

**АФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

На правах рукописи

**Ставцев Андрей Эрнестович**

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕЛКОВОГО  
КОНЦЕНТРАТА «АГРО-МАТИК» В КОРМЛЕНИИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ**

06.02.08 – кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных  
животных и технология кормов

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:  
доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор С.И. Николаев

**Волгоград – 2022**

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	9
1.1. Основные элементы питания в кормлении объектов аквакультуры .....	9
1.2 Физиологическая роль пищевых добавок, влияние их на стресс у рыб....	25
1.3 Влияние характеристик воды на физиологические функции Сибирского (ленского) осетра.....	36
2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ.....	41
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	46
3.1 Разработка технологии производства белкового концентрата «Агро-Матик».....	46
3.2 Определение химического и аминокислотного состава кормового концентрата.....	49
3.3 Использование комбикормов с белковым концентратом .....	53
3.4 Состав кормов и добавок, используемых при выращивании .....	53
осетров.....	53
3.5 Влияние внедрения белкового концентрата «Агро-Матик» на динамику живой массы подопытного поголовья ленского осетра.....	55
3.6 Гематологические, морфологические, биохимические показатели .....	62
3.7 Влияние белкового концентрата на товарные качества рабы .....	64
3.8 Изучение влияния белкового концентрата «Агро-Матик» на микробиоту кишечника ленского осетра .....	71
3.9 Органолептическая оценка мышечной ткани двухлеток ленского осетра	73
3.10 Оценка эффективности использования комбикорма.....	74
3.11 Экономическая эффективность выращивания осетров.....	76
3.12 Использование комбикормов с белковым концентратом .....	78
«Агро-Матик» при выращивании трехлеток ленского осетра .....	78
(II научно-хозяйственный опыт).....	78
3.13 Динамика живой массы трехлеток ленского осетра.....	80
3.14 Гематологические показатели крови подопытных осетровых рыб .....	89
3.15 Влияние концентрата белкового «Агро-Матик» на товарные качества ленского осетра.....	90

3.16 Органолептическая оценка мышечной ткани двухлеток ленского осетра .....	93
3.17 Оценка эффективности использования комбикорма.....	94
3.18 Экономическая эффективность использования концентрата белкового «Агро-Матик» .....	95
3.19 Результаты производственной проверки .....	96
4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	98
ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ .....	100
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАБОТЫ .....	100
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	101
ПРИЛОЖЕНИЕ .....	119

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования, степень её разработанности.** Рост населения в середине 21-го века создает серьезные проблемы с обеспечением высококачественной, богатой питательными веществами пищей, в связи с чем к 2050 году население в 9,7 миллиарда человек потребует увеличения предложения продовольствия на 25 – 70 % [3, 37].

Все это происходит на фоне истощающейся базы природных ресурсов и конкурирующих интересов в отношении сырьевых товаров сельскохозяйственного производства. Несмотря на то, что отрасли животноводства интенсифицируют производство в попытке удовлетворить спрос, это сопряжено со значительными проблемами, включая чрезмерный выпас скота, нехватку воды и утрату естественного биоразнообразия [60].

Последнее десятилетие во всем мире получила активное развитие аквакультура. Связано это прежде всего с экологическими проблемами – естественные запасы рыбы сокращаются и уже не в состоянии обеспечить потребность населения в рыбной продукции, а отрасль кормопроизводства рыбной мукой [28].

Качественные рыбные корма, производящиеся в РФ, вырабатываются с использованием импортного сырья, что отражается на их стоимости и ведет к снижению продовольственной безопасности страны.

«Дополнительными источниками протеина, кроме основного, содержащегося в рыбной муке, могут служить мясная мука, гидролизные дрожжи, личинки насекомых, растительные компоненты» [18].

Однако, большие перспективы в этом направлении возлагаются на использования в рыбоводстве жмыхов, шротов и белковых концентратов растительного происхождения для выращивания различных видов гидробионтов.

**Степень разработанности темы.** Ввод новых растительных белковых компонентов в полноценные комбикорма для объектов аквакультуры в

промышленном кормоприготовлении – актуальное и довольно перспективное направление, расширяющее ресурсную базу при производстве кормов.

В последние годы проводятся многочисленные исследования по использованию новых белковых компонентов для объектов аквакультуры, однако особенности введения растительных белковых компонентов отечественного производства в полноценные комбикорма для ценных видов рыб (осетровых) мало изучены.

**Цель и задачи исследования.** Цель исследований – повышение эффективности выращивания ленского осетра при использовании в составе рациона концентрата белкового «Агро-Матик» взамен рыбной муки.

В соответствии с целью проводимых исследований были обозначены следующие задачи:

- Провести сравнительный химический состав муки рыбной и белкового концентрата «Агро-Матик».
- Определить оптимальную дозу ввода концентрата белкового «Агро-Матик» в комбикорм для молоди ленского осетра.
- Определить влияние белкового концентрата «Агро-Матик» на динамику живой массы и сохранность поголовья ленского осетра.
- Установить степень влияния белкового концентрата на морфологические и биохимические показатели крови ленского осетра.
- Выявить влияние белкового концентрат «Агро-Матик» на товарные качества рыбной продукции и аминокислотные показатели мышечной ткани.
- Изучить влияния белкового концентрата «Агро-Матик» на микробиоту кишечника молоди ленского осетра.
- Дать экономическую оценку использования белкового концентрата «Агро-Матик» в кормлении ленского осетра, разработать рекомендации производству.

**Научная новизна работы.** Впервые было изучено влияние белкового концентрата «Агро-Матик» взамен рыбной муки на продуктивные и

физиологические показатели молоди ленского осетра. Дано экономическое обоснование применения белкового концентрата, разработаны рекомендации производству.

Научная новизна работы подтверждена патентом на изобретение: «Продуктивный комбикорм для осетровых» № RU 2733136 C1.

**Теоретическая и практическая значимость исследований** заключается в углублении и расширении знаний о технологии выращивания ленского осетра в условиях замкнутого водоснабжения и о влиянии концентрата белкового «Агро-Матик» на рыбопродуктивность и показатели качества продукции рыб.

**Методология и методы исследований.** Опыты по изучению влияния различного уровня белкового концентрата «Агро-Матик» взамен рыбной муки был проведен в условиях ПНИЛ разведения ценных пород осетровых ФГБОУ ВО Волгоградского ГАУ (г. Волгоград) в период с 2018 по 2021 год. В период проведения исследований производили отбор проб (биохимических, гистологических, гематологических) с дальнейшим проведением их анализа. Исследования были проведены с использованием классических методов и подвергнуты статистической обработке.

