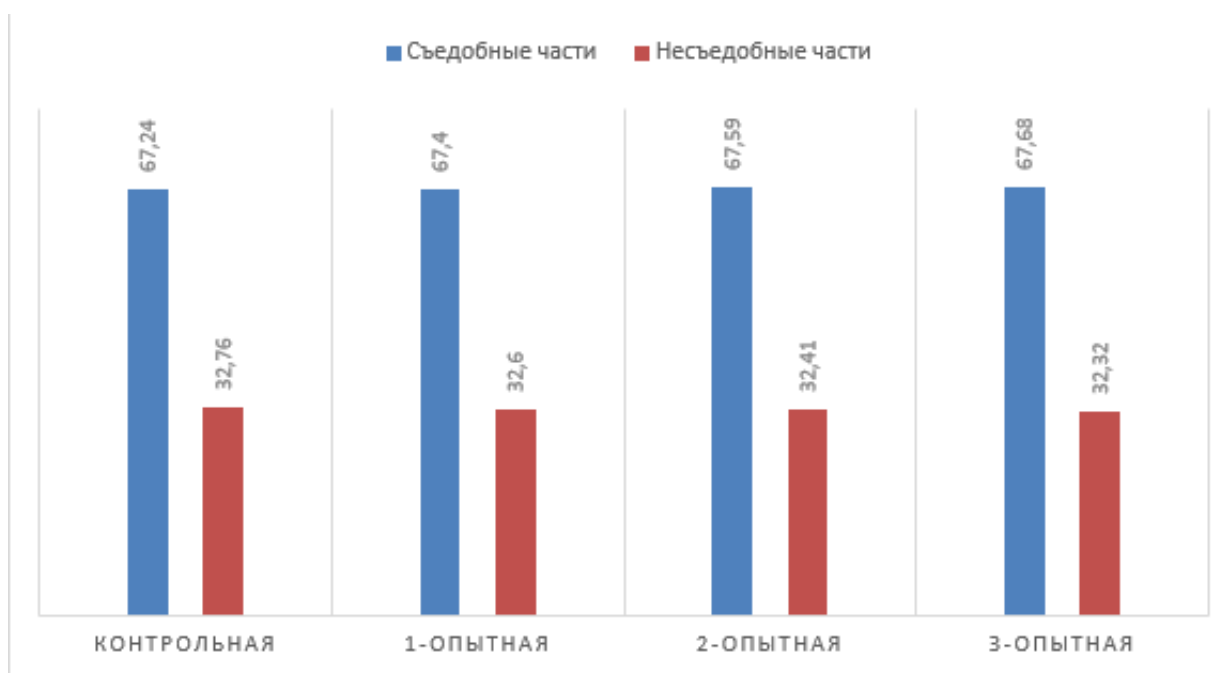


Рисунок 7 – Процентное соотношение съедобных и несъедобных частей

Общеизвестно, что рыба является источником нутриентов, необходимых для полноценного человеческого питания. Исследования показали, что внедрение белкового концентрата «Горalinka» в рацион карпа оказало благотворное влияние на химический состав их мышечной ткани (таблица 15).

Таблица 15 – Химический состав филе молоди подопытной рыбы,
($M \pm m$) (n=6)

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Влага, %	75,94 $\pm$ 0,14	75,42 $\pm$ 0,15*	75,33 $\pm$ 0,11*	75,26 $\pm$ 0,13*
Сухое вещество, %	24,06 $\pm$ 0,14	24,58 $\pm$ 0,15*	24,67 $\pm$ 0,11*	24,74 $\pm$ 0,13*
Белок, %	20,08 $\pm$ 0,12	20,51 $\pm$ 0,11*	20,54 $\pm$ 0,04*	20,58 $\pm$ 0,10*
Жир, %	2,10 $\pm$ 0,08	2,16 $\pm$ 0,09	2,21 $\pm$ 0,08	2,25 $\pm$ 0,08
Зола, %	1,21 $\pm$ 0,03	1,25 $\pm$ 0,04	1,30 $\pm$ 0,04	1,32 $\pm$ 0,06
БЭВ, %	0,67 $\pm$ 0,08	0,66 $\pm$ 0,08	0,62 $\pm$ 0,07	0,59 $\pm$ 0,05

В контрольной группе уровень белка в мышцах достиг 20,08 %, в то время как у рыб из 1-, 2- и 3- опытных групп этот показатель составил соответственно 20,51 %, 20,54 % и 20,58 %, что превышает контрольное значение на 0,43 %, 0,46 % и 0,50 %.

В то же время уровень жира в мышечной ткани контрольных рыб оказался на уровне 2,10 %, что было ниже, чем у особей из опытных групп с разницей в 0,06 %, 0,11 % и 0,15 %.

При этом в мышцах рыб опытных групп было отмечено большее содержание неорганических веществ по сравнению с контрольной группой на 0,04-0,11 %.

Важным показателем питательной ценности и качества рыбы является его аминокислотный состав [32].

Ключевую роль в различных физиологических процессах, а также вкусовых качеств рыбы играют аминокислоты. Основные аспекты аминокислотного состава и его значение, проведенные в нашем опыте, представлены в таблице 16.

Валина в тушке карпа контрольной группы содержалось 1,02 %, в 1-, 2- и 3- опытных соответственно 1,04 %, 1,09 % и 1,14 %, что выше чем в контроле на 0,02 %, 0,07 % и 0,12 %.

В мясе карпа 1-опытной группы уровень изолейцина + лейцина составил 23,93 %, что было выше, чем в контрольной на 0,54 %, во 2-опытной – 24,05 % и больше чем в контроле на 0,66 % и в 3-опытной – 24,15 % и выше чем в контроле на 0,76 %.

Проведенные исследования показали, что содержание лизина в рыбе контрольной и 1-опытной группы составило 1,59 %, 2-опытной – 1,61 % и в 3-опытной – 1,64 %. Так, показатель во 2- и 3- опытных группах превышал контрольную на 0,02 % и 0,05 %.

Таблица 16 – Аминокислотный состав филе карпа, % ($M \pm m$) (n=6)

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Незаменимые аминокислоты				
Валин	1,02±0,04	1,04±0,05	1,09±0,05	1,14±0,04
Изолейцин + лейцин	23,39±0,14	23,93±0,15*	24,05±0,11**	24,15±0,13**
Лизин	1,59±0,07	1,59±0,08	1,61±0,07	1,64±0,08
Метионин	0,48±0,05	0,49±0,05	0,52±0,04	0,58±0,04
Треонин	0,91±0,05	0,92±0,05	0,96±0,05	1,06±0,03*
Триптофан	0,34±0,05	0,35±0,04	0,37±0,04	0,42±0,05
Фенилаланин	0,73±0,02	0,74±0,03	0,78±0,02	0,85±0,03*
Гистидин	0,27±0,03	0,27±0,02	0,30±0,02	0,36±0,02*
Всего	8,02±0,39	8,07±0,41	8,33±0,40	8,82±0,36
Заменимые аминокислоты				
Аланин	0,91±0,03	0,92±0,03	0,94±0,01	0,98±0,01
Аспарагиновая кислота	0,85±0,04	0,89±0,03	0,89±0,03	0,94±0,03
Глицин	0,65±0,04	0,68±0,04	0,74±0,04	0,80±0,03*
Глутаминовая кислота	1,73±0,06	1,76±0,06	1,78±0,04	1,82±0,04
Пролин	0,50±0,04	0,53±0,03	0,57±0,03	0,62±0,04
Серин	0,85±0,03	0,88±0,04	0,93±0,04	0,97±0,03*
Тирозин	0,48±0,04	0,53±0,03	0,58±0,03	0,63±0,02*
Всего	7,04±0,33	7,32±0,31	7,59±0,26	7,96±0,25*

Содержание метионина в мясе рыб 1-опытной (0,49 %), 2-опытной (0,52 %) и 3-опытной (0,58 %) было несколько выше чем в контроле (0,48 %) на 0,01 %, 0,04 % и 0,10 %.

Треонина в карпе контрольной группы содержалось 0,91 %, а в 1-, 2- и 3- опытных – 0,92 %, 0,96 % и 1,06 %, при этом разница с контролем в пользу опытных была 0,01%, 0,05 % и 0,15 %.

Оценивая содержание триптофана в теле рыб подопытных групп, зафиксировали, что его больше содержалось в 1-, 2- и 3- опытных группах на 0,01 %, 0,03 % и 0,08 % в соотношении с контролем.

Содержание фенилаланина в рыбе 1-, 2- и 3- опытных групп было от 0,74 до 0,85 % и превосходило контрольную группу (0,73 %) от 0,01-0,12 %.

Уровень гистидина в тушке карпа контрольной и 1-опытной группы – 0,27 %, во 2- и 3- опытных – соответственно 0,30 % и 0,36 %, что выше, чем в контроле на 0,03 % и 0,09 %.

Исследования показали, что сумма исследуемых аминокислот в рыбе 1-, 2- и 3- опытных группах превысила контрольную соответственно на 0,05 %, 0,31 % и 0,80 %.

По результатам исследований была выявлена положительная динамика в содержании заменимых аминокислот в рыбе опытных групп по соизмерению с контрольной: так, аланина – на 0,01-0,07 %, аспарагиновой кислоты – на 0,04-0,09 %, глицина – на 0,03-0,15 %, глутаминовой кислоты – 0,03-0,09 %, пролина – на 0,03-0,12 %, серина – на 0,03-0,15 % и тирозина – на 0,05-0,15 %.

Концентрация заменимых аминокислот в теле рыб 1-, 2- и 3- опытных групп на 0,28%, 0,55 % и 0,92 % была выше, чем у аналогов из контроля (7,04 %).

По итогам проведенных исследований нами наблюдалась картина возрастания суммы заменимых и незаменимых аминокислот в тушках рыб 1-, 2- и 3- опытных на 0,33 %, 0,86 % и 1,72 % против аналогов из контроля (рисунок 8).

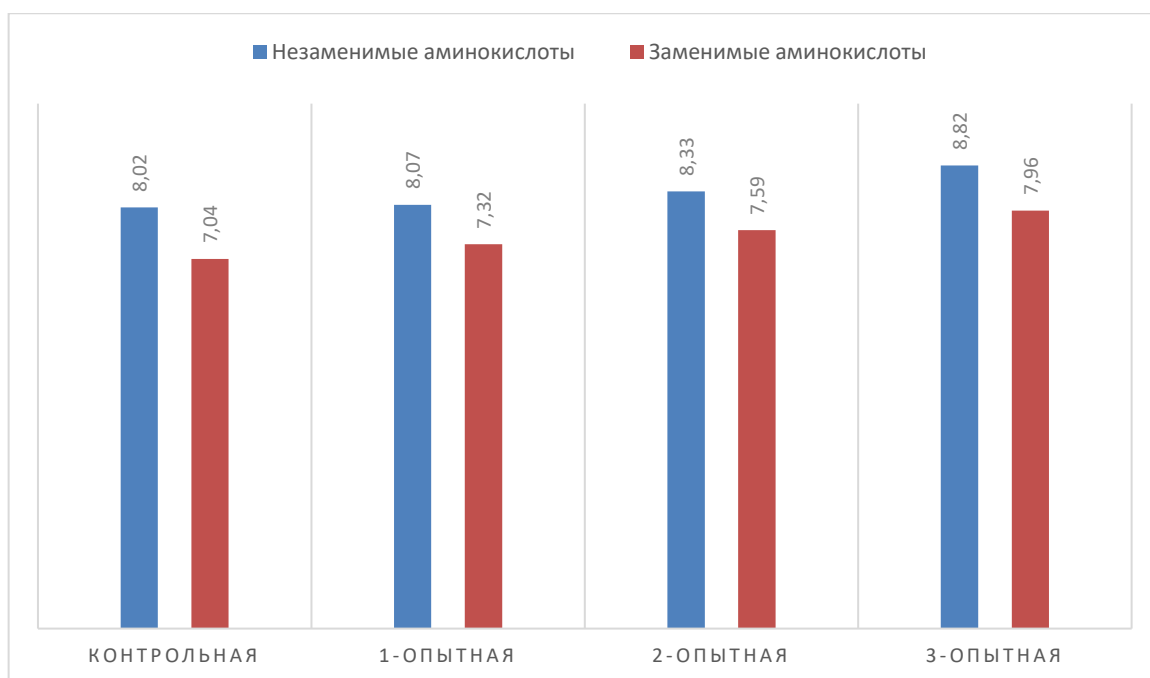


Рисунок 8 – Общее количество аминокислот в мышечной ткани карпа

Следует отметить, что изменения в аминокислотном составе произошли в результате оптимизации рациона питания опытных групп карпа. Включение в рацион концентрата «Горlinkка» могло стимулировать синтез изучаемых аминокислот в мясе.

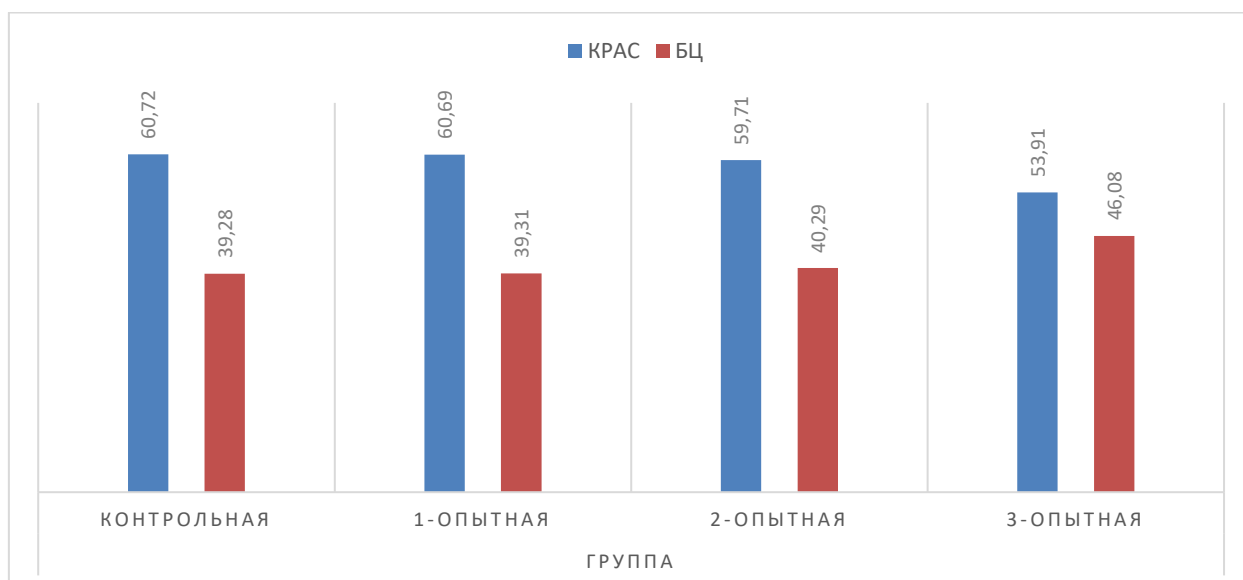


Рисунок 9 – Коэффициент различия аминокислотного состава и биологическая ценность мяса подопытных групп рыбы

Исследование, основанное на коэффициенте различия аминокислотного состава (КРАС), выявило, что мясо карпа из опытных групп, рацион которых обогащался белковым горчичным кормовым концентратом «Горлинка», демонстрировало заметно меньшие отклонения в аминокислотном профиле по сравнению с контрольной группой. Этот факт убедительно свидетельствует о повышении биологической ценности мяса в результате применения экспериментальных рационов (рисунок 9).

В опытных группах биологическая ценность филе карпа оказалась выше: увеличение составило 0,03 % в 1-й опытной группе (до 39,31 %), 1,01 % во 2-й опытной (до 40,29 %) и 6,80 % в 3-й опытной (до 46,09 %).

Таким образом, можно заключить, что введение горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в рацион рыб способствовало формированию более сбалансированного аминокислотного профиля в их филе, что является ключевым показателем его повышенной пищевой ценности.

3.2.5 Органолептическая оценка молоди карпа

В условиях постоянно растущего спроса на аквакультуру и стремления к повышению эффективности производства, разработка и внедрение новых, более совершенных рационов для рыб становится приоритетной задачей. Однако успех любого нового корма определяется не только его влиянием на темпы роста и конверсию корма, но и, что не менее важно, на качество конечного продукта – мышечной ткани рыбы. Именно здесь на первый план выходит органолептическая оценка, представляющая собой незаменимый инструмент для комплексного анализа влияния новых рационов на потребительские свойства карпа.

Проведенная дегустационная экспертиза продемонстрировала превосходные вкусовые характеристики вареной рыбы и бульона у всех подопытных групп карпа (таблица 17).

Таблица 17 – Органолептическая оценка мышечной ткани и бульона

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Вареное мясо				
Цвет	4,17	4,50	4,67	4,67
Вкус	4,50	4,83	5,00	5,00
Сочность	4,83	4,83	4,83	4,83
Волокнистость	5,00	5,00	5,00	5,00
Аромат	4,83	4,83	5,00	5,00
Общая оценка	23,33	24,00	24,50	24,50
Рыбный бульон				
Цвет	5,00	5,00	5,00	5,00
Запах	4,67	4,83	4,83	5,00
Вкус	5,00	5,00	5,00	5,00
Аромат	4,83	5,00	5,00	5,00
Наваристость	4,83	5,00	5,00	5,00
Прозрачность	4,67	4,83	4,83	5,00
Общая оценка	29,00	29,67	29,67	30,00

Общая органолептическая оценка вареного мяса и бульона у карпа 1-, 2- и 3- опытных групп на 0,67 % и 0,67 %, 1,17 % и 0,67 % и 1,17 и 1,00 % была выше, чем у аналогов из контроля.

Тем не менее, было установлено, что употребление рыбами различных долей горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в комбикормах привело к некоторому повышению вкусовых качеств вареного мяса и бульона у рыбы из опытных групп в сравнении с контрольной группой.

3.2.6 Анатомическое развитие внутренних органов молоди карпа

Далее нами были изучены морфофизиологические параметры некоторых внутренних органов, а именно печени, сердца, селезёнки, почек и кишечника.

Нами было отмечено, что изучаемые внутренние органы подопытных рыб хорошо развиты и четко выражены (таблица 18).

Таблица 18 – Морфофизиологические параметры внутренних органов
подопытных рыб, % ($M \pm m$) (n=6)

Показатель	Группа			
	контроль- ная	1- опытная	2- опытная	3- опытная
Индекс печени (гепатосоматический)	1,42± 0,01	1,41± 0,02	1,40± 0,02	1,38 ±0,02
Индекс сердца (кардиосоматический)	0,30± 0,02	0,30± 0,02	0,30± 0,01	0,29± 0,01
Индекс селезенки	0,51± 0,02	0,50± 0,02	0,51± 0,01	0,5± 0,02
Индекс почек	1,10± 0,02	1,08± 0,02	1,07± 0,02	1,06± 0,01
Индекс длины кишечника	185,41± 0,39	185,52± 0,44	185,65± 0,28	185,87± 0,26

В результате расчета индексов печени, сердца, селезёнки, почек и кишечника было установлено, что их вес был в границах физиологической нормы.