**Основные положения, выносимые на защиту.**

- сравнительная оценка химического состава концентрата белкового «Агро-Матик» и рыбной муки;
- введение в рацион белкового концентрата на основе зерна белого люпина улучшает динамику роста и сохранность ленских осетров;
- использование в составе рациона ленских осетров белкового концентрата оказывает снижающее воздействие на затраты корма на 1 кг прироста живой массы особей;
- белковый концентрат «Агро-Матик» способствует улучшению гематологических и биохимических показателей крови особей ленского осетра;

➤ кормление ленского осетра с использованием в составе рациона белкового концентрата «Агро-Матик» способствует повышению товарных качеств рыбы, увеличению интенсивности обменных процессов, что оказывает повышение содержания сырого протеина и уровня аминокислот в мышечной ткани особей;

➤ экономический эффект при использовании белкового концентрата «Агро-Матик».

**Апробация работы и степень достоверности результатов.** Основные положения и результаты исследований диссертационной работы доложены, обсуждены и одобрены на Международной научно-практической конференции проведённой в рамках Международного научно-практического форума, посвящённого 75-летию образования Волгоградского государственного аграрного университета «Развитие АПК на основе принципов рационального природопользования и применения конвергентных технологий» (Волгоградский ГАУ, 2019 г), на национальной научно-практической конференции «Перспективные тенденции развития научных исследований по приоритетным направлениям модернизации АПК и сельских территорий в современных социально-экономических условиях» (Волгоградский ГАУ, 2021 г), на XXIII Всероссийской агропромышленной выставке «Золотая осень – 2021» (Белгородская область, 2021 г), также получен патент на изобретение 2733136 С1 «Производственный корм для осетровых» (Волгоградский ГАУ, 2020 г).

**Публикации результатов исследований.** По материалам диссертации опубликовано 10 работ, в том числе 5 работ, в изданиях, включенных в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и рекомендованных для публикации основных научных результатов диссертации на соискание ученой степени.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа изложена на 120 страницах компьютерного текста, состоит из введения, обзора литературы, методологии и методов исследований, результатов собственных

исследований, обсуждения полученных результатов, заключения и предложений производству. При написании работы были использованы 148 литературных источника, 37 из них на иностранных языках. В работе описаны 34 таблицы, имеется 19 рисунков, приложений – 2.

## 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1. Основные элементы питания в кормлении объектов аквакультуры

«В настоящее время, развитие хозяйств аквакультуры является одним из важных направлений агропромышленного сектора, которое позволяет обеспечить население продукцией водных биоресурсов» [69].

Несмотря на большие достижения в области научного обеспечения рыборазведения добыча рыбы в морях и океанах на данный момент является основным источником рыбной продукции для населения.

В настоящее время преобладает тенденция сокращения рыбы в морях и океанах, и теперь особое значение получает аквакультура – разведение и выращивание водных организмов не только в естественных и искусственных водоемах, но и на специально созданных морских плантациях [116].

В рыбороторговле особое значение уделяется сбалансированному питанию для рыбы, так как здоровый рацион, с содержанием всех необходимых элементов и составляющих – это гарантия получения больших приростов [48].

Итак, необходимыми для рыбы компонентами являются протеин, липиды, клетчатка, витамины и минералы, и лизин. Для успешного роста и развития за одно кормление рыба должна получать все вышеперечисленные компоненты.

Каким должен быть корм для осетровых? Хороший корм, как правило, состоит из гранул, которые могут сохранять свою форму в воде хотя бы до получаса, чтобы рыба сумела съесть необходимое для нее количество гранул и не затратить лишнюю энергию. Корм должен сразу тонуть, а не плавать на поверхности.

При выращивании осетровых рыб в прудах и сетчатых садках на дно устанавливают кормовые столики (при выращивании рыб в искусственных бассейнах рыбы без проблем потребляют в пищу корм, лежащий на дне бассейна). И кроме того, корм должен иметь приятный для рыбы запах [111].

Размер гранул комбикорма должен соответствовать массе выращиваемых рыб (таблица 1).

Таблица 1 – Соотношение между размером гранул и массой осетровых рыб

Масса рыб, г	Размер гранул, мм
3-10	1,5-2,5
11-30	3,0-3,5
31-50	3,5-4,5
51-250	6,0-8,0
251-500	6,0-8,0
501-1500	6,0-8,0

При выборе корма рыботорговцы также советуют уделять внимание температуре воды, так как при температуре от 20 до 24 градусов рыбы едят больше и активнее, затраты на корм увеличиваются. При более низкой температуре 12-17 градусов, аппетит у осетровых ниже и, следовательно, затраты на корм снижаются [3].

Важно сказать, что в осетроводстве большое внимание уделяется количеству протеина в кормах рыб [58, 65].

Протеин – это органическое вещество корма, содержащее в своем составе азот. Протеин корма состоит из белков и амидов (небелковая часть протеина, соли-нитриты, нитраты, аммонийные соли и свободные аминокислоты). Протеину принадлежит главная роль в обмене веществ, поэтому необходимо, чтобы рационы питания были составлены так, чтобы была сбалансирована протеиновая питательность [55].

У рыб потребность в протеине в 2-3 раза выше, чем у сельскохозяйственных животных, поэтому рыботорговцы считают, что наиболее эффективными считаются комбикорма с общим содержанием 40-65 % калорий за счет белка. Белок корма рыбами усваивается на 80-95 %, взрослые особи усваивают его лучше, так как у молодняка желудочно-кишечный тракт сформирован не до конца, поэтому белок или его фракции должны быть легкоусвояемыми. Высокое содержание белка улучшает его

перевариваемость. Нужно заметить, что животный протеин у рыбы усваивается намного лучше, чем растительный [50].

Кормление является основным фактором, определяющим производственные затраты и качество воды в аквакультуре. Анализ поведения рыб при кормлении является важной частью его оптимизации.

Кормление рыб, как правило, осуществляется с помощью автоматических кормовых машин, что может привести к чрезмерному или недостаточному кормлению. Распознавание поведения рыб при кормлении может дать ценный вклад в оптимизацию количества кормления. Из-за сложности окружающей среды и неопределенности поведения рыб корреляция и точность распознавания поведения обычно низки [79].

Точная идентификация пищевого поведения рыб до сих пор сталкивается с серьезными проблемами [103].

В аквакультуре кормление является основным фактором, определяющим эффективность и затраты, поэтому важно знать, когда прекратить кормление, чтобы максимизировать эффективность. До сих пор кормление рыб в основном основывалось на искусственном разведении, которое обычно отнимает много времени и сил. В последние годы все большее внимание привлекает интеллектуальное управление кормлением в соответствии с изменениями в поведении и статусе роста. Этот подход включает в себя множество методов, а также оборудование для мониторинга и обратной связи и может автоматически определять потребность рыбы в корме [49, 115].

В обзоре A. Alanärä, S. Kadri, M. Paspatis обобщается разработка интеллектуальных методов управления кормлением, таких как математические модели, акустические методы и компьютерное зрение, в аквакультуре за последние три десятилетия. Все методы имеют уникальные сценарии применения и модели для культуры, для которой они наиболее подходят. Проанализированы преимущества и недостатки каждого метода в

лаборатории, а также в прудовых, садковых и оборотных системах аквакультуры [78].

Исследования показывают, что повышение точности датчиков и скорости обработки аппаратного и программного обеспечения способствовало развитию новых технологий и методов, обеспечивающих эффективную или потенциальную поддержку интеллектуального управления кормлением. Тем не менее, его точность и интеллектуальность все еще нуждаются в улучшении, чтобы соответствовать потребностям реальных сценариев кормления [97, 108].

Осетровые нуждаются в искусственных кормах с высоким содержанием протеина сильнее, чем другие рыбы. Зачастую, белок является наиболее дорогостоящим компонентом в изготавливаемой питательной смеси. По всему миру в большинстве кормов для рыб ценность белка зависит от рыбной муки, которая является более дорогостоящей, чем высококачественные растительные источники белка, как например соевые [113].

Аквакультура признана жизнеспособным и прибыльным предприятием во всем мире. Она будет продолжать расти и поставлять все больший процент потребляемой рыбной продукции [76].

Предложение, цену и качество можно контролировать более эффективно, если выращивать рыбу в управляемых условиях. По мере развития технологии аквакультуры наметилась тенденция к повышению продуктивности и ускорению роста, что потребовало улучшения или замены натуральных продуктов готовыми рационами.

Сегодня во многих аквакультурных операциях на корма приходится более половины переменных эксплуатационных расходов. Кормление рыб в водной среде выходит за рамки тех, которые рассматриваются при кормлении наземных животных; потребности в питательных веществах, методы кормления и среда кормления уникальны для рыб [83].

Знания о питании и практическом кормлении рыб необходимы для успешной аквакультуры.

Недоиспользуемы и малоценные виды рыбы, и остальное сырье рыбопереработки (побочные продукты) являются источниками для разработки ингредиентов рыбного белка.

Ленский осетр является очень выгодным в разведении, так как черная икра данной породы является очень дорогостоящей, мясо вкусное и полезное. Также принято считать, что рыбий жир один из самых ценных компонентов любой рыбы, но в мясе ленского осетра он содержится в больших количествах [35].

На данный момент в России состояние стад осетровых рыб вызывает необходимость предпринимать срочные нестандартные и решительные меры по спасению этих видов. В естественных условиях шансы на восстановление запасов осетровых рыб очень малы, потому что для данных рыб не только необходим длительный период времени для достижения половозрелости, но также отмечается высокий коэффициент смертности [24].

Товарное осетроводство – это молодая отрасль рыбоводства, в наше время имеет незаменимую роль в повышении численности осетровых рыб. По всему миру интерес к товарному осетроводству огромен, так как даже при отсутствии естественных условия для выращивания данного вида, их можно содержать в прудах и бассейнах [59, 60, 106].

Современные акваорма представляют собой сложную, специально разработанную смесь ингредиентов (сырья), которые обеспечивают потребности в питательных веществах, облегчающие интенсивное и эффективное производство видов аквакультуры. Эти сырьевые ингредиенты включают стандартные шроты, масла, витамины, минералы и концентраты, которые в сочетании удовлетворяют потребность организма в макроэлементах и микроэлементах [38, 52, 75]. Кроме того, эти ингредиенты обеспечивают высокие темпы роста, поддерживают здоровье животных и,

что немаловажно, дают продукт с сенсорными и качественными свойствами, отвечающими требованиям потребителей [93].

Для производства рыбных кормов используется множество различных ингредиентов, хотя есть несколько основных продуктов, которые являются основными источниками белка и липидов, такие как рыбные продукты, бобовые, семена масличных культур и побочные продукты животного происхождения [47].

Хорошим источником белка в рационах объектов аквакультуры является рыбная мука. Однако в последние годы запасы рыбной муки сокращаются из-за сокращения естественного запаса рыбы, повышения цен и нестабильности рынка. Это привело к поиску более дешевых источников, подходящего белка в качестве заменителей рыбной муки [90].

Зерновые, такие как кукуруза, обычно содержат крахмал, необходимый для связывания ингредиентов корма. Рыбная мука и жир морских рыб традиционно использовались в качестве основных ингредиентов в сухих гранулированных кормах для интенсивного разведения хищных рыб, таких как лососевые и ценные морские виды, но в последние годы все больше внимания уделяется продуктам на растительной основе, поскольку они являются источниками белков и липидов. Требуется больше информации о возможностях и ограничениях использования растительных и других новых альтернативных ингредиентов в кормах для рыб. Как специалисты по аквакультуре, так и исследователи считают, что исследованиям, направленным на улучшение базы знаний по комбикормам для объектов аквакультуры, следует уделять первостепенное внимание [74].

В настоящее время развитие отечественного кормопроизводства находится в состоянии стагнации.

«В связи с этим у рыбоводных предприятий существует острая необходимость приобретения комбикормов за рубежом. Однако импортные комбикорма имеют достаточно высокую стоимость, и их состав не в полной мере соответствует физиологическим потребностям осетровых рыб, а также

условиям их выращивания. Кроме того, в зарубежных комбикормах довольно высокая концентрация жира (свыше 25 %), что требует более тщательного контроля над соблюдением сроков и правил хранения» [75].

Исследованиями вопросов кормления объектов аквакультуры занимались группы ученых ВНИИРХ, ГосНИОРХ, ВНИИРО, КрасНИИРХ, АзНИИРХ и другие.

Основы использования искусственных кормовых смесей были заложены еще в прошлом столетии. В настоящее время сегмент рынка комбикормовой промышленности является наиболее популярным.