Так, гепатосоматический индекс у рыб в контроле составил 1,42 %, а в опытных группах был в диапазоне от 1,38-1,41 %.

Кардиосоматический индекс у карпа в контрольной, 1-опытной и 2-опытной находился на одном уровне – 0,30 %, а в 3-опытной был ниже на 0,01 %.

У подопытных рыб индекс селезенки был на уровне 0,50-0,51 %, а индекс почек варьировал в диапазоне 1,06-1,1 %.

У карпа индекс длины кишечника в зависимости от длины тела в контрольной группе составил 185,41 %, в 1-опытной – 185,52 %, что выше чем в контроле на 0,11 %, во 2-опытной – 185,65 %, что выше чем в контрольной группе на 0,24% и в 3-опытной – 185,87 %, что было больше по сопоставлению с контрольными аналогами на 0,46 %. То есть можно констатировать факт того, что у рыб, получавших в составе комбикормов горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка», по мере удлинения кишечника лучше усваивались питательные вещества.

Гистологическое исследование печени рыб является важным инструментом для оценки влияния различных факторов, в том числе кормовых, на состояние этого органа. Микроскопический анализ позволяет выявить изменения в структуре гепатоцитов, желчных протоков и кровеносных сосудов, которые могут свидетельствовать о нарушении метаболических процессов или наличии токсического воздействия.

При исследовании гистологических препаратов печени рыб обращают внимание на размер и форму гепатоцитов, наличие вакуолей (жировых или гликогеновых), состояние ядра и цитоплазмы.

Во всех проанализированных образцах печени рыб, вне зависимости от группы, в структуре паренхимы отчётливо прослеживалось её трубчатая структура с широкими синусоидами (рисунок 10).

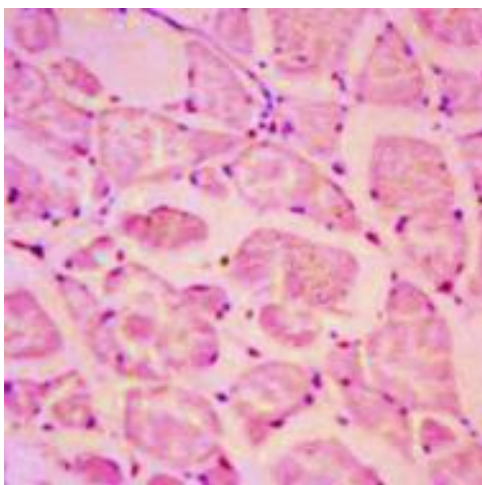


Рисунок 10 - Гистологический срез печени карпа 3-опытной группы

Гепатоциты, обладающие полигональной формой, отличались кубовидным или многоугольным строением, а их крупные ядра занимали центральное положение в клетке. В цитоплазме гепатоцитов наблюдалась равномерная консистенция.

При микроскопическом анализе стенок кишечника карпа не обнаружено патологических изменений, отмечалось увеличение длины кишечных ворсинок эпителия.

Следовательно, горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» не вызвал отрицательного воздействия на рыбоводно-биологические и гистоморфологические характеристики пищеварительных органов и может применяться в составе комбикормов для карпа.

3.2.7 Экономическая эффективность выращивания карпа

Выращивание карпа – популярное направление аквакультуры, привлекающее внимание фермеров благодаря относительно невысоким затратам на производство и стабильному спросу на рынке. Однако, как любое направление бизнеса, разведение карпа требует тщательного анализа экономической эффективности.

Корма составляют значительную часть затрат при выращивании карпа. Использование качественных, сбалансированных кормов напрямую влияет на скорость роста рыбы и, следовательно, на прибыльность [39].

Грамотное управление кормовыми ресурсами, контроль за состоянием воды и здоровья рыбы, а также своевременная профилактика заболеваний – ключевые факторы успеха. В заключение отметим, что экономическая эффективность выращивания карпа зависит от множества факторов. Тщательное планирование, использование современных технологий и грамотное управление прудовым хозяйством – основополагающие условия для обеспечения рентабельности и успешного развития бизнеса (таблица 19).

Таблица 19 – Экономические показатели выращивания молоди карпа

Показатель	Группа			
	Контроль- ная	1- опытная	2- опытная	3- опытная
Ихтиомасса, кг				
в начале опыта	2,91	2,94	2,87	2,97
в конце опыта	54,99	56,66	57,27	59,63
Общий прирост ихтиомассы, кг	52,08	53,72	54,41	56,66
Стоимость скормленного комбикорма, руб.	5561,60	5555,28	5552,12	5548,96
Общие затраты, руб.	12361,60	12355,28	12352,12	12348,96
Выручка от реализации рыбы, руб.	16498,15	16996,76	17182,36	17888,88
Себестоимость производства 1 кг рыбы, руб.	224,78	218,08	215,67	207,09
Прибыль, руб.	4136,55	4641,48	4830,24	5539,92
Уровень рентабельности %	33,46	37,57	39,10	44,86

Ихтиомасса в 1-опытной группе рыб была выше чем в контроле на 1,67 кг (3,04 %), во 2-опытной – на 2,28 кг (4,15 %), в 3-опытной – на 4,64 кг (8,4 %).

Общий прирост ихтиомассы в контрольной группе составил 52,08 кг, а в опытных группах был выше: так, в 1-опытной (53,72 кг) на 3,15 %, во 2-опытной (54,41 кг) – на 4,47 % и в 3-опытной (56,66 кг) – 8,79 %.

Наблюдалось снижение стоимости затраченных кормов в 1-, 2- и 3-опытных группах по сопоставлению с контролем на 6,32 руб. (0,11 %), 9,48 руб. (0,17 %), 12,64 руб. (0,23 %).

Также наблюдалось снижение общих затрат на 0,05-0,10 % в опытных группах рыб по сравнению контролем.

Выручка от реализации карпа в контрольной группе составила 16 498,15 руб., в 1-опытной – 16 996,76 руб., во 2-опытной – 17 182,36 руб. и в 3-опытной – 17 888,88 руб., что выше чем в контроле на 498,61 руб. (3,02 %), 684,21 руб. (4,15 %) и 1390,73 руб. (8,43 %).

Прибыль в 1-, 2- и 3- опытных группах на 12,21 % (504,93 руб.), 16,77 % (693,69 руб.) и 33,93 % (1403,37 руб.) была выше, чем у аналогов из контроля (4136,55 руб.).

Уровень рентабельности в 1-опытной группе составил 37,57 %, что на 4,11 % превысило из контрольной группы (33,46 %), во 2-опытной – 39,10 %, что на 5,64 % выше контроля, в 3-опытной – 44,86 %, что больше чем в контроле на 11,40 %.

В связи с вышеизложенным, можно заключить следующее: использование горчичного белоксодержащего концентрата «Горлинка» в комбикормах для карпа положительное действие оказывает как на показатели рыбопродуктивности, так и ведет к повышению экономической эффективности отрасли рыбоводства.

3.3 Использование горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в кормлении взрослого карпа

3.3.1 Условия проведения второго научно-хозяйственного опыта

На базе рыбоводного предприятия ООО «Прибой», расположенного в Быковском районе Волгоградской области, были осуществлены экспериментальные исследования с карпом. Подопытную рыбу сформировали в четыре группы: одна контрольная и три опытные. В каждой группе было по 80 голов. В ходе проведения эксперимента, по мере прогрессирования роста массы рыб, для всех групп было обеспечено регулярное увеличение норм ввода комбикормовых смесей. Структура опыта отражена в таблице 20.

Таблица 20 – Схема опыта

Подопытная группа	Прод-ть опыта	Условия кормления
контрольная	26 недель (182 дня)	Основной рацион (ОР) с 20 % подсолнечного жмыха
1-опытная	26 недель (182 дня)	ОР с заменой 50 % подсолнечного жмыха на горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» (10 % подсолнечного жмыха и 10 % горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка»)
2-опытная	26 недель (182 дня)	ОР с заменой 75 % подсолнечного жмыха на горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» (5 % подсолнечного жмыха и 15 % горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка»)
3-опытная	26 недель (182 дня)	Основной рацион (ОР) с 20 % горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка»

Все подопытные группы рыб содержались в одинаковых условиях на протяжении всего исследования. Эксперимент предусматривал формирование

четырёх групп рыб: одной контрольной и трех опытных, в которых подсолнечный жмых в комбикорме заменялся горчичным белоксодержащим кормовым концентратом «Горлинка» в различных соотношениях. Контрольная группа получала стандартный комбикорм с 20 % содержанием подсолнечного жмыха. Первая опытная группа получала комбикорм, в котором 50 % подсолнечного жмыха было заменено горчичным белоксодержащим кормовым концентратом «Горлинка». Вторая группа рыб получала рацион с 75 % заменой жмыха на концентрат, с целью потенциального усиления положительных эффектов за счет увеличения концентрации питательных веществ. Третья опытная группа карпа была полностью переведена на рацион, состоящий из концентрата «Горлинка» без добавления подсолнечного жмыха.

Содержание подопытных групп рыб в садках осуществлялось с оптимальными параметрами водной среды. От качества воды в садках напрямую зависят физиологические процессы, темпы роста и общая выживаемость карповых рыб. Именно поэтому эффективный контроль водных параметров представляет собой фундаментальную задачу для любого рыбоводческого хозяйства.

Таблица 21 – Некоторые показатели качества воды в садках

Показатель	Фактически полученные данные
Температура, °С	20,0-24,0
Водородный показатель (рН)	7,0-8,0
Растворённый кислород, г/м ³	7,0-7,5
Нитриты, мг/л	0,1
Нитраты, мг/л	0,8
Общая жесткость, мг-экв/л	5,0
Железо, мг/л	1,2

Приведенные в таблице 21 показатели воды находились в пределах оптимальных значений для зеркального карпа. Эти условия окружающей среды обеспечивают благоприятный газообмен, минимизируют негативное

воздействие аммония и нитритов, а также предотвращают окислительный стресс, вызванный железом.

Сведения о комбикормах для взрослого карпа приведены в таблице 22.

Таблица 22 – Комбикорма для взрослого карпа подопытных групп

(средняя живая масса от 50 грамм)

Ингредиент	Ед. изм.	Группа			
		Контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Пшеница	%	34,06	34,06	34,06	34,06
Рыбная мука	%	20,02	20,02	20,02	20,02
Жмых подсолнечный	%	20,00	10,00	5,00	-
Горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка»	%	-	10,00	15,00	20,00
Шрот соевый	%	15,50	15,50	15,50	15,50
Мука травяная люцерновая	%	4,36	4,36	4,36	4,36
Масло растительное	%	5,50	5,50	5,50	5,50
Энтерацид	%	0,26	0,26	0,26	0,26
Премикс	%	0,30	0,30	0,30	0,30
В 100 г комбикорма содержится					
Обменная энергия	МДж/кг	10,39	10,38	10,36	10,36
Сырой протеин	%	31,24	31,4	31,35	31,58
Сырой жир	%	9,79	9,76	9,73	9,70
Сырая клетчатка	%	6,61	5,74	5,1	4,53
Лизин	%	1,64	1,68	1,7	1,72
Метионин	%	0,41	0,46	0,48	0,50
Треонин	%	1,24	1,29	1,3	1,31
Триптофан	%	0,41	0,42	0,42	0,42
Аргинин	%	2,04	2,04	2,04	2,04
Изолейцин	%	1,34	1,33	1,33	1,34
Лейцин	%	1,83	1,84	1,85	1,85
Валин	%	1,60	1,60	1,60	1,60
Гистидин	%	0,52	0,55	0,56	0,57
Фенилаланин	%	1,06	1,06	1,07	1,08
Са	%	1,28	1,28	1,28	1,28
Р	%	1,08	1,12	1,13	1,14

В разработанных нами комбикормах для молоди карпа с живой массой свыше 50 грамм обменной энергии в одном килограмме содержалось: в контроле – 10,39 МДж, 1-опытной – 10,38 МДж, во 2- и 3- опытных – 10,36 МДж. Концентрация сырого протеина в составе комбикорма для контрольной группы рыб была на уровне 31,24 г на 100 грамм, а в 1-, 2- и 3- опытных варьировалась в пределах от 31,40 до 31,58 г.

Необходимо отметить содержание в комбикормах таких аминокислот, как лизин и метионин. Так, их уровни в контрольном комбикорме составили 1,64 г лизина и 0,41 г метионина на 100 г, в 1-, 2- и 3- опытных соответственно 1,68 г и 0,46 г, 1,70 г и 0,48 г и 1,72 и 0,50 г.

Важно также уделить внимание содержанию в комбикормах таких макроэлементов, как кальций и фосфор: концентрация кальция в 100 г опытных комбикормов составила 1,28 г, а фосфора варьировала от 1,08 до 1,14 г.

3.3.2 Рыбоводные показатели при выращивании карпа

Для специалистов в области зоотехнии живая масса животных является ключевым показателем. Он показывает, насколько хорошо себя чувствует животное, насколько оно продуктивно и как хорошо приспосабливается к окружающей среде. Этот показатель служит своеобразным индикатором, отражающим как состояние здоровья рыб, так и результативность кормовых рационов. Динамика живой массы карпа представлена в таблице 23 и рисунке 11.

Таблица 23 – Живая масса карпа, г ($M \pm m$) ($n = 80$)

Месяц опыта	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
начало опыта	706,18±6,24	705,27±6,12	704,49±5,49	707,52±5,28
1	799,24±7,69	799,49±7,22	803,24±7,45	808,36±6,47
2	913,95±8,42	915,03±8,29	922,75±7,91	930,73±7,64
3	1059,04±9,21	1060,75±9,15	1069,08±8,56	1077,85±8,41
4	1219,2±9,89	1223,53±9,78	1233,59±9,55	1248,34±8,98
5	1403,1±10,50	1461,34±10,35**	1476,43±10,03**	1494,87±9,67***
6	1610,39±11,64	1687,88±11,49**	1705,89±11,40**	1728,59±10,80***

Контрольная группа: в конце эксперимента живая масса карпа в контрольной группе составила 1610,39 г. Эта группа рыб получала в составе комбикорма только подсолнечный жмых.

Особи из 1-опытной группы, получавшие рацион с частичной заменой 50 % подсолнечного жмыха на горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горlinkка», показали среднюю живую массу – 1687,88 г. Это на 4,81 % (77,49 г) больше, чем в контрольной группе. Разница между признаками является статистически значимой с уровнем достоверности $P>0,99$.

У рыб 2-опытной группы также наблюдалось повышение данного показателя, который составил 1705,89 г. Разница по сравнению с контрольной группой рыб составила 95,5 г, или 5,93 %. Эта разница была отмечена как статистически значимая с уровнем достоверности $P>0,99$.

Наиболее высокий результат был отмечен у рыб из 3-опытной группы, получавших комбикорм, где подсолнечный жмых был полностью заменен горчичным белоксодержащим кормовым концентратом «Горlinkка». Живая масса карпа достигла 1728,59 г. Важно отметить, что эта группа показала достоверную разницу по сравнению с контрольной группой на уровне $P>0,999$, составившую 118,2 г, или 7,34 %.

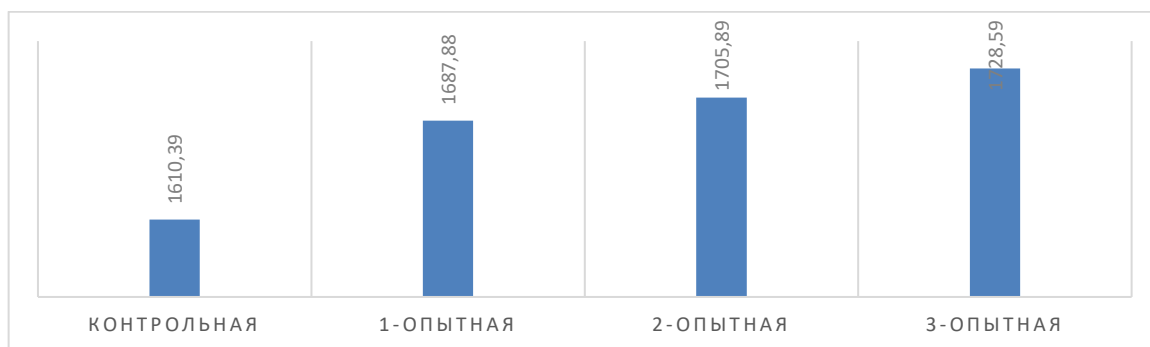


Рисунок 11 – Живая масса карпа в конце опыта, г

Проведенные исследования показали, что горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горlinkка» оказывает значительное положительное воздействие на прирост живой массы карпа. Полное замещение подсолнечного

жмыха горчиным белоксодержащим кормовым концентратом «Горлинка» в рационе рыб 3-опытной группы продемонстрировало наиболее выраженное и статистически подтвержденное увеличение их веса.

Впоследствии мы изучили ключевые параметры, такие как общий и среднесуточный привес карпа. В течение эксперимента было зафиксировано существенное увеличение массы тела в различных экспериментальных группах карпа (рисунок 12). Рыба из контроля имела средний привес по группе – 904,21 г, в то время как 1-опытная группа показала привес 982,61 г, что на 78,40 г и 8,67 % выше по сравнению с контролем. 2-опытная группа достигла прибавки в весе в 1001,4 г, что превосходит результаты контрольной группы на 97,19 г (10,75 %). Наилучшие результаты были получены у карпа в 3-опытной группе – 1021,07 г, что больше, чем у контрольных аналогов на 116,86 г (12,92 %).

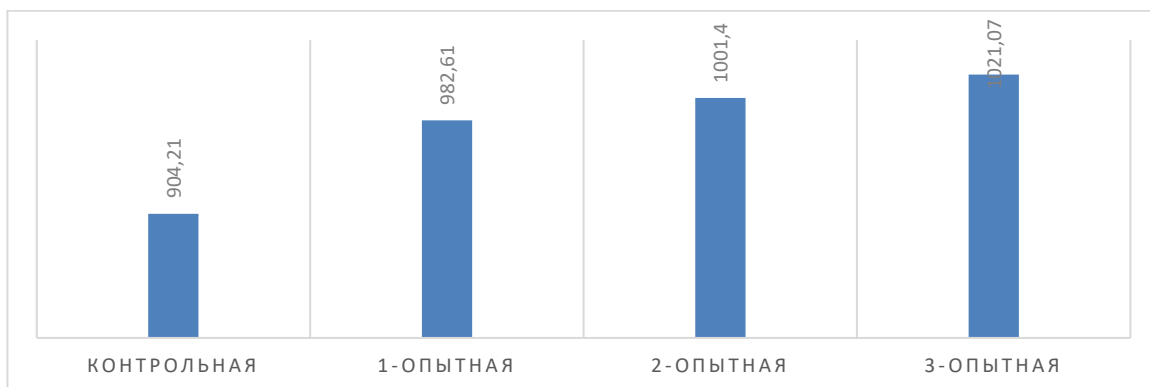


Рисунок 12 – Общий прирост карпа за период опыта, г

Данные свидетельствуют о том, что разработанные комбикорма с исследуемым горчиным белоксодержащим кормовым концентратом «Горлинка» эффективно способствуют увеличению массы карпа. Заметно более активный рост у карпа наблюдается при добавлении большего количества концентрата «Горлинка» в комбикорма.

За весь опыт у рыб контрольной группы среднесуточный прирост составил 4,97 г, а в 1-, 2- и 3- опытных соответственно 5,40 г, 5,50 г и 5,61 г, что выше на 0,43 г (8,67 %), 0,53 г (10,75 %) и 0,64 г (12,92 %).

Кормовые затраты при выращивании карпа представлены в таблице 24 и рисунке 13.

Таблица 24 – Кормовые затраты при выращивании карпа

Группа	Кормовой коэффициент	Затраты на 1 кг прироста:		Использовано протеина от принятого с комбикормом, %
		сырого протеина, г	обменной энергии, МДж/кг	
Контрольная	1,58	494,46	16,45	40,49
1-опытная	1,41	443,91	14,67	45,48
2-опытная	1,35	424,88	14,02	47,68
3-опытная	1,33	418,98	13,74	48,50

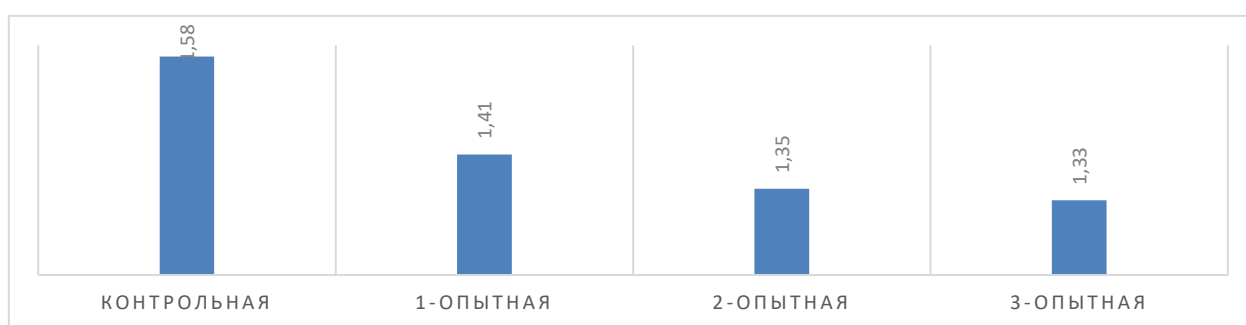


Рисунок 13 – Кормовой коэффициент

В опытных группах рыб было зафиксировано улучшение эффективности использования корма по сравнению с контрольной группой. В 1-опытной группе кормовой коэффициент уменьшился на 0,17 (снижение на 10,76 %), во 2-опытной – на 0,23 (уменьшение на 14,56 %), а в 3-опытной – на 0,25 (сокращение на 15,82 %).

Расход сырого протеина на один килограмм прироста в контрольной группе карпа был на уровне 494,46 г, а в 1-опытной – 443,91 г, и было меньше в сравнении с контрольной на 50,55 г или на 10,22 %, во 2-опытной группе – 424,88 г и ниже в соотношении с контролем на 69,58 г или на 14,07 %, в 3-опытной группе рыб – 418,98 г, что ниже чем в контроле на 75,48 г (15,27 %).

Расход на один килограмм прироста обменной энергии за весь опыт в контрольной группе рыб был на уровне 16,45 МДж/кг, а в 1-, 2- и 3- опытных – 14,67 МДж/кг, 14,02 МДж/кг, 13,74 МДж/кг, что меньше чем в контрольной

группе на 1,78 МДж/кг, 2,43 МДж/кг, 2,71 МДж/кг или на 10,82 %, 14,77 %, 16,47 % соответственно.

Использовано протеина от принятого с комбикормом в контрольной группе составило 40,49 %. В 1-опытной группе, изучаемый расчетный показатель составил 45,48 %, во второй – 47,68 %, а в третьей – 48,5 %, и был ниже, чем в контрольной, на 4,99 %, 7,19 %, 8,01 %.

Процент выживаемости взрослых рыб в контрольной группе достиг 92,5 %. В 1-опытной группе этот показатель оказался равным 93,75 %, что превышает контрольное значение на 1,25 %. Во 2- и 3- опытных группах выживаемость карпов была идентичной (95 %) и превосходила контрольных аналогов на 2,50 % (рисунок 14).

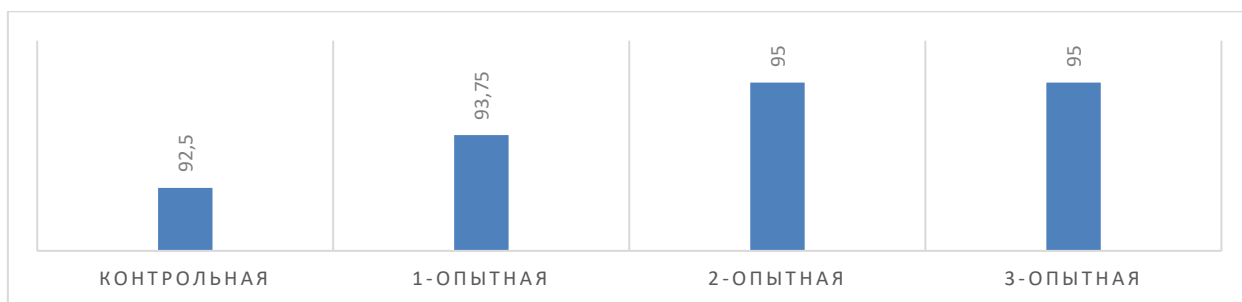


Рисунок 14 – Сохранность поголовья рыб к концу опыта, %

Таким образом, частичная либо полная замена в составе комбикорма жмыха подсолнечного на кормовой горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горlinkка» положительно сказалась на рыбоводных показателях карпа.

3.3.3 Гематологические показатели рыбы

Эффективное рыбоводство, особенно в условиях интенсивного выращивания карпа, немыслимо без точного контроля за состоянием здоровья рыбы и, в частности, за полноценностью ее питания. Недостаток или избыток определенных компонентов корма, а также несбалансированность рациона могут привести к снижению темпов роста, ухудшению иммунитета и, как

следствие, к экономическим потерям. Традиционные методы оценки полноценности кормления, такие как визуальный осмотр, анализ прироста массы и коэффициента конверсии корма, дают общую картину, но не всегда позволяют выявить скрытые проблемы на ранних стадиях. В этом контексте гематологические показатели карпа выступают как мощный и информативный инструмент для тонкой настройки рациона и своевременной коррекции стратегии кормления (таблицы 25 и 26).

Таблица 25 – Морфологические показатели крови взрослого карпа,
($M \pm m$) ($n = 6$)

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Эритроциты, $10^{12}/л$	$0,62 \pm 0,03$	$0,64 \pm 0,05$	$0,66 \pm 0,06$	$0,70 \pm 0,05$
Лейкоциты, $10^9/л$	$5,71 \pm 0,16$	$5,69 \pm 0,16$	$5,65 \pm 0,10$	$5,63 \pm 0,18$
Тромбоциты, $10^9/л$	$46,11 \pm 4,27$	$45,67 \pm 4,54$	$44,63 \pm 4,06$	$44,51 \pm 3,61$
Гематокрит, %	$11,28 \pm 0,43$	$11,63 \pm 0,39$	$11,67 \pm 0,42$	$11,69 \pm 0,37$
Гемоглобин, г/л	$92,05 \pm 4,37$	$92,58 \pm 4,59$	$93,09 \pm 3,96$	$93,77 \pm 3,25$

Показатели количества эритроцитов, гематокрита и гемоглобина отражают кислородтранспортную функцию крови. Недостаток железа, меди, витаминов группы В (особенно В12 и фолиевой кислоты), а также белка в рационе может привести к анемии, проявляющейся в снижении количества эритроцитов, гематокрита и гемоглобина.

Анализ данных, представленных в таблице, демонстрирует следующие значения: концентрация эритроцитов в контрольной группе зафиксирована на уровне $0,62 \cdot 10^{12}/л$. Первая опытная группа показала результат в $0,64 \cdot 10^{12}/л$, превосходя контрольное значение на 3,23 %. Во второй опытной группе этот показатель составил $0,66 \cdot 10^{12}/л$, превысив контрольное значение на 6,45 %. В третьей опытной группе уровень эритроцитов достиг $0,70 \cdot 10^{12}/л$, что на 12,90 % выше, чем в контрольной группе.

Незначительное, но стабильное повышение гемоглобина в первой опытной группе может указывать на мягкое воздействие фактора, что способствует улучшению кислородной емкости крови. Более выраженный подъем уровня гемоглобина во второй и третьей группах позволяет предположить, что применяемые подходы оказывают более существенное влияние на метаболизм железа и эритропоэз. Уровень гемоглобина у карпа первой опытной группы был зафиксирован на отметке 92,58 г/л, что демонстрирует незначительное увеличение на 0,58 % или 0,53 г/л относительно контрольной группы. У рыб во второй опытной группе концентрация гемоглобина в крови достигла 93,09 г/л, а в третьей – 93,77 г/л. Эти значения превосходят показатели контрольной группы на 1,13 % или 1,04 г/л и 1,87 % или 1,72 г/л соответственно. В контрольной группе средний уровень гемоглобина в крови рыб составил 92,05 г/л.

В опытных группах рыб наблюдалось увеличение гематокрита в сравнении с контрольной группой (11,28 %). В частности, в первой опытной группе этот показатель увеличился на 0,35 %, достигнув значения 11,63 %. Во второй опытной группе изучаемый показатель составил 11,67 %, при этом он был выше чем в контроле на 0,39 %. Наибольшая концентрация гематокрита отмечалась в третьей опытной группе рыб – 11,69 %, вследствие чего данный показатель был выше контроля на 0,41 %.

Лейкоциты являются ключевыми клетками иммунной системы. Их количество отражает состояние иммунитета и указывает на наличие воспалительных процессов. Снижение числа лейкоцитов было зафиксировано в крови рыб опытных групп по сравнению с контрольными аналогами. В 1-опытной группе лейкоцитов меньше на $0,02 \cdot 10^9/\text{л}$ (снижение на 0,35 %), во 2-опытной – на $0,06 \cdot 10^9/\text{л}$ (уменьшение на 1,05 %), а в 3-опытной – на $0,08 \cdot 10^9/\text{л}$ (сокращение на 1,40 %).

Тромбоциты участвуют в свертывании крови. Их количество может быть косвенным индикатором общего состояния здоровья и стресса. В крови карпа контрольной группы тромбоцитов содержалось на уровне $46,11 \cdot 10^9/\text{л}$, а

в 1-опытной – $45,67 \cdot 10^9/\text{л}$, что было ниже чем в контрольной на $0,44 \cdot 10^9/\text{л}$ или 0,95 %, во 2-опытной группе – $44,63 \cdot 10^9/\text{л}$ и меньше чем в контроле на $1,48 \cdot 10^9/\text{л}$ или на 3,21 %. Самым низким данный показатель был в 3-опытной группе рыб, которая получала в составе рациона горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка», – $44,51 \cdot 10^9/\text{л}$, что ниже чем в контроле на $1,60 \cdot 10^9/\text{л}$ (3,47 %).

Таблица 26 – Биохимические показатели крови рыб, ($M \pm m$) ($n = 6$)

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Общий белок, г/л	$13,43 \pm 0,88$	$13,75 \pm 0,93$	$14,00 \pm 0,76$	$14,21 \pm 0,86$
АлТ, Ед/л	$38,80 \pm 0,27$	$38,68 \pm 0,22$	$38,35 \pm 0,18$	$38,28 \pm 0,15$
АсТ, Ед/л	$55,87 \pm 0,53$	$55,34 \pm 0,50$	$54,46 \pm 0,48$	$54,35 \pm 0,47$
Глюкоза, ммоль/л	$2,73 \pm 0,04$	$2,67 \pm 0,06$	$2,63 \pm 0,03$	$2,59 \pm 0,02$
Мочевина, мг/дл	$5,70 \pm 0,16$	$5,67 \pm 0,20$	$5,61 \pm 0,18$	$5,56 \pm 0,18$
Триглицериды, мг/дл	$1,99 \pm 0,09$	$1,90 \pm 0,09$	$1,85 \pm 0,09$	$1,81 \pm 0,10$
Холестерин, мг/дл	$2,61 \pm 0,21$	$2,56 \pm 0,19$	$2,49 \pm 0,18$	$2,42 \pm 0,15$
Щелочная фосфатаза, Ед/л	$15,32 \pm 0,29$	$15,41 \pm 0,31$	$15,47 \pm 0,27$	$15,54 \pm 0,25$
Кальций, ммоль/л	$2,90 \pm 0,13$	$2,95 \pm 0,11$	$2,98 \pm 0,07$	$3,07 \pm 0,09$
Фосфор, ммоль/л	$1,11 \pm 0,05$	$1,12 \pm 0,04$	$1,13 \pm 0,03$	$1,16 \pm 0,03$

Изучение биохимических показателей крови выявило следующие результаты: концентрация общего белка в контрольной группе составила 13,43 г/л. В первой опытной группе рыб наблюдалось значение 13,75 г/л, что на 0,32 г/л или на 2,38 % больше, чем в контрольной группе. Во второй опытной группе рыб в крови количество общего белка достигло 14,00 г/л, продемонстрировав превышение чем в контроле на 0,57 г/л или 4,24 %. Третья опытная группа рыб достигла уровня общего белка в крови в отметке 14,21 г/л, превысив контрольную на 0,78 г/л или 5,81 %.

Уровень АлТ в контрольной группе составили 38,80 Ед/л, а в 1-опытной – 38,68 Ед/л, что было ниже, чем в контрольной на 0,12 Ед/л или на 0,31 %, во 2-опытной группе – 38,35 Ед/л и меньше чем в контроле на 0,45 Ед/л или на 1,16 %. Самым низким данный показатель был в 3-опытной группе рыб, 38,28 Ед/л, что ниже, чем в контроле на 0,52 Ед/л (1,34 %).

У карпа из контрольной группы в крови содержание АсТ составило 55,87 Ед/л, в 1-опытной – 55,34 Ед/л, что ниже чем в контроле на 0,53 Ед/л (0,95 %), во 2-опытной – 54,46 Ед/л, что ниже чем в контрольной группе на 1,41 Ед/л (2,52 %) и в 3-опытной – 54,35 Ед/л, что было ниже по сопоставлению с контрольными аналогами на 1,52 Ед/л (2,72 %).

Наблюдалось снижение уровня глюкозы в крови рыб 1-, 2- и 3- опытной групп по сопоставлению с контролем на 0,06 ммоль/л (2,20 %), 0,10 ммоль/л (3,66 %), 0,14 ммоль/л (5,13 %), что говорит о более интенсивно протекающем углеводном обмене.

Также наблюдалось снижение мочевины в крови на 0,03-0,14 мг/дл или 0,53-2,46 % в опытных группах рыб по сравнению контролем.

Триглицеридов в крови карпа контрольной группы содержалось 1,99 мг/дл, а в опытных группах было ниже: так, в 1-опытной (1,90 мг/дл) на 0,09 мг/дл или 4,52 %, во 2-опытной (1,85 мг/дл) – на 0,14 мг/дл или 7,04 % и в 3-опытной (1,81 мг/дл) – 0,18 мг/дл или 9,05 %.

В крови карпа контрольной группы концентрация холестерина была в среднем на отметке 2,61 мг/дл, в 1-опытной – 2,56 мг/дл, во 2-опытной – 2,49 мг/дл и в 3-опытной – 2,42 мг/дл, что выше чем в контроле на 0,05 мг/дл (1,92 %), 0,12 мг/дл (4,60 %) и 0,19 мг/дл (7,28 %).

Активность щелочной фосфатазы в крови рыб 1-опытной группы составила 15,41 Ед/л, что на 0,09 Ед/л было выше чем у аналогов из контрольной группы (0,59 %), во 2-опытной – 15,47 Ед/л, что на 0,15 Ед/л выше контроля (0,98 %), в 3-опытной – 15,54 Ед/л, что больше чем в контроле на 0,22 Ед/л (1,44 %).

Уровень кальция в крови рыб 1-, 2- и 3- опытных групп на 1,72 % (0,05 ммоль/л), 2,76% (0,08 ммоль/л) и 5,86 % (0,17 ммоль/л) был выше, чем у аналогов из контроля, где данный показатель составил 2,90 ммоль/л.

Содержание фосфора в крови рыб 1-опытной группы составило 1,12 ммоль/л, что на 0,90 % превысило аналогов из контрольной группы (1,11

ммоль/л), во 2-опытной – 1,13 ммоль/л, что на 1,80 % выше контроля, в 3-опытной – 1,16 ммоль/л, что больше чем в контроле на 4,50 %.

Таким образом, ввод концентрата «Горлинка» взамен жмыха из семян подсолнечника в состав опытных комбикормов привел к повышению интенсивности обменных процессов, протекающих в организме карпа.

3.3.4 Товарные качества карпа

Высокое содержание легкоусвояемого белка делает филе карпа весьма ценным продуктом. Отличительной особенностью рыбного мяса, по сравнению с мясом сельскохозяйственных животных и птиц, является значительно более высокая степень его биодоступности, достигающая 97 %. [30].

Нами были проанализированы потребительские свойства карпа после проведения эксперимента (таблица 27).

Таблица 27 – Результаты анатомической разделки подопытных рыб ($M \pm m$) ($n=6$)

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Живая масса перед убоем, г	1617,82±20,04	1670,60±18,21	1704,90±19,87**	1730,76±17,99**
Вес тушки, г	1113,55±17,86	1151,88±16,93	1176,55±17,81*	1197,17±16,94**
Убойный выход, %	68,83±0,25	68,95±0,27	69,01±0,24	69,17±0,26
Выход мышц, г	1039,77±16,31	1058,99±14,90	1083,80±16,63	1103,19±15,06*
Съедобные части, г	1088,47±15,94	1125,48±14,84	1150,13±15,76*	1170,34±14,39**
Съедобные части, %	67,28±0,15	67,37±0,16	67,46±0,14	67,62±0,13
Несъедобные части, г	529,35±4,11	545,12±3,42*	554,77±4,18**	560,42±3,63**
Несъедобные части, %	32,72±0,15	32,63±0,16	32,54±0,14	32,38±0,13

Включение белкового кормового концентрата «Горлинка» на основе горчицы в состав кормов вызвало увеличение веса тушки в 1-й, 2-й и 3-й опытных группах, относительно контрольной, на 38,33 г (3,44 %), 63,00 г (5,66 %) и 83,62 г (7,51 %) соответственно.