Объекты аквакультуры более чувствительны к качеству комбикорма (отдельного внимания заслуживает качество протеина в рационе), чем сельскохозяйственных животные.

Дефицит высококачественных отечественных комбикормов для ценных пород рыб – серьезная проблема для промышленных рыбоводов. Несмотря на то, что в нашей стране производят комбикорма для объектов аквакультуры множество предприятий, зачастую данные корма невысокого качества, что вынуждает рыбоводов закупать импортные комбикорма, имеющие высокую стоимость [5].

Не стоит забывать, что смесь компонентов становится полноценным кормом только тогда, когда её состав соответствует видовым и возрастным потребностям рыб в основных элементах питания и энергии [101].

Доказано, что для объектов аквакультуры требуются высокоэнергетические корма, производство которых в России недостаточно.

Оценка ингредиентов корма имеет решающее значение для исследований в области питания и разработки кормов для видов аквакультуры. При оценке ингредиентов для использования в кормах для аквакультуры есть несколько важных компонентов знаний, которые следует понимать, чтобы обеспечить разумное использование конкретного ингредиента в рецептуре корма [57].

Однако, дизайн рационов, параметры оценки и режим кормления могут варьироваться в зависимости от тонкостей плана эксперимента. Очевидно, что вопросы, связанные с потреблением корма, являются ключевыми критериями оценки вкусовых качеств и важно, чтобы такие эксперименты сохраняли достаточную строгость, чтобы рыба могла в некоторой степени самостоятельно различать тестируемые корма. Способность рыбы использовать питательные вещества из тестируемого ингредиента или определяющие факторы, которые мешают этому процессу, являются, пожалуй, самой сложной и изменчивой частью процесса оценки ингредиентов. Крайне важно отличать влияние на потребление корма от воздействия на использование питательных веществ из ингредиентов (для роста и других метаболических процессов). Чтобы сосредоточить внимание на использовании питательных веществ животными, можно применить несколько экспериментальных стратегий, основанных на вариациях в структуре рациона и используемом режиме кормления [21].

Другие вопросы, такие как функциональность ингредиентов, влияние на иммунный статус и влияние на органолептические качества также являются важными факторами при определении ценности ингредиентов в рецептурах кормов для аквакультуры [1].

Ключевым аспектом, который следует отметить, является необходимость планировать все эксперименты с достаточной экспериментальной мощностью для обнаружения значительных эффектов [64].

Исторически, рыбная мука была наиболее важным источником белка в коммерческих кормах для рыб [90]. Это связано с такими факторами, как качество белка, концентрация компонентов, вкусовые качества, низкая стоимость и изобилие.

Учитывая преимущества, которыми обладает рыбная мука в качестве кормового ингредиента, особенно для хищных рыб, необходима веская причина, чтобы дать производителям аквакормов стимул к сокращению ее

использования. Эта причина может заключаться в том, что низкая стоимость и изобилие рыбной муки, похоже, заканчиваются. Текущее мировое производство рыбной муки составляет примерно 6–7 миллионов тонн в год, и хотя ожидается, что этот уровень производства останется стабильным в течение следующих 10 лет, однако, быстрое расширение аквакультуры в этот период потребует снижения уровня включения рыбной муки в акваорма и замены ее растительными источниками белка [89, 107].

Замена рыбной муки растительными белками сопряжена с проблемами, поскольку качество и концентрация белков из растительных источников, как правило, ниже, чем у рыбной муки, а вкусовые качества большинства растительных белков по сравнению с рыбной мукой низкие. Тем не менее, стоимость и доступность растительных белков выше, чем у рыбной муки, и это преимущество в стоимости может позволить переработку сельскохозяйственных культур для повышения их питательной ценности для рыб [5, 89].

Рыбная мука является «золотым стандартом», с которым должны сравниваться растительные белки с точки зрения качества белка, показателей роста и здоровья рыбы, а также стоимости. Он обеспечивает концентрированную форму высококачественного белка и других факторов, которые способствуют потреблению корма, здоровью и иммунной функции рыб. Рыбная мука производится из побочных продуктов рыбы, не предназначенной для потребления человеком, или из рыбы, выловленной специально для производства рыбной муки. Производство рыбной муки осуществляется путем сушки вареной или сырой рыбы или рыбных побочных продуктов с последующим извлечением масла [20].

В зависимости от источника уровень сырого протеина (СП) может варьироваться от 500 до 720 г СП/кг, а зольность может варьироваться от 100 до 210 г/кг в исходном состоянии. Качество белка ингредиента зависит от аминокислотного состава и усвояемости ингредиента.

Уровень нагрева, которому подвергается рыбная мука, может снизить усвояемость аминокислот в конечном продукте. Однако большая часть рыбной муки для аквакультуры производится путем низкотемпературной сушки.

Адекватность аминокислотного баланса рыбной муки трудно оценить, поскольку она зависит от кормимых видов. Однако значения обеспечивают простое, хотя и несовершенное, средство сравнения качества белка [9].

Сравнивая наиболее часто используемые растительные ингредиенты с рыбной мукой, растительные белки, как правило, имеют более низкий уровень протеина, и содержат множество термолабильных и термостабильных вторичных соединений, которые негативно влияют на использование рациона. Рыбная мука является превосходным источником белка и других питательных веществ, особенно для хищных видов рыб [66].

В то время как ограниченное предложение и растущие затраты на рыбную муку вызывают озабоченность, еще одним важным фактором при замене рыбной муки является загрязнение рыбной муки и жира хлорорганическими соединениями [54].

Зарубежными авторами было установлено, что концентрация хлорорганических загрязнителей была выше на фермах по сравнению с дикой природой. Они также сообщили, что источником загрязнения были высокие концентрации хлорорганических соединений в кормах для объектов аквакультуры, основанных в основном на рыбной муке и жире [104, 109].

Таким образом, замена рыбной муки и жира в кормах для объектов аквакультуры может снизить уровень хлорорганических соединений в выращиваемых объектах аквакультуры и повысить его популярность среди потребителей. Застой в поставках, рост стоимости и потенциальное загрязнение хлорорганическими соединениями являются сильным стимулом для замены рыбной муки в кормах для объектов аквакультуры.

Соевый шрот является основным источником белка в рационе животных, на его долю приходится более 0,75 % растительного белка.

Его основными преимуществами являются высокая урожайность, относительно высокое содержание протеина и лизина.