У рыб контрольной группы убойный выход был зафиксирован на уровне 68,83 %, тем временем в 1-опытной группе был больше на 0,12 %, во 2-й – на 0,18 %, а в 3-й – на 0,34 %.

В опытных группах рыб выход мышц был выше, чем в контроле: так, в 1-опытной – на 19,22 г или 1,85 %, во 2-опытной – на 44,03 г или на 4,23 % и в 3-опытной – на 63,42 г или 6,10 %.

Кроме того, отмечалось увеличение съедобных частей в опытных группах по соизмерению с контрольными аналогами: в 1-опытной группе на 37,01 г (3,40 %), во 2-опытной группе – на 61,66 г (5,66 %) и в 3-опытной группе – на 81,87 г (7,52 %) по сравнению с контрольной группой.

Процентное соотношение съедобных и несъедобных частей приведено на рисунке 15.



Рисунок 15 – Процентное соотношение съедобных и несъедобных частей

Введение горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горlinkка», обогащенного белком, в рацион карпа способствует существенному улучшению его мясных качеств.

Химический состав мышечной массы карпа приведен в таблице 28.

Таблица 28 – Химический состав мяса карпа, ($M \pm m$) ($n=6$)

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Влага, %	74,95±0,49	74,76±0,48	74,66±0,37	74,52±0,36
Сухое вещество, %	25,05±0,49	25,24±0,48	25,34±0,37	25,48±0,36
Белок, %	20,02±0,26	20,19±0,26	20,26±0,19	20,32±0,23
Жир, %	3,07±0,16	3,12±0,16	3,14±0,11	3,21±0,09
Зола, %	1,25±0,07	1,29±0,06	1,32±0,07	1,35±0,05
БЭВ, %	0,71±0,10	0,64±0,07	0,62±0,08	0,60±0,07

В рыбе опытных групп доля сухого вещества была больше, которая варьировалась от 0,19 до 0,43 % относительно контрольной группы.

Уровень белка в мышечной ткани рыб 1-й, 2-й и 3-й опытных групп превышал контрольных аналогов на 0,17 %, 0,24 % и 0,30 % соответственно.

Концентрация липидов в исследуемом филе карпов опытных групп оказалась выше на 0,05-0,14 % по сравнению с рыбой из контрольной группы.

Также отмечалось увеличение количества неорганических веществ в филе рыбы 1-й, 2-й и 3-й опытных групп в сравнении с контролем, с разницей в 0,04 %, 0,07 % и 0,10 % соответственно.

Аминокислотный состав мышечной массы карпа приведен в таблице 29.

Таблица 29 – Аминокислотный состав мяса, % (M±m) (n=6)

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Незаменимые аминокислоты				
Валин	1,18±0,06	1,20±0,05	1,25±0,04	1,42±0,03*
Изолейцин+Лейцин	2,69±0,11	2,71±0,09	2,77±0,1	2,83±0,09
Лизин	2,06±0,11	2,13±0,11	2,21±0,1	2,34±0,09
Метионин	0,53±0,04	0,58±0,05	0,69±0,05*	0,71±0,05*
Треонин	0,97±0,07	1,00±0,08	1,00±0,07	1,07±0,05
Триптофан	0,23±0,04	0,27±0,04	0,29±0,03	0,34±0,03
Фенилаланин	0,81±0,03	0,86±0,02	0,96±0,03*	0,97±0,02**
Гистидин	0,32±0,03	0,37±0,03	0,38±0,05	0,44±0,04
Всего	8,78±0,48	9,12±0,47	9,55±0,44	10,12±0,39
Заменимые аминокислоты				
Аланин	1,15±0,07	1,18±0,06	1,22±0,06	1,22±0,05
Аргинин	0,97±0,05	1,01±0,06	1,07±0,05	1,15±0,06
Аспарагиновая кислота	0,92±0,03	0,94±0,02	0,97±0,02	1,00±0,03
Глицин	0,70±0,09	0,76±0,07	0,76±0,07	0,83±0,06
Глутаминовая кислота	1,77±0,04	1,81±0,06	1,85±0,06	1,89±0,05
Пролин	0,53±0,05	0,54±0,05	0,58±0,04	0,67±0,05
Серин	0,97±0,03	0,99±0,05	1,00±0,04	1,05±0,04
Тирозин	0,58±0,06	0,60±0,07	0,72±0,06	0,76±0,05
Всего	7,60±0,42	7,82±0,44	8,17±0,04	8,57±0,39

Проведенные исследования показали, что содержание валина в рыбе контрольной группы составило 1,18 %, в 1-опытной группе – 1,20 %, 2-опытной – 1,25 % и в 3-опытной – 1,42 %. Так, показатель в 1-, 2- и 3- опытных группах превышал контрольную на 0,02 %, 0,07 % и 0,24 %.

С учетом оценки содержания изолейцина + лейцина в теле рыб подопытных групп, зафиксировали, что оно увеличилось в 1-, 2- и 3- опытных группах на 0,02 %, 0,08 % и 0,14 % в соотношении с контролем.

Лизина в тушке карпа контрольной группы содержалось 2,06 %, в 1-, 2- и 3- опытных соответственно 2,13 %, 2,21 % и 2,34 %, что выше, чем в контроле на 0,07 %, 0,15 % и 0,28 %.

Уровень метионина в тушке карпа контрольной группы составил 0,53 % в 1-опытной – 0,58 %, во 2- и 3- опытных соответственно 0,69 % и 0,71 %, что выше, чем в контроле на 0,05 %, 0,16 % и 0,18 %.

В мясе карпа 1-опытной и 2-опытной группах был одинаковый уровень содержания треонина – 1,00 %, что было выше, чем в контрольной на 0,03 %, в 3-опытной – 1,07 % и выше, чем в контроле на 0,10 %.

Содержание триптофана в мясе рыб 1-опытной (0,27 %), 2-опытной (0,29 %) и 3-опытной (0,34 %), было несколько выше, чем в контроле (0,23 %) на 0,04 %, 0,06 % и 0,11 %.

Содержание фенилаланина в рыбе 1-, 2- и 3- опытных групп было от 0,86-0,97 % и превосходило контрольную группу (0,81 %) от 0,05-0,16 %.

Гистидина в карпе контрольной группы содержалось 0,32 %, а в 1-, 2- и 3- опытных – 0,37 %, 0,38 % и 0,44 %, при этом разница с контролем в пользу опытных была 0,05%, 0,06 % и 0,12 %.

Исследования показали, что сумма исследуемых незаменимых аминокислот в рыбе 1-, 2- и 3- опытных группах превысила контрольную соответственно на 0,34 %, 0,77 % и 1,34 %.

Анализ показал, что в мышечной ткани рыб опытных групп, зафиксировано увеличение концентрации ряда заменимых аминокислот относительно контрольной группы. Установлено повышение содержания аланина на 0,03-0,07 %, аргинина – 0,04-0,18 %, аспарагиновой кислоты – на 0,02-0,08 %, глицина – в пределах 0,06-0,13 %, глутаминовой кислоты – на 0,04-0,12 %, пролина – на 0,01-0,14 %, серина на 0,02-0,08 % и тирозина – на 0,02-0,18 %.

В мышечной ткани рыб 1-, 2- и 3- опытных групп сумма заменимых аминокислот была выше, чем у аналогов из контроля на 0,22 % 0,57 % и 0,97 %.

По содержанию заменимых и незаменимых аминокислот в тушках рыб опытных групп на 0,56 %, 1,34 % и 2,31 % превосходили аналогов из контрольной группы.

Общее количество заменимых и незаменимых аминокислот в мышечной ткани рыб наглядно демонстрируется на рисунке 16.

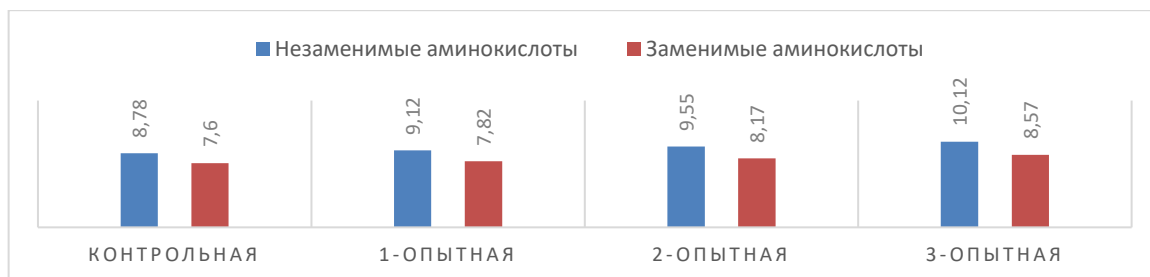


Рисунок 16 – Общее количество заменимых и незаменимых аминокислот в мышечной ткани карпа, %

Белок филе карпа контрольной и 1-, 2- и 3- опытных групп не имел аминокислотного сора меньше 100 %, т.е. отсутствовали лимитирующие аминокислоты, что говорит о том, что белок мышечной ткани является полноценным. Это указывает на высокую пищевую ценность продукта, способного обеспечивать организм всеми необходимыми аминокислотами для синтеза собственных белков и поддержания жизненно важных функций. Аминокислотный скор филе рыбы приведен в таблице 30.

Результаты анализа подтверждают, что рыба является ценным источником белка, что делает ее важной составляющей сбалансированного рациона питания для человека.

Аминокислотный скор филе рыбы 1-, 2- и 3-опытной групп по сравнению с контролем был лучше, так на 1,44-27,35 % валина, на 0,05-5,67 % изолейцина + лейцина, на 5,42-26,40 % лизина, на 3,32-15,83 % треонина, на 18,01-50,77 % триптофана, на 13,60-33,38 % гистидина (таблица 30).

Таблица 30 – Аминокислотный скор филе, % ($M \pm m$) ($n=6$)

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Валин	147,56 $\pm$ 7,94	149,00 $\pm$ 6,21	154,45 $\pm$ 5,22	174,91 $\pm$ 3,67*
Изолейцин + лейцин	147,47 $\pm$ 5,98	147,52 $\pm$ 4,75	150,24 $\pm$ 5,13	153,14 $\pm$ 4,74
Лизин	213,85 $\pm$ 11,26	219,27 $\pm$ 11,73	226,91 $\pm$ 10,33	240,25 $\pm$ 9,49
Треонин	194,47 $\pm$ 14,82	197,79 $\pm$ 16,58	197,76 $\pm$ 13,30	210,30 $\pm$ 9,70
Триптофан	116,55 $\pm$ 15,06	134,56 $\pm$ 16,18	142,32 $\pm$ 13,57	167,32 $\pm$ 14,99
Гистидин	100,42 $\pm$ 9,57	114,02 $\pm$ 9,16	117,23 $\pm$ 11,74	133,80 $\pm$ 10,17*

Биологическая ценность мяса представлена в таблице 31.

Таблица 31 – Биологическая ценность мяса, ($M \pm m$) ($n=6$)

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Сумма РАС	317,80 $\pm$ 10,10	277,83 $\pm$ 10,28*	285,56 $\pm$ 13,50	276,94 $\pm$ 14,75
КРАС	52,97 $\pm$ 1,68	46,30 $\pm$ 1,71*	47,59 $\pm$ 2,25	46,16 $\pm$ 2,46
БЦ	47,03 $\pm$ 1,68	53,70 $\pm$ 1,71*	52,41 $\pm$ 2,25	53,84 $\pm$ 2,46

Расчет КРАС в филе показал, что карп опытных групп был ниже чем в контрольной группе, это говорит о повышении биологической ценности.

В опытных группах биологическая ценность филе карпа оказалась выше, чем в контрольной группе: так, наблюдалось увеличение на 6,67 % в 1-опытной группе (до 53,70 %), на 5,38 % во 2-опытной (до 52,41 %) и на 6,81 % в 3-опытной (до 53,84 %).

Следовательно, можно заключить, что добавление горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в рацион рыб способствовало формированию более сбалансированного аминокислотного профиля в их филе.

3.3.5 Органолептическая оценка мышечной ткани взрослых особей карпа

Важность органолептической оценки при исследовании новых рационов для карпа обусловлена несколькими факторами:

1. *Потребительские предпочтения.* В конечном итоге, качество рыбы оценивается потребителем. Непривлекательный внешний вид,

неприятный запах или вкус могут значительно снизить спрос, даже если рыба демонстрирует отличные показатели роста.

2. *Экономическая целесообразность.* Инвестиции в разработку и производство нового рациона будут оправданы только в том случае, если он приводит к получению высококачественного продукта, который будет востребован на рынке.

3. *Комплексный подход к качеству.* Органолептическая оценка дополняет инструментальные методы анализа (химический состав, гистология), предоставляя информацию о сенсорных характеристиках, которые невозможно измерить приборами.

4. *Выявление скрытых проблем.* Некоторые компоненты рациона или их дисбаланс могут не влиять на рост, но при этом негативно сказываться на вкусовых качествах рыбы, что может быть выявлено только органолептически.

Органолептическая оценка мышечной ткани и бульона приведена в таблице 32.

Дегустационная оценка выявила значительное превосходство вкусовых свойств вареной рыбы и бульона во всех группах карпа. Отмечается, что суммарная органолептическая оценка вареного мяса и бульона у карпа из 1-й, 2-й и 3-й опытных групп превосходила показатели контрольной группы на 0,33 % и 0,50 %, 0,83 % и 0,50 %, а также 1,17 % и 0,83 % соответственно.

Таблица 32 – Органолептическая оценка мышечной ткани и бульона

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Вареное мясо				
Цвет	4,50	4,67	4,83	4,83
Вкус	4,83	5,00	5,00	5,00
Сочность	4,67	4,67	4,83	5,00
Волокнистость	4,83	4,83	5,00	5,00
Аромат	4,83	4,83	4,83	5,00
Общая оценка	23,67	24,00	24,50	24,83

Рыбный бульон				
Цвет	4,67	4,83	4,83	5,00
Запах	4,67	4,83	4,83	4,83
Вкус	5,00	5,00	5,00	5,00
Аромат	5,00	5,00	5,00	5,00
Наваристость	4,67	4,83	4,83	5,00
Прозрачность	4,83	4,83	4,83	4,83
Общая оценка	28,83	29,33	29,33	29,67

Несмотря на это, исследование подтвердило, что включение в рационы комбикормов различных пропорций белоксодержащего кормового концентрата на основе горчицы «Горlinka» способствовало некоторому улучшению вкусовых характеристик вареного мяса и бульона у рыбы, получавшей опытные комбикорма, по сравнению с контрольной группой.

3.3.6 Анатомическое развитие внутренних органов взрослого карпа

Комплексное изучение морфофизиологических параметров внутренних органов карпа позволяет получить ценную информацию о состоянии здоровья, темпах роста и адаптационных возможностях этого важного объекта аквакультуры (таблица 33).

Соматические индексы внутренних органов являются важными биомаркерами, отражающими физиологическое состояние организма и его реакцию на различные воздействия. В данном исследовании были рассчитаны индексы печени, сердца, селезенки и почек у рыб, что позволило оценить их вес относительно общей массы тела и установить соответствие физиологическим нормам.

В контрольной группе рыб гепатосоматический индекс составил 1,47 %. В опытных группах этот показатель находился в пределах 1,45-1,46 %, что свидетельствует о стабильности размеров печени относительно общей массы тела и отсутствии значительных отклонений от нормы.

Таблица 33 – Морфофизиологические параметры внутренних органов
подопытных рыб, %, (M±m) (n=6)

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Индекс печени (гепатосоматический)	1,47±0,02	1,46±0,02	1,46±0,02	1,45±0,01
Индекс сердца (кардиосоматический)	0,29±0,01	0,28±0,02	0,28±0,02	0,27±0,01
Индекс селезенки	0,52±0,02	0,51±0,02	0,51±0,01	0,50±0,02
Индекс почек	1,09±0,02	1,07±0,02	1,07±0,02	1,05±0,02
Индекс длины кишечника	192,22±0,49	192,38±0,45	192,60±0,43	192,63±0,41

У карпа в контрольной группе кардиосоматический индекс был на уровне 0,29 %, а в 1-й опытной и 2-й опытной группах одинаковый и составил 0,28 % (ниже, чем в контроле на 0,01 %). В 3-й опытной группе также наблюдалось незначительное снижение этого показателя в соотнесении с контролем до 0,27 % (на 0,02 % ниже).

У подопытных рыб индекс селезенки находился в диапазоне 0,50-0,52 %. Этот показатель находится в пределах физиологической нормы, указывая на нормальное функционирование селезенки как органа кроветворения и иммунной системы.

Индекс почек у подопытных рыб варьировал в диапазоне 1,05-1,09 %. Эти значения также соответствуют физиологическим нормам, что свидетельствует о нормальной работе выделительной системы рыб.

Включение белоксодержащего кормового концентрата «Гор-linka» в состав комбикормов для карпа коррелирует с увеличением индекса длины кишечника относительно длины тела. В контрольной группе данный показатель составил 192,22 %. У карпа опытных групп, получавших кормовой концентрат «Гор-linka», наблюдалось повышение этого показателя: на 0,16 % в первой опытной группе (192,38 %), на 0,38 % во второй (192,60 %) и на 0,41 % в третьей (192,63 %). Таким образом, можно констатировать, что удлинение кишечника у рыб, потреблявших концентрат «Гор-linka», сопровождается улучшением процессов усвоения питательных веществ.

Анализ рассчитанных соматических индексов показал, что вес печени, сердца, селезенки и почек у подопытных рыб находился в пределах физиологической нормы. Это является положительным показателем общего состояния здоровья рыб.

Данные, полученные в результате гистологической оценки печени, дают возможность с большей точностью определять воздействие рациона на состояние здоровья рыб и разрабатывать действенные подходы к кормлению для поддержания их хорошего самочувствия. Помимо этого, гистологическое исследование может применяться для выявления болезней печени и отслеживания результативности терапии.

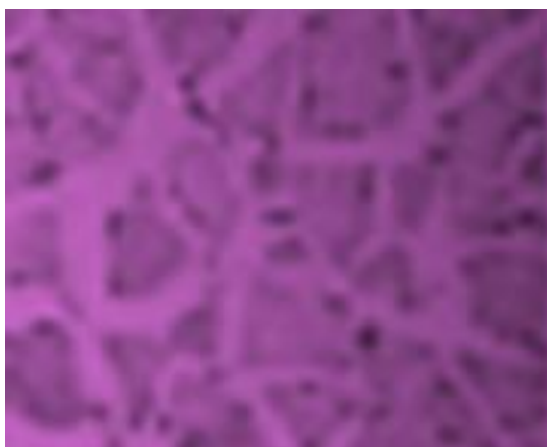


Рисунок 17 – Гистологический срез печени карпа 3-опытной группы

Во всех исследованных образцах печени рыб, независимо от группы, паренхима демонстрировала характерную трубчатую структуру с широкими синусоидами. Гепатоциты имели полигональную форму, кубовидное или многоугольное строение, с крупными, центрально расположенными ядрами. Цитоплазма гепатоцитов отличалась равномерной консистенцией (рисунок 17).

Микроскопическое исследование кишечной стенки не выявило каких-либо патоморфологических нарушений. Однако наблюдалось увеличение высоты кишечных ворсинок эпителиального слоя. Подобные изменения могут отражать адаптивную реакцию слизистой оболочки кишечника, направленную на увеличение площади абсорбирующей поверхности, что коррелирует с повышенной потребностью в питательных веществах или изменениями в составе комбикорма.

3.3.7 Оценка состояния микробиоты карпа

Здоровье значительной части водных биоресурсов напрямую зависит от состояния их микробиоты, что подчеркивает необходимость сохранения богатого и разнообразного микробного состава.

В условиях физиологической нормы микробиота поддерживает состояние гомеостаза. Однако любое отклонение от этого равновесия квалифицируется как «дисбактериоз», при котором наблюдаемые изменения в составе микробиоты могут выступать как в качестве этиологического фактора, так и следствия патологического процесса.

Изучение микробных сообществ, обитающих в тканях рыб, является фундаментальным для определения их влияния на физиологическое состояние хозяина и для выявления потенциальных симбиотических или иных форм взаимодействия.

Кишечная микробиота рыб играет ключевую роль в процессе пищеварения, оказывая значительное влияние на такие аспекты жизнедеятельности, как рост, репродуктивные способности, общая динамика популяций и восприимчивость к патогенам.

Сила воздействия микробов на организм хозяина варьируется. Это зависит от времени их пребывания в кишечнике и степени их прикрепления к слизистой оболочке и слизистому слою. Поэтому микроорганизмы в кишечнике рыб принято делить на две группы: транзиторные (временные) и резидентные (постоянные). Транзиторные микробы лишь проходят через пищеварительный тракт и сильно зависят от внешних условий. Резидентные же, напротив, обитают на слизистой кишечника или рядом с эпителиальными клетками. Их присутствие, как правило, связано с генетикой хозяина и особенностями среды в слизистом слое.

В рамках данного исследования, по завершении эксперимента, были проанализированы образцы кишечной микробной ассоциации подопытного

карпа. Результаты, полученные в ходе исследования микрофлоры кишечника рыб, представлены в таблицах 34 и 35.

Таблица 34 – Содержание нормофлоры в кишечнике карпа, КОЕ/мг

Группа	Род микроорганизмов	
	Бифидобактерии (<i>Bifidobacterium</i>)	Лактобактерии (<i>Lactobacillus</i>)
Контрольная	$<10^2$	$<10^3$
1-опытная	$<10^3$	$<10^4$
2-опытная	$<10^4$	$<10^4$
3-опытная	$<10^4$	$<10^5$

Молочнокислые бактерии рода *Bifidobacterium* и *Lactobacillus* играют важную роль в кишечнике рыб, а именно способствуют формированию стабильной микробиоты и подавлению развития патогенных микроорганизмов за счет продукции органических кислот и антимикробных веществ.

Помимо этого, они улучшают процесс пищеварения, помогая в расщеплении питательных веществ и, тем самым, повышают усвояемость корма. Содержание данных молочнокислых бактерий у всех подопытных групп находилось в пределах физиологической нормы. Так, содержание бифидобактерий было на уровне $<10^2 - 10^4$ КОЕ/мг, а лактобактерий – $<10^3 - 10^5$ КОЕ/мг.

Таблица 35 – Анализ условно-патогенной флоры кишечника карпа, КОЕ/мг

Группа	Род микроорганизмов					
	Энтерококки (<i>Enterococcus</i>)	Клостридии (<i>Clostridium</i>)	Стафилококки (<i>S. saprophyticus</i> , <i>S. epidermidis</i>)	<i>Escherichia coli</i>		
				типичные	лактозонегативные	гемолитические
Контрольная	$<10^3$	$<10^1$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^1$	-
1-опытная	$<10^4$	$<10^2$	$<10^3$	$<10^2$	$<10^2$	-
2-опытная	$<10^4$	$<10^2$	$<10^3$	<1	$<10^2$	-
3-опытная	$<10^5$	$<10^4$	$<10^2$	<1	$<10^2$	-

* Примечание: « - » - не обнаружено

Анализ микробиологического состава кишечника карпа, получавшего горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка», выявил соответствие физиологическим нормам для большинства исследуемых групп микроорганизмов.

Концентрации энтерококков и клостридий не превышали 10^5 КОЕ/мг и 10^3 КОЕ/мг соответственно.

Типичные и лактозонегативные штаммы *E. coli* также находились в пределах допустимых значений, до 10^2 КОЕ/мг. При этом гемолитические *E. coli* в образцах не обнаружены.

Содержание сапрофитных и эпидермальных стафилококков (*S. saprophyticus* и *S. epidermidis*) было крайне низким, менее 1 КОЕ/мг.

Отсутствие золотистого стафилококка (*S. aureus*), возбудителей инфекционных заболеваний и неферментирующих микроорганизмов в кишечном содержимом подопытного карпа свидетельствует о благоприятном воздействии кормового концентрата «Горлинка» на формирование здоровой и сбалансированной микробиоты.

3.3.8 Экономическая эффективность выращивания карпа

В условиях интенсивного рыбоводства включение местных кормов в состав комбикормов является производственной необходимостью (таблица 36).

Было зафиксировано увеличение ихтиомассы рыб опытных групп по сравнению с контрольной. В 1-опытной группе показатель составил 126,59 кг, во второй – 129,65 кг, а в третьей – 131,37 кг. Таким образом, в опытных группах исследуемый показатель оказался выше, чем в контрольной, на 7,42 кг (6,23 %), 10,48 кг (8,79 %) и 12,20 кг (10,24 %).

Что касается общего прироста, то в контрольной группе этот показатель составил 62,67 кг. В первой опытной группе он составил 70,17 кг, во второй – 73,29 кг, а в третьей – 74,77 кг. Положительная разница между опытными

группами и контролем составила 7,50 кг (11,97 %), 10,62 кг (16,95 %) и 12,10 кг (19,31 %) соответственно.

Таблица 36 – Экономические показатели выращивания карпа

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Ихтимасса, кг				
в начале опыта	56,49	56,42	56,36	56,60
в конце опыта	119,17	126,59	129,65	131,37
Общий прирост ихтиомассы, кг	62,67	70,17	73,29	74,77
Стоимость скормленного комбикорма, руб.	8432,00	8422,08	8417,12	8412,16
Общие затраты, руб.	26 432,00	26 422,08	26 417,12	26 412,16
Выручка от реализации рыбы, руб.	35 750,66	37 977,30	38 894,29	39 411,85
Себестоимость производства 1 кг рыбы, руб.	221,80	208,72	203,76	201,05
Прибыль, руб.	9318,66	11 555,22	12 477,17	12 999,69
Уровень рентабельности %	35,26	43,73	47,23	49,22

У рыб, которые получали в своем рационе белковый концентрат из горчицы «Горlinkка», наблюдалось снижение стоимости скормленного комбикорма на 0,12-0,24 % по сравнению с контрольной группой, где применялся подсолнечный жмых в комбикорме.

Наблюдалось снижение общих затрат в опытных группах рыб по сравнению контролем (26 432 руб.) на (9,92-19,84 руб.) 0,04-0,08 %.

Выручка от реализации карпов контрольной группы составила 35 750,66 руб., в то время как в 1-, 2- и 3- опытных группах этот показатель оказался выше на 2226,64 руб. (6,23 %), 3143,63 руб. (8,79 %) и 3661,19 руб. (10,24 %) соответственно.

Прибыль в опытных группах была больше, чем в контроле: так, в 1-опытной – на 2236,56 руб., во 2-опытной – на 3158,51 руб. и в 3-опытной – на 3681,03 руб.

В опытных группах уровень рентабельности оказался выше, чем в контрольной группе (35,26 %): наблюдалось увеличение на 8,47 % в 1-опытной группе (43,73 %), на 11,97 % во 2-опытной (47,23 %) и на 13,96 % в 3-опытной (49,22 %).

Таким образом, в ходе проведения опыта была доказана и экономическая целесообразность применения белкового концентрата из горчицы «Горлинка» в кормлении карпа.

4 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ АПРОБАЦИЯ

Для подтверждения результатов научно-хозяйственного опыта была организована производственная апробация на большем поголовье рыб. В базовом и новом вариантах кормления было по 200 особей. Производственную апробацию проводили в Быковском районе Волгоградской области на рыбноводном предприятии ООО «Прибой» (таблица 37).

Таблица 37 – Схема опыта

Вариант кормления	Кол-во голов	Прод-ть опыта	Условия кормления
Базовый	200	26 недель (182 дня)	Основной рацион (ОР) с подсолнечным жмыхом
Новый	200	26 недель (182 дня)	ОР + замена 100 % подсолнечного жмыха горчичным белоксодержащим кормовым концентратом «Горлинка»

При базовом варианте кормления использовали комбикорм с подсолнечным жмыхом, при новом варианте в состав комбикорма входил горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка».

Результаты производственной апробации приведены в таблице 38.

Таблица 38 – Результаты производственной апробации

Показатель	Вариант кормления	
	Базовый	Новый
Количество голов в начале опыта, гол	200,00	200,00
Количество голов в конце опыта, гол	184,00	189,00
Сохранность, %	92,00	94,50
Живая масса в начале опыта, г	704,91	706,28
Живая масса в конце опыта, г	1602,07	1713,66
Ихтиомасса в начале опыта, кг	140,98	141,26
Ихтиомасса, в конце опыта, кг	294,78	323,88
Общий прирост ихтиомассы, кг	153,80	182,62
Кормовой коэффициент, кг	1,59	1,34

Стоимость скормленного комбикорма, руб.	22057,53	22008,60
Общие затраты, руб.	55257,53	55208,60
Выручка от реализации рыбы, руб.	74284,78	81618,20
Себестоимость производства 1 кг рыбы, руб.	187,45	170,46
Прибыль, руб.	19027,25	26409,60
Уровень рентабельности %	34,43	47,840

Использование кормового концентрата «Горlinkка» в составе комбикорма привело к повышению выживаемости рыб из нового варианта кормления на 2,50 % по сравнению с базовым.

В конце опыта живая масса карпа из базового варианта кормления составила 1602,07 г, а особей и нового варианта – 1713,66 г, что выше, чем в контроле на 6,97 % (11,59 г).

По сопоставлению с базовым вариантом (294,78 кг) кормления было отмечено увеличение ихтиомассы рыб нового варианта (323,88 кг) на 29,10 кг или 9,87 %. Общий прирост ихтиомассы карпа нового варианта был больше, чем в базовом на 28,82 кг (18,74 %).

Кормовой коэффициент был ниже на 0,25 кг или 15,72 % в новом варианте кормления (1,34 кг) по сопоставлению с базовым (1,59 кг).

Было отмечено уменьшение стоимости израсходованных комбикормов в новом варианте кормления по соотнесению с базовым на 48,93 руб. (0,22 %).

Общие затраты в новом варианте кормления составили 55208,60 руб., а в базовом - 55257,53 руб. были меньше на 0,09 % (48,93 руб.). Выручка от реализации рыбы в базовом варианте кормления составила 74284,78 руб., в новом на 733342 руб. больше.

Так, прибыль в новом варианте была больше, чем в базовом на 7382,35 руб. (38,80 %). Уровень рентабельности в новом варианте составил 47,84 %, что на 13,41 % превысило базовый вариант (34,43 %).

Таким образом, в ходе производственной апробации были подтверждены результаты научно-хозяйственных опытов и доказана целесообразность использования концентрата «Горлинка» в кормлении карпа.

5 ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

К 2030 году, согласно прогнозам специалистов Организации Объединенных Наций, мировая популяция увеличится на миллиард человек, достигнув 8,6 миллиарда, а к 2050 году эта цифра достигнет 9,8 миллиарда. Такое увеличение численности населения неизбежно приведет к росту потребности в продуктах питания [18, 77].

Уже сейчас, как подсчитала Продовольственная и сельскохозяйственная организация (ФАО), каждый день 795 миллионов людей испытывают недостаток пищи, а у 2 миллиардов человек наблюдается нехватка необходимых питательных веществ. Ежегодный прирост мирового населения требует большего количества продуктов питания, включая мясо, рыбу, молоко, яйца, злаки, подсолнечник, картофель и прочие. Недостаток белка в рационе — это мировая проблема, требующая срочной разработки и внедрения решений [77, 18, 50].

Рыба занимает особое место в рационе человека, являясь ценным источником белка, витаминов и минералов. Ее доступность и разнообразие делают ее привлекательным продуктом для многих культур народов мира.

С. И. Николаев, А. К. Карапетян, А. А. Каширина: «В питании человека рыба необходима для поддержания сердечно-сосудистой системы в организме» [94].

Биологическая ценность белка высокая. Белок, легко усвояемый в организме человека, он служит материалом для построения тканей, образования гормонов и ферментов [33, 37].

Полиненасыщенные жирные кислоты, содержащиеся в рыбе, имеют особенно важную роль в уменьшении холестерина в организме человека.

Известный факт, что рыба имеет высокое содержание витаминов группы В, Д, а также минеральных веществ, которые очень важны для протекания всех жизненно важных процессов в организме [54, 94].

Общеизвестный факт, что комбикорма для рыб включают дорогостоящее сырье (соевый шрот, рыбная мука). В связи с этим необходимо осуществлять поиск альтернативных кормовых источников, таких как отходы зерна, жмыхи, мучка, отруби, мука из водорослей. Включение в комбикорма данных кормовых ингредиентов, будет способствовать не только снижению стоимости кормов, но и решать вопрос утилизации данных пищевых отходов [102].

Волгоградская область относится к засушливой зоне. Поэтому необходимо в данной области выращивать засухоустойчивые культуры. Одной из таких культур является горчица сизая сарептская.

В связи с этим целью наших исследований было определить влияние замены в комбикормах подсолнечного жмыха на горчичный концентрат «Горлинка» на рыбопродуктивность карпа.

Исследования проводились на предприятии ООО «Прибой» в период с 2023 по 2026 года. Рыба из контроля получала комбикорм с подсолнечным жмыхом, а рыба из опытных групп получала комбикорм, в котором жмых был заменен частично либо полностью на кормовой концентрат «Горлинка».

Сравнительный анализ химического состава подсолнечного жмыха и концентрата «Горлинка» продемонстрировал количественное превосходство последнего по ряду ключевых показателей. В частности, содержание сырого протеина в горчичном белоксодержащем кормовом концентрате «Горлинка» оказалось выше на 1,8 % (38,2 % против 36,4 % в жмыхе), БЭВ – на 3,1 % (26,2 % против 23,1 % в жмыхе), а сырой золы – на 0,2 % (7,3 % против 7,1% в жмыхе), что подтверждает его повышенную минеральную ценность.

Помимо этого, аминокислотный профиль концентрата «Горлинка» выше по сравнению с подсолнечным жмыхом, проявляющимся в более высоких концентрациях таких аминокислот, как лизин (+0,46 %), метионин (+0,41 %), цистин (+0,07 %), треонин (+0,26 %), триптофан (+0,05 %), аргинин (+0,06 %), лейцин+изолейцин (+0,26 %), валин (+0,05 %), гистидин (+0,22 %), фенилаланин (+0,13 %), тирозин (+0,09 %), глицин (+0,15 %), серин (+0,36 %),

пролин (+0,20 %), аланин (+0,22 %), аспарагин (+0,14 %) и глутамин (+0,11 %).

Проведенные исследования показали повышение рыбоводных и физиологических показателей, улучшение экономической эффективности производства рыбы при использовании в кормлении молоди карпа концентрата «Горalinka».

В своих научных работах сотрудники ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина и ФГБОУ ВО Вавиловский университет также отмечают важность изучения рыбопродуктивности карпа [38, 71, 93, 25, 15, 41, 85].

В ходе проведения опыта было определено, что живой вес молоди рыбы увеличивался в опытных группах: разница в сторону превосходства по отношению к контрольной группе 1-, 2- и 3-опытной групп составила 12,28 г или 1,63 %, 20,64 г или 2,74 % и 31,26 г или 4,15 % соответственно.

Далее мы осуществили расчет кормового коэффициента. Полученные данные продемонстрировали неоспоримые преимущества опытных групп, где данный показатель оказался существенно ниже в сравнении с контрольной группой.

Снижение кормового коэффициента в опытных группах составило от 2,48 % до 7,44 %. В абсолютных значениях это выразилось в уменьшении расхода корма на единицу прироста массы рыб на 0,03-0,09 кг. Так, в опытных группах средний кормовой коэффициент варьировался в пределах 1,12-1,18 кг, в то время как в контрольной группе этот показатель составил 1,21 кг.

Такие результаты свидетельствуют о более высокой эффективности использования концентрата «Горalinka» в составе комбикормов в опытных группах карпа.

Н. А. Головина, признавая фундаментальную роль гематологических показателей в оценке состояния здоровья и продуктивности рыб, провела всесторонний анализ крови подопытной рыбы [28]. Изучение состава крови позволяет достаточно полно оценить влияние на организм рыб новых условий кормления.

Проведенный гематологический анализ показал, что все изучаемые показатели у рыб были в пределах физиологической нормы.

Применение горчичного концентрата «Горлинка» в комбикормах для карпа опытных групп привело к повышению убойного выхода на 0,48 %, 0,88 % и 0,53 % по сопоставлению с контрольными аналогами. В опытных группах рыба отличалась также наибольшим количеством выхода мышц на 1,78-6,35 %, чем рыба из контроля. Такие результаты свидетельствуют о существенно более высокой эффективности преобразования корма в ценные продукты животноводства, что имеет прямое практическое значение для аквакультуры.

Химический и аминокислотный состав мышц в опытных группах также превосходил аналоги из контрольной. Повышенное содержание незаменимых аминокислот, белков и минеральных веществ улучшало питательную ценность продукции, делая ее более привлекательной для потребителя.

Аналогичная положительная закономерность проявилась в дегустационной оценке: мясо и бульон из опытных групп получили более высокие баллы по вкусовым, ароматическим и органолептическим характеристикам. Это подтверждает, что замена жмыха горчичным белоксодержащим кормовым концентратом «Горлинка» не только не ухудшает, но и существенно повышает сенсорные качества конечного продукта.

Экономическая эффективность нововведения подчеркивается уровнем рентабельности. В третьей опытной группе этот показатель достиг впечатляющих 44,86 %, в первой и второй – 37,57 % и 39,10 % соответственно. Такие данные однозначно свидетельствуют о высокой окупаемости внедрения концентрата «Горлинка» в рационы молоди карпа, открывая перспективы для широкого применения в промышленном рыбоводстве.

Второй научно-хозяйственный опыт был проведен на четырех группах взрослых особей карпа – контрольной и трех опытных. Рыбы из контроля получали рацион, в состав которого входил комбикорм с подсолнечным жмыхом. Рыбам из опытных групп скармливали рацион, в котором

присутствовал комбикорм с горчичным белоксодержащим кормовым концентратом «Горлинка» в количестве 10 %, 15 % и 20 %.