Рапсовый жмых занимает второе место после соевых бобов в мировом производстве белка из жмыхов и шротов. Стоимость белка рапсового жмыха примерно вдвое меньше стоимости рыбной муки на единицу белковой основы, а значение белка в рапсовом жмыхе высокое. Однако, рапсовый жмых также содержит множество термолабильных и термостабильных вторичных соединений, которые ограничивают использование рапсового жмыха в кормах для объектов аквакультуры.

Коммерческий рапсовый жмых был исследован в качестве кормового ингредиента в рационах ряда видов рыб. Его высокое содержание клетчатки и низкое содержание белка в сочетании с низкими коэффициентом общей трактовой кажущейся переваримости для белка, сухого вещества и энергии ограничивают его использование в коммерческих аквакормах. Зарубежные ученые сообщили, что содержание до 20 % рапсового жмыха в рационе молоди осетровых не влияет на показатели роста, а добавление 13,5 % рапсового жмыха привело к снижению роста мальков осетровых [23].

Тепловая обработка рапсового жмыха полезна для улучшения использования рыбами в рационе. Несмотря на то, что уровни глюкозинолата в современных коммерческих сортах семян канолы и рапса значительно снижены, по-прежнему вызывает озабоченность влияние этого соединения на функцию щитовидной железы, усвоение корма, функцию печени и почек и показатели роста у рыб. Глюкозинолаты, хотя сами по себе не являются термолабильными, превращаются в активные зобогенные соединения с помощью мирозиназы, которая термолабильна, и, таким образом, вторичная активность глюкозинолатов снижается под действием тепла, применяемого во время десольвентизации/поджаривания канолы после экстракции масла гексаном.

Для удаления остаточного гексана, используемого при экстракции масла, используются температуры 110-115 °С, что существенно снижает уровень мирозиназы в рапсовом жмыхе.

Однако такая обработка может также повлиять на усвояемость белков и аминокислот. Зарубежные ученые сообщили, что коэффициент общей трактовой кажущейся переваримости белка рапсового жмыха у цыплят-бройлеров снизился с 0,82 в необжаренной муке канолы до 0,66 после обжаривания, что привело авторов к выводу, что поджаренная мука канолы снижает ее питательную ценность в рационах птицы и должна быть устранена. В то время как уровень глюкозинолатов в коммерческом рапсовом жмыхе не влияет на домашнюю птицу, есть сообщения, предполагающие, что рыба может быть более чувствительна к глюкозинолатам и, следовательно, получать пользу от тепловой обработки рапсового жмыха. Когда рыбная мука была заменена коммерческим рапсовым жмыхом, показатели роста были ниже, но когда рапсовый жмых экструдировали при 90 или 150 °С рост не отличался от тех, кто питался рыбной мукой. В то время как термическая обработка рапсового жмыха улучшает его усвояемость рыбой, сохраняются термостабильные вторичные соединения, что ограничивает использование рапсового жмыха до 10-20 % от рациона.

Помимо глюкозинолатов, рапсовый жмых содержит относительно низкий уровень белка и высокий уровень клетчатки и фитатов. Эта низкая питательная ценность снижает ценность рапсового жмыха в рационах объектов аквакультуры, хотя ценность рапсового жмыха может быть увеличена с помощью различных методов фракционирования [32].

Полевой горох возделывается во всем мире и занимает четвертое место в мировом производстве зернобобовых культур после сои, арахиса и сухих бобов [40].

Общее мировое производство составляет 11,7 млн тонн, при этом Канада и Франция являются двумя крупнейшими производителями в мире. Горох содержит в среднем 23 % сырого протеина и имеет высокое

содержание лизина, но имеет значение коэффициент эффективности белка 1,56, что немного ниже, чем у соевого шрота. Горох также богат крахмалом (590 г/кг) и низким содержанием липидов (14 г/кг). Горох содержит термолабильные (ингибиторы трипсина/химотрипсина и лектины) и термостабильные (фитиновая кислота, конденсированные дубильные вещества, сапонины, антивитамины и белковые антигены легумин и вицилин) вторичные соединения, которые снижают их пищевую ценность для рыб [93].

Кроме того, уровень вторичных соединений в горохе варьируется в зависимости от сорта и условий выращивания.

Трипсин-ингибирующая активность 33 европейских сортов ярового гороха колеблется от 1,69 до 7,56 трипсин-ингибирующих единиц (ТИЕ), тогда как у озимого гороха этот уровень составляет 7,34-11,24 ТИЕ. Различия такого масштаба могут иметь существенное влияние на усвояемость пищевого белка. Однако уровни вторичных соединений в горохе низки по сравнению с другими зернобобовыми культурами [114].

Термическая обработка не влияла на переваримость белка гороха у радужной форели в нескольких исследованиях или нильской тилляпии, и в ряде других исследований сообщалось о его полезности. Зарубежные авторы сообщили, что коэффициент общей трактовой кажущейся усвояемости крахмала увеличился с 0,14 в сыром цельном горохе до 1,00 в экструдированном лущеном горохе. В другом исследовании коэффициент общей трактовой кажущейся усвояемости крахмала в экструдированном горохе составил 0,83 у радужной форели и 0,75 у палтуса, что свидетельствует о том, что желатинизация крахмала с помощью экструзии имеет большое значение для повышения ценности гороха, особенно у осетровых рыб. Экструдированный горох успешно используется в качестве ингредиента для корма рыб. При скармливании экструдированного гороха с шелухой радужной форели и палтусу для оценки усвояемости горохового белка, у радужной форели коэффициент общей трактовой кажущейся

усвояемости белка составлял 0,88 и 0,69 для энергии, в то время как у палтуса коэффициент общей трактовой кажущейся усвояемости для белка составлял 0,92, а для энергии – 0,78.

Оболочка гороха составляет 0,07–0,14 веса семени и состоит в основном из целлюлозы и ксилана. Таким образом, удаление шелухи приводит к уменьшению количества неперевариваемой клетчатки.

Иностранные ученые кормили стерлядь мукой из лущеных семян гороха и сообщили, что стерлядь хорошо себя чувствовала на диетах, содержащих до 0,20 % белка, обеспечиваемого лущеным горохом, а рост и использование корма были лучше, чем при использовании только рыбной муки. Однако кажущаяся усвояемость лущеного гороха ниже, чем у рыбной муки, а аминокислотный баланс уступает рыбной муке [96].