Живой вес карпа опытных групп, показал значительное превосходство над контрольной группой. Данный показатель колебался в пределах от 1687,88 до 1728,59 г, в то время как у контрольных аналогов средний вес составил 1610,39 г. Этот результат подчеркивает положительное влияние концентрата «Горлинка» в составе комбикормов на рост рыбы.

Анализ приростов живой массы, как общего, так и среднесуточного, выявил четкую тенденцию: карп из опытных групп демонстрировал стабильно лучшие результаты. В первой опытной группе прирост был выше на 8,67%, во второй – на 10,75%, а в третьей – на впечатляющие 12,92% по сравнению с контролем. Это свидетельствует о более эффективном использовании корма и ускоренном росте.

Особо значимым показателем в оценке кормления рыб является кормовой коэффициент [22, 57, 118].

Во всех опытных группах он оказался ниже, чем в контрольной. Так, в первой группе снижение составило 0,17 (10,76%), во второй – 0,23 (14,56%), а в третьей – 0,25 (15,82%). Меньший кормовой коэффициент указывает на более эффективное преобразование корма в живую массу.

Добавление концентрата «Горлинка» в комбикорм опытных групп положительно повлияло на микробиологические процессы, протекающие в кишечнике. В частности, это привело к увеличению таких положительных бактерий как бифидобактерии и лактобактерии.

Е. Н. Куевда, Н. Н. Куевда констатируют факт, что гематологический профиль рыб служит важным индикатором их физиологического состояния, позволяя диагностировать патологические процессы и отклонения от нормы. В контексте исследований, направленных на оптимизацию рационов, систематический анализ морфологических и биохимических параметров крови является обязательным этапом для объективной оценки воздействия новых кормовых компонентов [66].

Исследование параметров крови у подопытных рыб показало, что большинство показателей оставалось в пределах физиологической нормы. Тем не менее, было зафиксировано некоторое увеличение следующих показателей по сравнению с контрольной группой: эритроцитов – на 3,23-12,90 %, гемоглобина – на 0,58-1,87 %, гематокрита – на 0,35-0,41 %, общего белка – на 2,38-5,81 %, кальция – на 1,72-5,86 %, фосфора – на 0,9-4,5 % и щелочной фосфатазы – на 0,59-1,44 %. Данные изменения отражают повышенную метаболическую активность в организме подопытных рыб, свидетельствующую о более интенсивных обменных процессах.

Рыба – это не просто продукт питания, а ценнейший источник биологически активных веществ, играющий ключевую роль в поддержании здоровья и благополучия человека на протяжении всей истории цивилизации. [114].

Ключевые различия между группами проявились не только в прижизненных показателях, но и в конечном продукте. Превосходство опытных групп над контролем стало ещё более выразительным при оценке веса потрошёной тушки. Так, превышение составило 38,33 г, 63,00 г и 83,62 г соответственно. Конкретно, в группе 1-опытной средний вес тушки достиг 1151,88 г, в группе 2-опытной – 1176,55 г и в группе 3-опытной – 1197,17 г. Этот градиент наглядно демонстрирует прямую зависимость выхода товарной продукции от применяемого режима.

Качественные характеристики филе также оказались на высоте. Показатели питательной ценности рыбы, в частности содержание сырого протеина, совокупности незаменимых аминокислот и других биологически активных веществ, объективно лидировали у карпа из опытных групп по сопоставлению с контролем. Это свидетельствует о более сбалансированном метаболизме и накоплении питательных веществ в мышечной ткани. Проведённая дегустационная оценка органолептических свойств — внешнего вида, консистенции, вкуса и запаха — показала полностью аналогичный

результат, подтвердив высокие потребительские достоинства полученной продукции.

Важнейшим итогом всего исследования стала комплексная экономическая оценка [126].

Анализ показал, что в опытных группах уровень рентабельности производства рыбы оказался существенно выше, чем в контрольной группе, где этот показатель составил 35,26%. Наблюдалось устойчивое увеличение: на 8,47 процентных пункта в 1-опытной группе (до 43,73 %), на 11,97 пунктов во 2-опытной (47,23 %) и на 13,96 пунктов в 3-опытной (49,22 %). Таким образом, применение горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в кормлении взрослых особей карпа доказало не только биологическую эффективность, но и высокий экономический потенциал, обеспечивающий существенный прирост прибыльности хозяйственной деятельности.

Полученный экономический эффект можно рассматривать как прямое следствие улучшения кормовой конверсии и ускорения роста рыбы. Рыбы, получающие сбалансированное питание с добавлением горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка», более эффективно усваивают питательные вещества, что сокращает потребность в больших объемах корма для достижения желаемого прироста массы. Это, в свою очередь, снижает общие затраты на кормление, которые составляют значительную часть себестоимости продукции в аквакультуре.

Следовательно, добавление данного концентрата в рацион карпа способно существенно увеличить рентабельность производства и способствовать устойчивому развитию аквакультуры. Полученные результаты и внедрение подобных новшеств имеют критическое значение для укрепления продовольственной безопасности государства и способствуют улучшению социально-экономических показателей в аграрных регионах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Сравнительный анализ химического и аминокислотного состава выявил явное преимущество горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» над подсолнечным жмыхом. По сырому протеину горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» опережает подсолнечный жмых на 1,8 %, по сырой золе – на 0,2 %, также отмечено превосходство в содержании БЭВ (на 3,1 %), суммы исследуемых аминокислот (на 3,24 %), витаминов, макроэлементов и микроэлементов.

2. Исследования показали, что включение горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в рацион карпа повышает рыбоводные показатели. В первом эксперименте живая масса рыбы увеличилась на 1,63 – 4,15 %, а во втором – на 4,81 – 7,34 % по сравнению с контролем. Кроме того, концентрат способствовал высокой выживаемости молоди карпа на 1,25-3,75 % и взрослых особей на 1,25-2,50 % и более эффективному усвоению корма, снижая кормовой коэффициент на 2,48-7,44 % и 10,76 – 15,82 %. Применение горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в рационе карпа продемонстрировало положительное влияние на выход продукции. Убойный выход тушек повысился на 0,48 – 0,88 % (первый опыт) и 0,12 – 0,34 % (второй опыт). Также отмечен рост выхода мышц на 1,78 – 6,35 % (8,54 – 30,42 г) и 1,85 – 6,10 % (19,22 – 63,42 г), соответственно, и увеличение доли съедобных частей на 9,48 – 24,42 г (1,87 – 4,82 %) и 37,01 – 81,87 г (3,40 – 7,52 %). Исследования показали, что мышечная ткань молоди и взрослых особей карпа, получавших экспериментальные корма, стала более питательной. По сравнению с контрольными аналогами, в опытных образцах наблюдалось повышение содержания сырого протеина (на 0,43 – 0,50 % у молоди и 0,17 – 0,30 % у взрослых), сырого жира (на 0,06 – 0,15 % у молоди и 0,05 – 0,14 % у взрослых), неорганических веществ (на 0,04–0,11 % у молоди и 0,01 – 0,07 % у взрослых), исследуемых аминокислот (на 0,33 – 1,72 % у молоди и 0,56 – 2,31 % у

взрослых) и биологической ценности (на 0,03 – 6,81 % у молоди и 5,38 – 6,81 % у взрослых). Кроме того, органолептическая оценка филе и бульона из рыбы опытных групп, кормившихся горчичным белоксодержащим кормовым концентратом «Горлинка», оказалась выше, чем у контрольных рыб.

3. Исследование крови карпа выявило, что его морфологические и биохимические параметры находились в пределах физиологической нормы, что подтверждает нормальное течение окислительно-восстановительных процессов. Тем не менее, при добавлении горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в рацион молоди и взрослых рыб опытных групп, было отмечено улучшение ряда показателей крови по сравнению с контрольной группой. В частности, увеличилось количество эритроцитов (на 5,17 – 13,79 % и 3,23 – 12,90 %), гематокрита (на 0,38 – 0,49 % и 0,35 – 0,41 %), гемоглобина (на 0,51 – 1,65 % и 0,58 – 1,87 %), общего белка (на 1,91 – 4,74 % и 2,38 – 5,81 %), кальция (на 1,81 – 6,16 % и 1,72 – 5,86 %), фосфора (на 1,87 – 3,74 % и 0,90 – 4,50 %) и щелочной фосфатазы (на 4,54–5,94 % и 0,54–1,44 %). При этом было отмечено снижение в крови карпа опытных групп, по сравнению с контролем, лейкоцитов (на 0,52—1,57% и 0,35–1,40 %), тромбоцитов (на 1,05–3,59 % и 0,95–3,47 %), глюкозы (на 1,92–3,83 % и 2,20–5,13 %), мочевины (на 0,73–3,29 % и 0,53–2,46 %), триглицеридов (на 4,17–7,81 % и 4,52–9,05 %), холестерина (на 1,98–5,93 % и 1,92–7,28 %), АлТ (на 0,5–0,74 % и 0,1–1,34 %), АсТ (на 0,41–1,03 % и 0,95–2,72 %), что демонстрирует стабильность метаболических процессов у рыб на протяжении всего периода исследования. Анализ кишечного содержимого взрослых особей карпа показал, что замена подсолнечного жмыха в комбикормах на горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» (частично или полностью), привела к сохранению доминирования нормальной микрофлоры, представленной *Bifidobacterium* и *Lactobacillus*, в опытных группах. Морфометрические характеристики внутренних органов молоди и взрослых особей карпа находились в пределах физиологической нормы и коррелировали с их возрастом. Гистологический анализ внутренних органов рыбы не выявил

каких-либо патологических изменений. Размерно-весовые параметры внутренних органов у молоди и зрелых особей карпа демонстрировали значения, соответствующие физиологической норме для их возрастных групп. Гистопатологическое исследование внутренних органов карпа не обнаружило отклонений от нормы.

4. Замена подсолнечного жмыха в комбикормах на горчичный белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка» (частичная или полная) продемонстрировала повышение рентабельности. В первом научно-хозяйственном опыте этот показатель вырос на 4,11 – 11,40 %, во втором – на 8,47 – 13,96 %. Результаты второго опыта были подтверждены в ходе производственной апробации.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ

Для увеличения рыбопродуктивности предлагается добавлять в комбикорма для карпа от 10 % до 20 % горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка».

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Перспективой дальнейших исследований является изучение эффективности применения горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в рационах других видов сельскохозяйственных животных, птицы и объектов аквакультуры.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агеев, А. В. Рыбная мука и аквакультура / А. В. Агеев // Комбикорма. – 2022. – № 12. – С. 20-24.
2. Агеец, В. Ю. Современные тенденции производства комбикормов для рыб / В. Ю. Агеец, Ж. В. Кошак, Н. Н. Гадлевская // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – 2023. – № 39. – С. 76-85. – EDN BEBRRF.
3. Альтернативные источники белка в кормлении рыбы / Ж. В. Кошак, А. Н. Гринько, Д. Е. Алешин, Н. П. Буряков // Аграрный вестник Нечерноземья. – 2024. – № 1(13). – С. 54-62. – DOI 10.52025/2712-8679_2024_01_54. – EDN NCNVAB.
4. Аминокислотный состав разных источников белка комбикормов для аквакультуры / Д. В. Рудой, И. В. Ткачева, М. М. Оганисян, А. С. Бабаджанян, В. А. Дорошенко // Рыбоводство и рыбное хозяйство. — 2024. — № . — С. 11.
5. Анализ состояния и перспективные направления развития аквакультуры: научный аналитический обзор / Н. А. Головина, Н. Н. Романова, П. П. Головин, В. М. Симонов, В. Н. Дементьев, Е. И. Шишанова, И. В. Тренклер, С. В. Пономарев, Л. Ю. Коноваленко, Н.П. Мишуров. –М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 88 с.
6. Анподист, А. В. Эффективность использования концентрата рапсового белка в кормлении радужной форели / А. В. Анподист, И. В. Поддубная, Ю. Н. Зименс // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2025. – № 1(79). – С. 340-348. – DOI 10.32786/2071-9485-2025-01-35. – EDN AZHAJF.
7. Аринжанов, А. Е. Значение микроэлементов в кормлении рыб / А. Е. Аринжанов, Ю. И. Белашова // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всероссийской научно-методической конференции, Оренбург, 01–03 февраля

2017 года / Оренбургский государственный университет. – Оренбург, 2017. – С. 1476-1481. – EDN YKCTTZ.

8. Астренков, А. В. Рациональное кормление товарного карпа в рыбхозах Беларуси / А. В. Астренков // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2010. – № 13 (1). – С. 57-64.

9. Батракова, Ю. М. Влияние белковой кормовой добавки на рыбопродуктивность русского осетра / Ю. М. Батракова // Материалы XXIV региональной конференции молодых исследователей Волгоградской области, Волгоград, 05 декабря 2019 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2020. – С. 88-90.

10. Батракова, Ю. М. Высокоэффективная кормовая добавка в кормлении рыб / Ю. М. Батракова // Наука и молодёжь: новые идеи и решения: материалы XIV Международной научно-практической конференции молодых исследователей, Волгоград, 18–20 марта 2020 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2020. – С. 303-305.

11. Батракова, Ю. М. Использование высокобелкового концентрата в комбикормах для русского осетра / Ю. М. Батракова // Разработки и инновации молодых исследователей: материалы II Всероссийской научно-практической конференции молодых исследователей, Волгоград, 13–14 ноября 2018 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2019. – С. 88-89.

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

13. Белковый концентрат на основе люпина в кормлении телят / Н. Буряков, Ю. Есавкин, А. Петров [и др.] // Комбикорма. – 2022. – № 4. – С. 37-39. – DOI 10.25741/2413-287X-2022-04-3-173. – EDN KDSYWZ.
14. Биопрепараты и фитогенные добавки в рыбоводстве / Д. А. Юрин, Е. А. Максим, Д. В. Осепчук [и др.]. – Краснодар : Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии, 2022. – 88 с. – ISBN 978-5-907597-72-3. – DOI 10.48612/monograph-2022-5. – EDN YLYDSE.
15. Биохимическая картина крови осетров при скармливании комплексов производных β -циклодекстринов / И. В. Поддубная, О. Н. Руднева, О. А. Гуркина [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2025. – № 117. – С. 286-292. – DOI 10.21515/1999-1703-117-286-292. – EDN KDISHZ.
16. Власов, В. А. Приусадебное хозяйство. Рыбоводство / В. А. Власов. – М. : ЭКСМО-Пресс, 2001. – 240 с.
17. Влияние амарантового жмыха на продуктивные качества товарного карпа / С. О. Бибииков, С. И. Николаев, В. В. Шкаленко [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2024. – Т. 16, № 1. – С. 12-18. – DOI 10.36508/RSATU.2024.72.55.003. – EDN QTZFGK.
18. 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.
19. Влияние белковых подкормок на скорость роста карпов парской породы / Г. А. Адел, А. Н. Ратошный, Т. А. Хорошайло [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2024. – Т. 16, № 1. – С. 5-11. – DOI 10.36508/RSATU.2024.97.61.002. – EDN CCCVTX.

20. Влияние кормовой добавки «Кормогран селен-3» на рыбоводные, морфометрические показатели и товарные качества радужной форели / А. В. Жигин, М. В. Сытова, Ю. И. Есавкин [и др.] // Вопросы рыболовства. – 2023. – Т. 24, № 2. – С. 154-172. – DOI 10.36038/0234-2774-2023-24-2-154-172. – EDN GXZNJJ.

21. Влияние пробиотиков на элементный состав мышечной ткани карпа / М. С. Зуева, Е. П. Мирошникова, А. Е. Аринжанов, Ю. В. Килякова // Животноводство и кормопроизводство. – 2023. – Т. 106, № 2. – С. 8-20. – DOI 10.33284/2658-3135-106-2-8. – EDN BQUJCF.

22. Возможность использования гаприна (белка микробиологического синтеза) в качестве источника белка в составе комбикормов для радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) / Ю. А. Кучихин, Я. В. Бреев, А. А. Бахарева [и др.] // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2025. – № 4. – С. 52-60. – DOI 10.24143/2073-5529-2025-4-52-60. – EDN BVGGFW.

23. Выращивание молоди клариевого сома (*Clarias gariepinus* Burchell) с применением комбикормов, содержащих суспензию хлореллы и жмыхи масличных культур / Т. В. Козлова, А. И. Козлов, Н. П. Дмитриевич [и др.] // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2021. – № 9(188). – С. 50-63. – DOI 10.33920/sel-09-2109-05. – EDN NPNEHR.

24. Выращивание тилляпии на кормах с различным уровнем белкового концентрата «Агро-Матик» / Н. П. Буряков, Ю. И. Есавкин, А. С. Петров, И. И. Берестнев // Агрозоотехника. – 2022. – Т. 5, № 1. – DOI 10.15838/alt.2022.5.1.2. – EDN PRCGJK.

25. Вятчин, В. В. Рыбоводно-биологическая оценка выращивания осетровых рыб на гранулированно-экструдированном комбикорме российского производства / В. В. Вятчин, А. А. Васильев, Ю. А. Гусева // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2025. – Т. 1, № 11. – С. 101-108. – DOI 10.36871/vet.zoo.bio.202511111. – EDN TIBXEX.

26. Гапонов, Н. В. Влияние люпина белого на продуктивность радужной форели / Н. В. Гапонов, С. М. Шляпников, Ю. П. Чугуев // Инновации и продовольственная безопасность. – 2023. – № 1(39). – С. 71-81. – DOI 10.31677/2311-0651-2023-39-1-71-81. – EDN EQWPAE.,

27. Гапонов, Н. В. Гематологические показатели радужной форели при включении люпина белого в структуру рационов / Н. В. Гапонов // Сельскохозяйственный журнал. – 2025. – № 3(18). – С. 89-99. – DOI 10.48612/FARC/2687-1254/009.3.18.2025. – EDN TVJNIM.

28. Головина, Н. А. Гематологические исследования и их использование для оценки здоровья рыб / Н. А. Головина // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2018. – № 5(148). – С. 72-74. – EDN POYJOG.

29. Гусева, Ю. А. Аминокислотный состав мышечной ткани карпа, выращенного в естественных и индустриальных условиях / Ю. А. Гусева, Р. В. Урсу // Основы и перспективы органических биотехнологий. – 2021. – № 1. – С. 10-13. – EDN OTBNPU.

30. Гусева, Ю. А. Анализ пищевой ценности карпа, выращенного в индустриальных условиях / Ю. А. Гусева, Т. И. Котлова // Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса : материалы VII научно-практической конференции молодых учёных с международным участием, Москва, 14–15 ноября 2019 года. – Москва: ВНИРО, 2019. – С. 137-142. – EDN DUEHRF.

31. Гусева, Ю. А. Белковое питание радужной форели при индустриальном выращивании / Ю. А. Гусева // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны : материалы III национальной научно-практической конференции, Казань, 03–05 октября 2018 года / Под редакцией А. А. Васильева. – Казань: Общество с ограниченной ответственностью «Амирит», 2018. – С. 75-78. – EDN MNIEWH.

32. Гусева, Ю. А. Биологическая ценность белка мышечной ткани форели при использовании в рационе гидролизата соевого белка / Ю. А.

Гусева, А. А. Васильев, П. И. Тищенко // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения : сборник трудов 2-й Научно-практической конференции, Москва, 23 июня 2023 года / Под общей редакцией С.В. Позябина, Л.А. Гнездиловой. – Москва: Сельскохозяйственные технологии, 2023. – С. 308-309. – EDN YSCGYD.

33. Гусева, Ю. А. Биологическая ценность белка щуки Волгоградского водохранилища / Ю. А. Гусева, А. А. Васильев, В. В. Шифман // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения : Сборник трудов 2-й Научно-практической конференции, Москва, 23 июня 2023 года / Под общей редакцией С.В. Позябина, Л.А. Гнездиловой. – Москва: Сельскохозяйственные технологии, 2023. – С. 307-308. – EDN PRBRBK.

34. Гусева, Ю. А. Влияние использования гидролизата соевого белка на обменные процессы у карпа при выращивании в промышленных условиях / Ю. А. Гусева, А. И. Малова // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации : материалы IV национальной научно-практической конференции, Калининград, 08–10 октября 2019 года. – Калининград: Общество с ограниченной ответственностью «Амирит», 2019. – С. 78-82. – EDN QTBGPT.

35. Гусева, Ю. А. Влияние уровня протеина в комбикормах на товарные качества радужной форели / Ю. А. Гусева // Основы и перспективы органических биотехнологий. – 2018. – № 2. – С. 8-11. – EDN QSIPYO.

36. Гусева, Ю. А. Оценка аминокислотного состава мышечной ткани карпа выращенного в естественных и промышленных условиях / Ю. А. Гусева, У. Е. Авдеева // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации : материалы V национальной научно-практической конференции, Калининград, 22–23 октября 2020 года / Под редакцией А.А. Васильева. – Калининград: Общество с ограниченной ответственностью «Амирит», 2020. – С. 77-81. – EDN ODOOGL.

37. Гусева, Ю. А. Оценка состава биомассы личинок большого мучного хрущака как источника протеина в комбикорма для рыб / Ю. А. Гусева, Д. А. Самигулин // Аграрная наука в обеспечении продовольственной безопасности и развитии сельских территорий : сборник материалов IV Международной научно-практической конференции, Луганск, 17 января – 08 2023 года. – Луганск: Луганский государственный аграрный университет имени К.Е. Ворошилова, 2023. – С. 194-196. – EDN MVDTMM.

38. Гусева, Ю. А. Результаты выращивания быстрорастущих генетических форм осетровых рыб / Ю. А. Гусева, А. А. Васильев, А. А. Коробов // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения : Сборник трудов 4-й Научно-практической конференции, Москва, 16 мая 2025 года. – Москва: Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К.И. Скрябина, 2025. – С. 371-372. – EDN QLHLKM.

39. Гусева, Ю. А. Экономическое обоснование использования гуминовых кислот в составе комбикормов / Ю. А. Гусева, А. А. Коробов // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения : Сборник трудов 4-й Научно-практической конференции, Москва, 16 мая 2025 года. – Москва: Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К.И. Скрябина, 2025. – С. 370-371. – EDN IAENOQ.

40. Динамика липидов и некоторых жирных кислот в мышцах трехиглой колюшки белого моря при краткосрочном голодании и при разных режимах питания / А. Е. Бахвалова, С. А. Мурзина, В. П. Воронин [и др.] // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. – 2018. – № 12. – С. 51-64. – DOI 10.17076/eb924. – EDN YURPUT.

41. Динамика роста и развития гибридных особей осетровых под влиянием полимерных систем с фторхинолоном / И. В. Поддубная, О. Н. Руднева, О. А. Гуркина [и др.] // Сибирский вестник сельскохозяйственной

науки. – 2025. – Т. 55, № 1(314). – С. 60-67. – DOI 10.26898/0370-8799-2025-1-7. – EDN AGFBSR.

42. Дьяков, Р. Ю. Применение альтернативных источников белка в технологии кормов для аквакультуры / Р. Ю. Дьяков, О. П. Дворянинова, А. В. Соколов // Студенческий научный форум : материалы Международной студенческой научной конференции, Москва, 01 декабря 2019 года – 06 2020 года. Том IV. – Москва: Евроазиатская научно-промышленная палата, 2020. – С. 92-93. – EDN ZYKKAФ.

43. Дышекова, В. Ф. Основы выращивания товарной рыбы с использованием нетрадиционных кормов / В. Ф. Дышекова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 12(126). С. 1-6. – DOI 10.23670/IRJ.2022.126.125. – EDN IHFGXL.

44. Жиенбаева, С. Т. Использование нетрадиционного сырья в комбикормах для прудовых рыб / С. Т. Жиенбаева, А. М. Ермуканова // Современные научные исследования и разработки : материалы Международной (заочной) научно-практической конференции, Прага, Чехия, 21 марта 2019 года / Под общей редакцией А.И. Вострецова. – Прага, Чехия: Научно-издательский центр «Мир науки» (ИП Вострецов Александр Ильич), 2019. – С. 30-37. – EDN ZBVPZJ.

45. Здоров, А. Н. Использование Cannabis sativa для кормления сельскохозяйственных животных и птиц (обзор) / А. Н. Здоров, М. М. Маринчев, А. Т. Семенин // Теория и практика инновационных исследований в области естественных наук : Сборник материалов конференции, Оренбург, 24–25 апреля 2024 года. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2024. – С. 170-173. – EDN PJNYMG.

46. Зеленченкова, А. А. Современные оценки потребности в лимитирующих аминокислотах и кормовых источников протеина у карповых рыб / А. А. Зеленченкова, А. С. Мамонова // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2025. – № 4. – С. 123-131.

47. Зименс, Ю. Н. Альтернативные источники белка и их использование в рыбоводстве / Ю. Н. Зименс, Е. В. Орленко, О. Е. Вилутис // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации : материалы VII национальной научно-практической конференции, Петропавловск-Камчатский, 05–08 октября 2022 года / Под редакцией И.В. Поддубной. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью «Амирит», 2022. – С. 45-49. – EDN FOGYPK.

48. Зуева, М. С. Рост и развитие сеголетков карпа на фоне введения в рацион пробиотических препаратов / М. С. Зуева // Наука будущего – наука молодых : материалы Всероссийской молодежной научно-практической конференции, Оренбург, 09–10 ноября 2022 года. – Оренбург: Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН, 2022. – С. 181-184. – EDN LEALXX.

49. Инновационные подходы к оптимизации белкового питания рыб / Ю. А. Гусева, А. А. Васильев, А. М. Френк, А. В. Ариповский. – Саратов : Общество с ограниченной ответственностью «Амирит», 2020. – 292 с. – ISBN 978-5-00140-583-2. – EDN KCRQAV.

50. 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.

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

52. Использование кормового концентрата из растительного сырья «Сарепта» в кормлении осетровых / В. Г. Калмыков, С. И. Николаев, В. Г.

Дикусаров [и др.] // Инновационные технологии и ветеринарная защита при интенсивном производстве продукции животноводства: материалы национальной конференции, Волгоград, 18–20 мая 2016 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2016. – С. 67-77. – EDN XVVBAX. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28323794>

53. Использование кормовой добавки «Энзимспорин» при выращивании двухлетков радужной форели / Ю. И. Есавкин, А. В. Жигин, А. А. Максименкова [и др.] // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2023. – Т. 17, № 1(204). – С. 53-66. – DOI 10.33920/sel-09-2301-05. – EDN AGPBKM.

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

55. Калмыков, В. Г. Использование комбикормов с кормовым концентратом «Сарепта» при выращивании в УЗВ трехлеток русского осетра / В. Г. Калмыков, В. Г. Дикусаров // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2018. – № 1. – С. 33-42. – EDN YLSNTA.

56. Каширина, А. А. Влияние горчичного 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.

57. Климова, А. П. Влияние фульвово́й кислоты на размерно-массовые показатели и гистологию пищеварительной системы данио-рерио (*Danio rerio*) / А. П. Климова, А. А. Бахарева, Н. И. Кочетков // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. – 2025. – № 4. – С. 20-27. – EDN EOBXSJ.

58. Козлова, Т. В. Использование в комбикормах суспензии хлореллы и жмыхов масличных культур при выращивании молоди ленского осетра

(*Acipenser baeri* Brandt) / Т. В. Козлова // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2021. – № 3(42). – С. 12-15. – EDN YYCSIA.

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

60. Колмаков, В. И. Аминокислоты в перспективных кормах для аквакультуры рыб: обзор экспериментальных данных / В. И. Колмаков, А. А. Колмакова // Журнал СФУ. Биология. – 2020. – № 4. – С. 425-442.

61. Комлацкий, В. И. Рыбоводство : учебник для вузов / В. И. Комлацкий, Г. В. Комлацкий, В. А. Величко. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 200 с.

62. Кормовое сырье и биологически активные добавки для рыбных объектов аквакультуры: учебно-методическое пособие / Н. А. Абросимова, Е. Б. Абросимова, К. С. Абросимова, М. А. Морозова. – 3-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 152 с.

63. Корма и кормление рыб в аквакультуре / Е. И. Хрусталева, Т. М. Курапова, О. Е. Гончаренок, К. А. Чебан. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 388 с.

64. Корнейко, О. В. Аквакультура в России: состояние и проблемы развития / О. В. Корнейко, М. Д. Покорменюк // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2017. – Т. 6, № 4(21). – С. 202-204. – EDN YNDVEX.

65. Кошак, Ж. В. Жмых из семян голосемянной тыквы - новый вид сырья для производства комбикормов для прудовых рыб / Ж. В. Кошак, Л. В. Рукшан, Д. В. Долгая // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – 2018. – № 34. – С. 189-192. – EDN BZYJIV.

66. Куевда, Е. Н. Гематологический профиль разновидностей карпа в зависимости от среды обитания / Е. Н. Куевда, Н. Н. Куевда // Творческое наследие Николая Яковлевича Данилевского и его значение для научной мысли России и Крыма : материалы международной научно-практической конференции, Симферополь, 21–23 мая 2015 года / Институт русско-славянских исследований имени Н.Я. Данилевского; Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова; Академия биоресурсов и природопользования ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского». – Симферополь: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2016. – С. 238-242. – EDN WJNEZB.

67. Кучихин, Ю. А. Исследование использования рапсового жмыха в составе комбикормов для радужной форели / Ю. А. Кучихин, Е. А. Размочаев // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2023. – № 4. – С. 199-204. – DOI 10.24412/2311-6447-2023-4-199-204. – EDN SGOJMA.

68. Кучихин, Ю. А. Перспектива и возможности применения белого люпина (*Lupinus albus*) в кормах аквакультуры для ценных видов рыб / Ю. А. Кучихин // ТППП АПК. – 2022. – № 4. – С. 225-230.

69. Маленкина, К. А. Результаты исследований и рекомендации по использованию добавок микроэлементов в кормлении рыб: органические соединения, хелаты, наночастицы и комплексные препараты (обзор) / К. А. Маленкина, А. Е. Аринжанов // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2024. – № 1. – С. 27-49. – DOI 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2024.1.27-49. – EDN LKIPPB.

70. Манжосова, Л. В. Изучение эффективности кормов с содержанием мясокостной муки, нута и соевого жмыха в кормлении гибридов ленского и русского осетра / Л. В. Манжосова, О. А. Караева // Перспективные тенденции развития научных исследований по приоритетным направлениям модернизации АПК и сельских территорий в современных социально-экономических условиях : материалы Национальной научно-практической

конференции, Волгоград, 15 декабря 2021 года. Том I. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2021. – С. 248-254. – EDN QVHWCX.

71. Мука из виноградных выжимок как фитобиотическая добавка для гибридов осетровых / О. А. Левина, С. В. Пономарев, Ю. В. Федоровых [и др.] // Комбикорма. – 2025. – № 12. – С. 32-36. – DOI 10.69539/2413-287X-2025-12-3-256. – EDN HFRIUW.

72. Нетрадиционные кормовые средства : учебное пособие для студентов высших аграрных учебных заведений, обучающихся по направлению «Зоотехния» / С. И. Николаев, О. В. Чепрасова, С. Н. Родионов [и др.]. – Волгоград : Волгоградский государственный аграрный университет, 2014. – 92 с. – ISBN 978-5-85536-807-9. – EDN XFZCOP.

73. Николаев, С. И. Эффективность использования кормового концентрата из растительного сырья «Сарепта» в кормлении русского осетра [Электронный ресурс] / С. И. Николаев, В. Г. Дикусаров, В. Г. Калмыков // Научный журнал КубГАУ. – 2016. – № 118. – Режим доступа: <http://www.ej.kubagro.ru / 2016/04/pdf/32.pdf>.

74. Особенности питания зубарика *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1784): обзор / Н. В. Поспелова, В. С. Маркова, Т. М. Чекмарева, Р. Е. Белогурова // Биоразнообразие и устойчивое развитие. – 2024. – Т. 9, № 2. – С. 39-48. – DOI 10.21072/eco.2024.09.2.05. – EDN CHLTBY.

75. Остренко, К. С. Использование кормовых средств с высокой питательной и энергетической ценностью для интенсификации выращивания карпа (*Cyprinus carpio* L.) в прудовых хозяйствах / К. С. Остренко, А. С. Мамонова // Ветеринария и кормление. – 2025. – № 4. – С. 88-91. – DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-4-19. – EDN GDCDMJ.

76. Оценка показателей качества продукции функционального назначения из рыбы, обогащенной селеном в условиях аквакультуры / М. В. Сытова, А. В. Жигин, Ю. И. Есавкин [и др.] // Известия ТИНРО. – 2023. – Т.

203, № 3. – С. 695-709. – DOI 10.26428/1606-9919-2023-203-695-709. – EDN CJSOEB.

77. 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.

78. Оценка эффективности кормления радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) диетой на основе личинки черной львинки / С. В. Матросова, С. Н. Лябзина, В. В. Горбач, Ю. Н. Ильмаст // Известия КГТУ. – 2023. – № 71. – С. 11-23. – DOI 10.46845/1997-3071-2023-71-11-23. – EDN RYNIWN.

79. Павлов, К. В. Проблемы и перспективы развития аквакультуры: федеральный и региональный аспекты / К. В. Павлов, И. Г. Андреева, М. Г. Метелева // Экономический вестник Донбасса. – 2019. – № 1(55). – С. 198-203. – EDN XFGIYP.

80. Патент № 2817279 С1 Российская Федерация, МПК А23К 50/80. Комбикорм для нильской тиляпии : № 2023123302 : заявл. 07.09.2023 : опубл. 12.04.2024 / В. И. Трухачев, Н. П. Буряков, Ю. И. Есавкин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева». – EDN ATXCWP.

81. Петров, А. С. Содержание меди и цинка в мышечной ткани тиляпии, выращенной на кормах с использованием белкового концентрата «Агро-Матик» / А. С. Петров, Н. П. Буряков // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы : материалы V научно-практической конференции с международным участием, Вологда ; Молочное, 21–25 февраля 2022 года. – Вологда: Вологодский научный центр Российской академии наук, 2022. – С. 198-201. – EDN LDDONR.

82. Петров, А. С. Содержание селена и кобальта в мышечной ткани тиляпии, выращенной на кормах с использованием белкового концентрата

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

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

84. Повышение пищевых характеристик рыбы с использованием фитобиотиков и пробиотиков в кормлении (обзор) / А. Н. Сизенцов, Е. П. Мирошникова, А. Е. Аринжанов, Ю. В. Килякова // Аграрный вестник Урала. – 2023. – Т. 23, № 3. – С. 52-63. – DOI 10.32417/1997-4868-2023-232-03-52-63. – EDN CSILAA.

85. Поддубная, И. В. Исследование биохимического состава крови осетров при использовании циклодекстринового комплекса с энтеросгелем / И. В. Поддубная, О. Н. Руднева, О. А. Гуркина // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2025. – Т. 55, № 7(320). – С. 62-70. – DOI 10.26898/0370-8799-2025-7-7. – EDN WXOLWE.

86. Пономарев С. В. Индустриальная аквакультура : учебник / С. В. Пономарев, Ю. Н. Грозеску, А. А. Бахарева – Астрахань, 2006. – 312 с.

87. Пономарев С. В. Индустриальное рыбоводство / С. В. Пономарев, Ю. Н. Грозеску, А. А. Бахарева. – СПб. : Лань, 2013. – 420 с.

88. Пономарев, С. В. Корма и кормление рыб в аквакультуре : учебник / С. В. Пономарев, Ю. Н. Грозеску, А. А. Бахарева. – М. : Моркнига, 2013. – 417 с.

89. Пономарев С. В. Фермерское рыбоводство : учеб. пособие / С. В. Пономарев, Л. Ю. Лагуткина. – М. : Колос, 2008. – 346 с.

90. Попов, А. Н. Аминокислоты в кормлении рыб / А. Н. Попов, М. Е. Юрченко // Зоотехнический вестник Пермского института ФСИН России. – 2025. – № 1(6). – С. 3-8. – EDN KGUVKF.

91. Потребительная ценность комбикорма для осетровых с использованием в составе отходов переработки пресноводной рыбы / Ж. В. Кошак, Л. В. Рукшан, А. Э. Кошак, А. Н. Русина // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. – 2019. – № 2(27). – С. 79-88. – EDN YKLSEV.

92. Потребность в белках, маслах, углеводах, минералах при выращивании рыбы / К.А. Додаев, Х.Н. Ниёзов, У.А. Суюндилов, Х.Ш. Худайбергенов // Экономика и социум. – 2020. – №11 (78). – С. 647-651.

93. Практический опыт использования кормовой добавки Reasil®humicvet при выращивании клариевого сома / А. А. Коробов, Ю. А. Гусева, А. А. Васильев, Н. И. Максимов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2025. – № 4. – С. 68-73. – DOI 10.24143/2073-5529-2025-4-68-73. – EDN XDMSCH.

94. 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.

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

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

97. Продуктивность клариевого сома при скармливании гуминовых веществ / А. А. Коробов, Ю. Н. Зименс, А. А. Васильев [и др.] // Зоотехния. – 2022. – № 7. – С. 26-30. – DOI 10.25708/ZT.2022.63.87.008. – EDN JCQYEO.

98. Протеин протеину рознь / В. Ф. Радчиков, Ю. Ю. Ковалевская, А. Н. Кот [и др.] // Животноводство России. – 2013. – № 3. – С. 33-35. – EDN SLGKFQ.

99. Разработка кормовых добавок для промышленного рыбоводства / И. В. Поддубная, О. Н. Руднева, О. А. Гуркина [и др.]. – Саратов : Саратовский источник, 2024. – 110 с. – ISBN 978-5-605-13931-7. – EDN LNQRPC.

100. Резепова, А. В. Обзор альтернативных растительных источников белка в комбикормах для авкакультуры / А. В. Резепова, Ю. Н. Зименс, И. В. Поддубная // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий : материалы Международной научно-практической конференции, Саратов, 14–16 февраля 2023 года. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2023. – С. 313-316. – EDN KMLAKA.