Lovell T. изучал эффекты включения в рацион стерляди лущеного гороха, подвергнутого автоклавной обработке, при содержании 250 или 500 г/кг и обнаружили, что коэффициент общей трактовой кажущейся усвояемости для энергии составлял 0,65, когда горох был включен в рацион в количестве 250 г/кг, и снижался до 0,40, когда горох был включен в рацион в количестве 500 г/кг. Однако коэффициент общей трактовой кажущейся усвояемости белка гороха составлял 0,91 и 0,86 при 250 и 500 г/кг соответственно. Удаление шелухи не увеличивает коэффициент общей трактовой кажущейся усвояемости сырого протеина, энергии или белка у стерляди. Однако в том же исследовании сообщается, что экструзия лущеного гороха улучшает усвояемость этих фракций. Зарубежные авторы сообщили, что шелушение гороха привело к увеличению коэффициент общей трактовой кажущейся усвояемости сырого протеина и энергии австралийского серебряного окуня [104].

Горох может быть дополнительно фракционирован воздушной классификацией, осуществляемой путем тонкого измельчения гороха с использованием штифтовой мельницы с последующим нагнетанием воздуха, который отделяет менее плотные частицы белка от более плотных частиц

крахмала. Результатом этого процесса является концентрат горохового белка, содержащий примерно 500 г сырого протеина/кг и 70 г крахмала/кг. Однако вторичные соединения, включая ингибиторы протеаз, фитаты и  $\alpha$ -галактозидазы, также концентрируются во фракции белка гороха при воздушной классификации.

Запасные белки гороха легумин и вицилин по своей природе аналогичны антигенным белкам соевого белка. Однако нет сообщений о влиянии этих антигенов на физиологию кишечника рыб. Горох является желательным источником белка для кормов для объектов аквакультуры, но он требует обработки путем воздушной классификации и экструзии, чтобы максимизировать его питательную ценность для рыб. Необходимо завершить исследования влияния продуктов переработки гороха на физиологию кишечника рыб, чтобы определить их влияние на аквакормы.

К люпинам относятся несколько видов зернобобовых культур с высоким содержанием белка (350-500 г/кг сырого протеина) и липидов (80-100 г/кг). Так называемые «сладкие люпины» — это сорта белого люпина с низким содержанием алкалоидов. Белок люпина имеет желаемый аминокислотный баланс и коэффициент эффективности белка 2,32, но сладкий люпин содержит ряд термолабильных (ингибиторы протеаз) и термостабильных (некрахмальные полисахариды, сапонины, белковые антигены, фитоэстрогены) вторичных соединений. Сладкий люпин имеет несколько недостатков по сравнению с соевым шротом, включая более низкую концентрацию белка, высокое содержание клетчатки и некрахмальных полисахаридов, а также наличие различных количеств алкалоидов в зависимости от вида и сорта сладкого люпина. Тем не менее, они также имеют несколько преимуществ перед соевым шротом в том, что термическая обработка сладкого люпина, по-видимому, не требуется перед их использованием в рационах объектов аквакультуры из-за отсутствия лектинов и чрезвычайно низкого уровня ингибиторов протеазы [2, 5, 12].

Оптимальный уровень протеина, жира и энергии в кормах для различных объектов, выращиваемых в хозяйствах различных типов, может варьироваться в широких пределах [14].

Необходимый уровень питательных веществ в кормах создается путем включения в их состав кормовых компонентов — рыбной и мясокостной муки, кормовых дрожжей, жмыхов, шротов, отрубей, злаков (пшеница, рожь, ячмень), кукурузы, гороха и других ингредиентов [16, 29, 43].

Витамины являются группой низкомолекулярных органических соединений, обладающей высокой физиологической активностью в организме рыб, а также важным элементом ферментов, воздействующим на процессы превращения белков, жиров и углеводов. Однако необходимо принимать во внимание, что для нормального протекания метаболических процессов в организме основополагающим фактором [95, 110].

Для обогащения комбикормов витаминами и минеральными веществами вводятся поливитаминные премиксы. Недобор витаминов и минеральных веществ в рационе рыб может привести к авитаминозам и другим проблемам со здоровьем, которые будут негативно сказываться на рыбоводных показателях [26, 34].

Специальное внимание уделяется уровню белка (сырого протеина) в комбикорме, который должен соответствовать потребностям рыб. Поэтому при подборе рецептов балансировку проводят исходя из заданного количества белка. Источником полноценного белка являются, прежде всего, компоненты животного происхождения: рыбная мука (65-70 %), мясная и мясокостная мука (45-50 %), а также продукты микробиосинтеза (кормовые дрожжи – 40-45 %) и некоторые растительные концентраты (в частности, соевые и подсолнечные шроты содержат около 40 % белка). Необходимо учитывать, что белок в растительном сырье не сбалансирован по аминокислотному составу и поэтому не является полноценным [36, 72].

Оптимальный уровень протеина в комбикормах для молоди всех видов рыб составляет 45-55 %. Это связано со сходством питания большинства

видов в естественных условиях – преимущественно животными организмами, содержащими высокое количество белка [17, 27].

При оптимальном рационе белок искусственных кормов усваивается карпом на 70-90 %.

Для составления сбалансированных комбикормов необходимо знать потребность различных видов и возрастных групп рыб в протеине, жире, углеводах, минеральных веществах и витаминах, а также химический состав компонентов, предназначенных для ввода в рецепт [33, 105].

Кроме того, следует учитывать ограничения допустимого уровня каждого из ингредиентов. Рецепт комбикорма представляет собой набор кормовых компонентов в определенных соотношениях и количествах.

## **1.2 Физиологическая роль пищевых добавок, влияние их на стресс у рыб**

Стрессовые условия содержания влияют на метаболизм аминокислот у рыб, и в некоторых стрессовых ситуациях происходит увеличение потребности в некоторых незаменимых аминокислотах, что, вероятно, связано с синтезом белков и других соединений, связанных с реакцией рыбы на стресс. Роль специфических аминокислот и их метаболитов в ключевых метаболических путях, которые необходимы для роста, иммунитета или устойчивости к стрессовым факторам окружающей среды и патогенам, уже рассматривалась у рыб. Таким образом, аминокислоты служат не только составляющими белков и источниками энергии, но и могут превращаться в важные биохимически активные вещества в естественных условиях [87, 99].

Аргинин является предшественником синтеза оксида азота (NO) и полиаминов у высших позвоночных. У рыб продукция NO играет важную роль в клеточных защитных механизмах и была продемонстрирована в стимулированных макрофагах у рыб. Более того, диетический аргинин может усилить некоторые врожденные иммунные механизмы и устойчивость рыб к болезням после заражения [110].