101. Результаты выращивания молоди тилляпии на кормах с различным уровнем белкового концентрата «Агро-Матик» / Н. П. Буряков, Ю. И. Есавкин, Э. В. Бубунец [и др.] // Зоотехния. – 2022. – № 1. – С. 31-35. – DOI 10.25708/ZT.2021.25.79.008. – EDN BUWPHG.

102. Результаты использования альтернативного источника белка в рационе рыб / В. А. Махонина, Т. С. Иванковский, А. М. Мельников, Ю. А. Гусева // Ветеринария, зоотехния, биотехнология и продовольственная безопасность - Молодежь, Наука, Инновации в условиях современного мира : материалы Региональной студенческой научно-практической конференции,

Москва, 17–18 октября 2024 года. – М. : Академия Принт, 2024. – С. 422-425.
– EDN LBFCDF.

103. Рыбоводно-биологические показатели тилляпии разной начальной массы при скормливании комбикорма «Агро-Матик» / И. И. Берестнев, А. С. Петров, Ю. И. Есавкин, Н. П. Буряков // Кормопроизводство. – 2023. – №11. – С. 68-72. – EDN PQLYTA.

104. Салдеева, К. А. Альтернативные источники протеина при производстве комбикормов для аквакультуры / К. А. Салдеева // Шаг в науку. – 2021. – № 3. – С. 116-119. – EDN TPDMNF.

105. Скляр В. Я. Состояние товарного рыбоводства в Южном федеральном округе / В. Я. Скляр // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – Вып. 4. – С. 86–89.

106. Современные проблемы и перспективы развития аквакультуры: краткий курс лекций для магистров I курса направления подготовки 35. 04.07 «Водные биоресурсы и аквакультура», профиль подготовки «Аквакультура» / Сост.: И.А. Галатдинова; ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2016. – 54 с.

107. Современные проблемы и перспективы развития аквакультуры: учебник / Е. И. Хрусталева, Т. М. Курапова, О. Е. Гончаренко, К. А. Молчанова. – С-Пб. : Лань, 2022. – 416 с. – ISBN 978-5-8114-2607-2.

108. Состояние и перспективы использования растительного сырья в кормах для аквакультуры (обзор) / В. И. Пахомов, В. Ф. Хлыстунов, С. В. Брагинец, О. Н. Бахчевников // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2022. – Т. 23, № 3. – С. 281-294. – DOI 10.30766/2072-9081.2022.23.3.281-294. – EDN BUWZFB.

109. Способ выращивания молоди осетровых рыб с использованием пробиотиков / Е. А. Максим, Н. А. Юрина, Д. А. Юрин, Н. Л. Мачнева // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2017. – № 40. – С. 67-76.

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

111. Сравнительный анализ химического состава подсолнечного жмыха и кормового концентрата из растительного сырья «Сарепта» [Электронный ресурс] / С. И. Николаев, В. Г. Дикусаров, В. Г. Калмыков и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 118. – Режим доступа: <http://www.ej.kubagro.ru/2016/04/pdf/32.pdf>.

112. Сравнительный анализ химического состава продуктов переработки семян масличных культур [Электронный ресурс] / С. И. Николаев, А. К. Карапетян, С. В. Чехранова, Е. А. Липова, О. Ю. Брюхно, М. А. Шерстюгина, Е. В. Землянов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 118(04). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/04/pdf/83.pdf>.

113. Тарас, А. М. Эффективность использования кормовой добавки «PrimaLac» в рыбоводстве / А. М. Тарас, В. А. Головков // Концепции и тенденции в области экономики, права и социальных наук : сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 10 апреля 2023 года. – Санкт-Петербург: Профессиональная наука, 2023. – С. 29-35. – DOI 10.54092/9781447740339_29. – EDN PXGWUE.

114. Товарные качества гибрида русского и сибирского осетра при использовании кормовой добавки «Абиотоник» / В. В. Сучков, И. В. Поддубная, О. Е. Вилутис [и др.] // Зоотехния. – 2022. – № 3. – С. 29-31. – DOI 10.25708/ZT.2022.45.84.009. – EDN HTNTPG.

115. Трубникова, Е. Г. Использование бифидобактерий в кормлении рыб / Е. Г. Трубникова // Актуальные проблемы прикладной биотехнологии и

инженерии : сборник материалов Международной научно-практической конференции, Оренбург, 21 июня 2023 года. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2023. – С. 187-190. – EDN VLCPMQ.

116. Усенко, В. В. Кормовая добавка из виноградной улитки как альтернативный источник белка для объектов аквакультуры / В. В. Усенко, А. С. Войтенко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 102. – С. 307-314. – DOI 10.21515/1999-1703-102-307-314. – EDN XGYQJA.

117. Физико-химические свойства концентрата кормового из растительного сырья «Сарепта» и возможность его использования в комбикормах / В. Г. Дикусаров, В. М. Федорова, С. И. Николаев [и др.] // Стратегия научного обеспечения развития конкурентоспособного производства отечественных продуктов питания высокого качества : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Волгоград, 27–28 июня 2006 года / Составление и редакция И.Ф. Горлова. Часть 2. – Волгоград: Издательство «Перемена», 2006. – С. 209-214. – EDN WIWIKT. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26543844>

118. Физиологическое состояние стерляди в условиях садковых и бассейновых хозяйств / А. А. Бахарева, О. Д. Сергазиева, Т. Л. Калита, А. К. Пономарев // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2024. – № 2. – С. 57-64. – DOI 10.24143/2073-5529-2024-2-57-64. – EDN KLEBYO.

119. Черданцев, В. П. Экономическая целесообразность использования насекомых на корма при разведении объектов аквакультуры / В. П. Черданцев // Московский экономический журнал. – 2023. – Т. 8, № 3. – С. 241-250. – DOI 10.55186/2413046X_2023_8_3_108. – EDN NSUKUR.

120. Шадрин, В. А. Использование белковых кормов в рационе травоядной рыбы / В. А. Шадрин, Э. Р. Хасанова, О. В. Чепуштанова // Современные технологии птицеводства и мелкого животноводства : сборник материалов круглого стола, Екатеринбург, 08 декабря 2023 года. –

Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2023. – С. 74-75. – EDN KPPHOV.

121. Шилов, Е. И. Управление ростом рыбы: резервные возможности, перспективы, проблемы : монография / Е. И. Шилов, А. А. Васильев, Ю. А. Гусева. – М. : МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина, 2025. – 260 с. – ISBN 978-5-86341-590-1. – EDN EZHTXU.

122. Шиптон, Т. А. Руководство по использованию кормов в системах выращивания карпа и форели в Центральной Азии и Восточной Европе // Отчет ФАО по рыболовству и аквакультуре. – 2021. – № 1224. – С. 5-6. – DOI 10.4060/cb4640ru.

123. Штенина, Д. В. Значение кормов и их компонентов при выращивании рыбы / Д. В. Штенина // Вестник науки и образования. – 2022. – №1-2 (121). – С. 31-33.

124. Щербина, М. А. Переваримость питательных веществ искусственных кормов и эффективность их использования двухлетним карпом / М. А. Щербина. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 132 с.

125. Экономическая оценка выращивания ценных пород рыб на отечественном корме [Электронный ресурс] / А. С. Овчинников, С. И. Николаев, Р. Ю. Скоков, Т. А. Сейдалиев, В. Г. Калмыков [и др.] // Рыбное хозяйство. – 2017. – № 1. – Режим доступа: <http://tsuren.ru/publishing/ribhoz-magazin>.

126. Экономический анализ факторов интенсификации прудового рыбоводства в регионе (на примере Кабардино-Балкарской Республики) / Ж. С. Жангоразова, С. Ч. Казанчев, В. С. Казанчева, З. В. Кумыкова // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2008. – № 3(23). – С. 42-48. – EDN JUNTZD.

127. Эрман, Е. З. Об азотосберегающем эффекте у карпа / Е. З. Эрман // Вопросы ихтиологии. – 1969. – Т. 9. – Вып. 4 (57). – С. 760-762.

128. A replacement of plant protein sources as an alternative of fish meal ingredient for African catfish, *Clarias gariepinus*: a review / A. K. Zulhisyam, K.

Muhammad Anamul, R. Mohammad Khairul Azhar Abdul, M. Mohammad Bodrul, L. Po Teen, W. Lee Seong // *Trop. Res. Sustain. Sci.* – 2020. – Volume 8 (1). – P. 47-59.

129. Andersen, S. M. Functional amino acids in fish health and welfare / S. M. Andersen, R. Waagbø, M. Espe // *Front. Biosci.* – 2016. – Volume 8. – P. 143-169.

130. Agriculture in 2050: Recalibrating targets for sustainable intensification / M. C. Hunter, R. G. Smith, M. E. Schipanski, L. Atwood, D. A. Wand Mortensen // *BioScience*. – 2017. – Volume 67 (4). – P. 386-391, available at: <https://doi.org/10.1093/biosci/bix010>.

131. Bakshi, M. Vegetable wastes as animal feed / M. Bakshi, M. Wadhwa, H. Makkar // *Waste to worth: CAB Reviews Perspectives in Agriculture Veterinary Science Nutrition and Natural Resources*. – 2016. – Volume 11(012). – P. 1-26.

132. Baturevych, O. Productive and economic efficiency of rearing table carp with the use of non-traditional feed additives / O. Baturevych, T. Bersan // *Fisher. Sci. of Ukraine*. – 2020. – Volume 2. – №. 52. – P. 86-96.

133. Development and feeding value of new protein meals from insect larvae and pupae for aquaculture fish Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss* (wallbaum) / B. A. Khan, L. M. Al-Ani, R. Beck, L. A. Goonewardene, W. Hirsche, A. Suleiman // 3rd Scientific Conference / College of Veterinary Medicine University of Tikrit 2, 3 May 2016. – Irane, 2016. – P. 42–47.

134. Effects of dietary vitamin E supplementation on performance and meat characteristics in fattening bulls from the Belgian Blue breed / I. Dufrasne, C. Marche, A. Clinquart, J. L. Hornick, C. Van Eenaeme, L. Istasse // *Livestock Production Science*. – 2000. – Volume 65, Issue 1–2. – P. 197-201. – [doi.org/10.1016/S0301-6226\(99\)00173-6](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(99)00173-6).

135. Effect of partial dietary replacement of fishmeal by yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) larvae meal on the innate immune response and intestinal antioxidant enzymes of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) / M. A. Henry, F. Gai,

P. Enes, A. Perez-Jimenez, L. Gasco // Fish & Shellfish Immunology. – 2018. – Volume 83. – P. 308-313.

136. Falaye, A. E. Utilization of agro-industrial wastes as fish feedstuffs in Nigeria / A. E. Falaye // 10th Annual Conference of the Fisheries Society of Nigeria (FISON). – Nigeria, 1993. – P. 47-57.

137. FAO 2009. Impact of rising feed ingredient prices on aquafeeds and aquaculture production. – 2009. – P. 11.

138. FAO 2018. The State of World Fisheries and Aquaculture Meeting and sustainable development goals. Rome: FAO of UN, 2018. – P. 74, available at: <http://www.fao.org/3/i9540en/I9540EN.pdf>.

139. Gatiyatova, A. I. Aquaculture in Russia: problems and prospects / A. I. Gatiyatova // , 05–08 ноября 2024 года, 2024. – P. 128-130. – EDN NCWQHO.

140. Howard, Hill. Peas in Tilapia Feed Formulations / Hill Howard, Welsh Timothy // Aqua Culture Asia Pacific. – 2006. – Volume 2 (3). –P. 36-38.

141. Ip, Y. K. Ammonia production, excretion, toxicity, and defense in fish: A review / Y. K. Ip, S. F. Chew // Frontiers in Physiology. – 2010. – Volume 1 OCT. – P. 134. – DOI 10.3389/fphys.2010.00134. – EDN RQJTSP.

142. Kari, Z. A. Palm date meal as a non-traditional ingredient for feeding aquatic animals: a review / Z. A. Kari //Aquaculture Reports. – 2022. – Volume 25. – P. 101233.

143. Katasonov, V. Y. Organization of breeding in fish farming / V. Y. Katasonov, V. N. Dementyev, A. A. Kochetov // Condition and perspectives of freshwater aquaculture development // Organization of tribal breeding in pisciculture. – Moscow : VNIIR, 2013. – P. 42-47.

144. Kuebutornye, F. K. A. Plant-based feed additives in Cyprinus carpio aquaculture / F. K. A. Kuebutornye // Reviews in Aquaculture. – 2024. – Volume 16, Issue 1. – P. 309-336.

145. Parolini, M. Earthworm as an alternative protein source in poultry and fish farming: Current applications and future perspectives / M. Parolini, A.

Ganzaroli, Ja. Bacenetti // Science of the Total Environment. – 2020. – Volume 734. – P. 139460. – DOI 10.1016/j.scitotenv.2020.139460. – EDN CUQTUU.

146. Partially defatted *Tenebrio molitor* larva meal in diets for grow-out rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum): effects on growth performance, diet digestibility and metabolic responses / G. Chemello, M. Renna, Ch. Caimi, I. Guerreiro, A. Oliva-Teles, P. Enes, I. Biasato, A. Schiavone, F. Gai, L. Gasco // Animals. – 2020. – Volume 10 (2). – Issue. 229. – 15 p.

147. Shakoori, M. Effect of replacing dietary fish meal with silkworm (*Bombyx mori*) pupae on hematological parameters of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* / M. Shakoori, H. Gholipour, S. Naseri // Comparative Clinical Pathology. – 2015. – Volume 24 (1). – P. 139–143.

148. Silkworm pupae meal as alternative source of protein in fish feed / R. P. Karthick et al. // Journal of Entomology and Zoology Studies. – 2019. – Volume 7 (4). – P. 78–85.

149. Smith, H. W. The effect of use of antibacterial drugs, particularly as food additives, on the emergence of drug resistant strains of bacteria in animals / H. W. Smith // New Zealand Veterinary Journal. – 1962. – Volume 15(9). – P. 153-166.

150. Tacon, A. G. Demand and supply of feed ingredients for farmed fish and crustaceans: trends and prospects / A. G. Tacon, M. R. Hasan, M. Metian. – FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, 2011. – I (564). – P. 12.

151. The possibility of replacing fish meal with fermented soy pulp on the growth performance, blood biochemistry, liver, and intestinal morphology of African catfish (*Clarias gariepinus*) / Z. A. Kari, M. A. Kabir, K. Mat, N. D. Rusli, M. K. A. A. Razab, N. S. N. A. Ariff, H. A. Edinur, M. Z. A. Rahim, S. Pati, M. A. Dawood // Aquac. Rep. – 2021. – Volume 21. – P. 2. – Article 100815.

152. The future of aquatic protein: Implications for protein sources in aquaculture diets / K. Hua, J. M. Cobcroft, A. Cole, K. Condon, D. R. Jerry, A. Mangott et al. // One Earth. – 2019. – Volume 1(3). – P. 316-329.

153. Total replacement of fishmeal with black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal does not compromise the gut health of Atlantic salmon (*Salmo salar*) /

Yanxian Li, M. Trond, E. Kortnera, M. Chikwatia, B. Ikram, L. Erik-Jan, K. Ashild
// Aquaculture. – 2020. – Volume 520. – 734967. – <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020>.

154. Turchini, G. M. Thoughts for the future of aquaculture nutrition: realigning perspectives to reflect contemporary issues related to judicious use of marine resources in aquafeeds North Am. / G. M. Turchini, J.T. Trushenski, B.D. Glencross // Aquac. – 2019. – Volume 81 (1). – P. 13-39.

ПРИЛОЖЕНИЯ

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе
федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный
аграрный университет»

Несмиянов Иван Алексеевич

«30» июня 2026 г.



АКТ

внедрения результатов диссертационной работы Андреевой Ирины Александровны в учебный процесс кафедры «Кормление и разведение сельскохозяйственных животных» ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ

Мы, нижеподписавшиеся, подтверждаем, что основные научные положения, выводы и рекомендации кандидатской диссертации Андреевой И.А. на тему «Использование горчичного белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в кормлении карпа» внедрены в учебный процесс кафедры «Кормление и разведение сельскохозяйственных животных» при изучении дисциплин, читаемых обучающимся по направлению подготовки 36.03.02 Зоотехния, 36.04.02 Зоотехния.

Декан факультета Биотехнологий и
ветеринарной медицины

Ранделин Д.А.

Зав. кафедрой «Кормление и разведение
сельскохозяйственных животных»

Николаев С.И.

Профессор кафедры «Кормление и разведение
сельскохозяйственных животных»

Водяникова В.В.

Профессор кафедры «Кормление и разведение
сельскохозяйственных животных»

Чехранова С.В.

ДИПЛОМ

II СТЕПЕНИ

НАГРАЖДАЮТСЯ

КАШИРИНА АНАСТАСИЯ АЛЕКСАНДРОВНА

соискатель, преподаватель, Волгоградский ГАУ

АНДРЕЕВА ИРИНА АЛЕКСАНДРОВНА

аспирант, Волгоградский ГАУ

МАТВЕЕВА ДАРИЯ ДМИТРИЕВНА

студент, Волгоградский ГАУ

за выступление на

НАЦИОНАЛЬНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

**«НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ СТРАТЕГИИ ЦИФРОВОГО
РАЗВИТИЯ АПК И СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ»**

*Секция «Научные исследования и инновационные технологии в зоотехнии и
аквакультуре»*

12 декабря 2024 г.



Ректор Волгоградского ГАУ

В.А. Цепляев



XXIX РЕГИОНАЛЬНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ
(С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ)

ДИПЛОМ ЗА II МЕСТО вручается

аспиранту ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»

**Андреевой
Ирине Александровне**

Направление: «Зоотехния, ветеринария и аквакультура»

Научный руководитель: **А.К. Карапетян**
А.С.-Х.Н., профессор кафедры «Кормление и разведение с.-х. животных»
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»

Ректор ФГБОУ ВО «Волгоградский
государственный аграрный университет»

В.А. Цепляев

Председатель комитета образования,
науки и молодежной политики
Волгоградской области

А.М. Савина

И.о.директора ГАУ ВО
«Региональный волонтерский центр»

А.А. Ильина





Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Департамент координации деятельности организаций в сфере сельскохозяйственных наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волгоградский государственный аграрный университет»

ДИПЛОМ

I СТЕПЕНИ

НАГРАЖДАЕТСЯ

АНДРЕЕВА ИРИНА АЛЕКСАНДРОВНА

Научный руководитель – Карапетян А.К., д.с.-х.н., профессор

**ЗА ПОБЕДУ В I ЭТАПЕ
ВСЕРОССИЙСКОГО КОНКУРСА НА ЛУЧШУЮ
НАУЧНУЮ РАБОТУ СРЕДИ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ
И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ АГРАРНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
И НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ РОССИИ**

**В НОМИНАЦИИ
«Зоотехния (молодые ученые)»**



Ректор

В.А.Цепляев

г. Волгоград
2025