Исследования с видами камбал позволили получить некоторые знания о роли диетического аргинина во время хронических стрессовых состояний. Было замечено, что продолжительность (например, 15 или 60 дней) процедур обработки вызывала разные реакции в некоторых параметрах врожденного иммунитета сенегальского камбалы и палтуса. В то время как повторяющийся острый стресс снижал уровни NO у палтуса в оба периода отбора проб, положительный синергетический эффект между диетическим аргинином и стрессом наблюдался у камбалы.

Переносимый стресс также снижал клеточные (АФК) активные формы кислорода у обоих видов камбал, и этому факту, по-видимому, противодействует диетический аргинин после 60 дней кормления палтуса. В зависимости от продолжительности и серьезности стрессора повышенный уровень глюкокортикоидов может усиливать врожденный и адаптивный иммунный ответ, в то время как аналогичные уровни гормонов могут подавлять иммунную функцию. Следовательно, подавляющее влияние стресса на врожденную иммунную систему весьма спорно и не обязательно приводит к снижению устойчивости к инфекциям, как уже предполагалось в другом месте.

Аминокислоты с разветвленной цепью (лейцин, изолейцин и валин) играют важную роль в регуляции синтеза белка в скелетных мышцах, при этом лейцин наиболее эффективен в регуляции этого процесса. Повышенная активность протеолиза обычно наблюдается у рыб в стрессовых ситуациях вместе со снижением уровня лейцин, изолейцин и валин в плазме. Таким образом, пищевые добавки с лейцин, изолейцин и валин, особенно с лейцином, представляются многообещающим инструментом для смягчения негативных последствий стресса у рыб [84].

Триптофан (Trp) — незаменимая аминокислота, играющая важную роль в регуляции реакции на стресс. Он может быть преобразован в серотонин (5-гидрокситриптамин, 5-НТ) и мелатонин. Тем не менее, более 95 % проглоченного триптофана катаболизируется в основном в печени через

кинуриныновый путь и производит ниацин, пируват и ацетил-КоА в качестве конечных продуктов. 5-НТ головного мозга участвует в контроле оси НРГ у рыб, и была обнаружена корреляция между активностью 5-НТ головного мозга и уровнями кортизола в плазме. Действительно, триптофан прямо или косвенно участвует в широком спектре физиологических путей.

Фактически, у рыб в стрессовых условиях содержания уровень свободного триптофана в плазме снизился по сравнению с контрольными образцами. Таким образом, добавка триптофана в пищу представляется многообещающей стратегией питания для поддержания здоровья в аквакультуре [91].

Триптофан был центральным персонажем во многих исследованиях по смягчению стресса у морских рыб. В недавнем обзоре было рассмотрено участие триптофана в функциях, опосредованных 5НТ и мелатонином, а также его участие в регуляции иммунной системы и его роль в качестве антиоксиданта и антитоксического агента у рыб. В целом положительный эффект обычно приписывают триптофановому питанию стрессированных животных.

На морской рыбе в ряде исследований уже было проверено влияние пищевого триптофана как при острых, так и при хронических стрессовых состояниях. В этих работах стратегии кормления варьировались от 7 до 39 дней, причем более короткие периоды чаще использовались до острого стрессового события. Действительно, 7- и 10-дневная обработка триптофаном снижала агрессивное поведение и уровень каннибализма у молоди атлантической трески [100].

Тем не менее, рыбы, которых кормили диетами с добавками триптофана и выращивали в нестрессовых условиях, похоже, по-разному справляются со стрессом, возникающим в зависимости от времени кормления. Например, атлантическая треска, получавшая корм с добавками триптофана в течение 7 дней, снижала уровень кортизола и глюкозы в плазме сразу после воздействия воздуха, в то время как тотоаба и европейский

морской окунь, получавший избыток триптофана, повышали уровень кортизола в плазме после обработки (ловля сачком в течение 45 минут) и гипоксии (1 мг кислорода/л в течение 45 мин) или воспалительного инсульта соответственно. Напротив, молодь сенегальской единственной особи, получавшая корм с добавками триптофана, показала тенденцию к снижению уровня кортизола в плазме при выращивании при высокой плотности посадки (т.е. 31 кг/м<sup>2</sup>), что выразилось в повышенной устойчивости к болезням после 39 дней кормления.

Тирозин является предшественником важных гормонов и нейротрансмиттеров, включая тироксин, трийодтиронин, адреналин, норадреналин, дофамин и меланин. Эти молекулы играют важную роль во время реакции рыб на стресс, и, таким образом, тирозин может сильно влиять на развитие пигментации, потребление корма, показатели роста, иммунитет и выживаемость рыб. Сообщалось, что концентрации свободного тирозина в плазме увеличиваются во время острой реакции на стресс, что свидетельствует о важности тирозина во время реакции на стресс.

Метионин также играет важную роль в антиоксидантном и иммунном статусе животных как предшественник цистеина, который, в свою очередь, необходим для синтеза глутатиона и таурина. В некоторых исследованиях сообщалось об изменениях уровня метионина в плазме у рыб, подвергшихся стрессу, по сравнению с контрольными образцами после острых и хронических стрессовых состояний. Метионин метаболизируется по трем путям с последствиями для здоровья:

- 1) он обеспечивает s-аденозилметионин, который затем декарбоксилируется и превращается в донора аминопропана, который подпитывает обмен полиаминов;

- 2) s-аденозилметионин непосредственно участвует в метилировании нескольких компонентов клетки, таких как ДНК, адренергические, дофаминергические и серотонинергические молекулы;

3) это приводит к пути транссульфирования, который заканчивается образованием глутатиона из гомоцистеина. Таким образом, следует тщательно учитывать возможное увеличение потребности рыб в метионине в стрессовых условиях.

Метионин, по-видимому, также играет роль в реакции на стресс, вероятно, из-за его важной роли в пути транссульфурации. В исследовании с дорадой рыба, получавшая диетический избыток метионина в течение 30 дней, снизила уровни лактата в плазме и изоферментный профиль супероксиддисмутазы в печени после лечения гипоксией (т.е. 2,8 мг кислорода / л) в течение 5 ч. Тем не менее, у европейского морского окуня, получавшего диету с добавлением метионина в течение 14 дней, наблюдалась противоположная тенденция: повышение уровня кортизола в плазме через 24 часа после воспалительного инсульта.

Хотя пищевой белок не является пищевой добавкой, он является ключевым источником получения аминокислот, играющих важную роль в реакции на стресс. В этом смысле влияние концентрации пищевого белка (без подробностей аминокислотного состава) и его связь с содержанием липидов/углеводов в рыбе широко изучалось с акцентом на вопросы питания. Что касается реакции на стресс, некоторые из них включают маркеры стресса для поиска оптимального содержания белка для улучшения здоровья и благополучия рыб. Эндокринные процессы в этих работах подробно не описываются (с акцентом на питании), хотя предполагается, что влияние на реакцию на стресс основано на содержании аминокислот в этих экспериментальных диетах [71, 92, 98].

В то время как большинство исследований было сосредоточено на влиянии добавок отдельных пищевых аминокислот на рыбу в стрессовых условиях, в некоторых других работах увеличивалось количество усваиваемого белка и, следовательно, доступность определенных аминокислот. Например, небольшое увеличение доступности некоторых диетических аминокислот (аргинина, фенилаланина и триптофана) может

оказать значительное влияние на метаболизм аминокислот, о чем свидетельствуют изменения уровня аминокислот в плазме по сравнению с лечением с хроническим стрессом. Таким образом, предоставление этих ключевых аминокислот в рационе может представлять собой метаболическое преимущество во время предсказуемых стрессовых событий (например, обращение и перенаселение, связанное с процедурами сортировки), что может оказать значительное влияние на рост и благополучие в долгосрочной перспективе. Эти эффекты на обмен веществ проявляются сильнее через 14 дней по сравнению с 28 днями кормления, о чем свидетельствует снижение уровня глюкозы и лактата в плазме. Тем не менее, 28-дневное кормление оказывает некоторое влияние на другие процессы, связанные с реакцией на стресс. В аналогичном исследовании.

Витамин С был предметом первых работ по ослаблению стресса с помощью витаминных добавок как у рыб, так и у высших животных. Более того, с точки зрения питания содержание витамина С в корме для рыб имеет решающее значение, поскольку они не способны его синтезировать из-за отсутствия фермента L-гулонолактонооксидазы, который необходим для превращения L-гулоновой кислоты в витамин С [95].

Его физиологическая роль, связанная со стрессом, основана на ингибировании стероидогенеза посредством перекисного окисления полиненасыщенных липидов и усилении иммунной системы. Однако эффект этой добавки на биосинтез кортизола не мог быть продемонстрирован у рыб. Зарубежные ученые сообщили о благотворном иммуномодулирующем и антиоксидантном действии витамина С на рыбу, подвергшуюся стрессу, заявив, что пищевые добавки аскорбиновой кислоты облегчают последствия хронического стресса. Витамин С является полезной пищевой добавкой для улучшения показателей роста, выживания, развития скелета и устойчивости к солевому стрессу мальков карпа. Несмотря на то, что он является объектом многих исследований, нет общего утверждения о положительном влиянии

витамина С на стрессоустойчивость, хотя ни одно исследование не указывает на отрицательные последствия этой кормовой добавки.

Витамин Е необходим для поддержания качества мяса, иммунитета, нормальной устойчивости эритроцитов к гемолизу, поддержания нормальной проницаемости капилляров и сердечной мышцы основано на его роли иммуностимулятора и антиоксиданта. Этот витамин был успешно испытан в качестве ингибитора секреции кортизола; на самом деле большинство работ подчеркивают эту роль, помимо его стимулирующего действия на иммунную систему. Следовательно, кажется, что витамин Е может быть лучшим средством для снятия стресса, чем витамин С, хотя взаимодействие обоих витаминов с системой стресса и секрецией кортизола и катехоламинов (эндокринный и первичный ответ) еще не ясно.

Было продемонстрировано, что витамины улучшают иммунный ответ на инфекцию, влияя на пролиферацию и миграцию иммунных клеток, таких как фагоцитарные клетки, повышая сопротивляемость рыб болезням. Хотя на уровень витаминов, необходимых для рыб, влияет несколько факторов, таких как факторы окружающей среды, в нескольких исследованиях были собраны глубокие знания о модулирующей роли витаминов в стрессовых условиях выращивания. Низкий уровень витамина Е в рационе снижал активность альтернативного пути комплемента и неспецифическую гемагглютинацию, в то время как базальные уровни кортизола в плазме повышались без влияния стрессора. Кроме того, это исследование привело к выводу, что рыба, получавшая диету с дефицитом витамина Е, проявляла более низкую стрессоустойчивость [77, 94].

Положительные эффекты пищевых добавок с витамином Е наблюдались у нескольких видов морских рыб, подвергшихся стрессовым условиям. Например, у иглобрюха, получавшего диету с добавлением витамина Е, повышались относительные уровни экспрессии HSP, Mn-SOD, CAT и GR, в то время как уровни АФК в крови снижались после острого воздействия аммиачного азота (100 мг/л) в течение 48 часов. Кроме того, у

белуги, которую поместили в сетку и выдержали на воздухе в течение 1,5 минут, снизился постстрессовый уровень глюкозы в плазме при использовании рациона с добавлением витамина Е [88].

В целом стрессовая реакция белуги, наблюдаемая в этом исследовании, была относительно низкой, и авторы предположили, что это может быть связано с большей сопротивляемостью и/или более слабыми физиологическими реакциями на стресс у этого вида.

В нескольких работах изучалось влияние других витаминов на реакцию на стресс, но нет четких результатов в отношении облегчения стресса. Например, витамин А участвует в метаболизме, действуя как стероидный гормон, регулирующий рост посредством синтеза гликопротеинов и гликозаминогликанов, а также модулируя дифференцировку клеток. Несмотря на эти ключевые физиологические роли, витамин А не обеспечивает никакой защиты от холодового стресса у рыб. В этом смысле зарубежные ученые продемонстрировали, что, вопреки цели вышеупомянутых работ, долгосрочные высокие дозы витамина D3 приводят к хроническому стрессу и ослабляют сопротивляемость болезням. Таким образом, роль и/или влияние витаминов, отличных от С и Е, на реакцию рыб на стресс до сих пор неизвестны [86].

Изучение влияния пищевых липидов на реакцию на стресс на основе эндокринных маркеров началось относительно недавно. Хотя в некоторых предыдущих работах изучалась реакция на стресс у рыб, получавших различное содержание липидов, в них использовались другие маркеры, такие как смертность и потребление кислорода между содержанием пищевых липидов и реакцией на стресс [46].

Значение липидов в реакции на стресс основано на образовании эйкозаноидов, особенно простагландинов. В частности, арахидоновая кислота может трансформироваться в эйкозаноиды, действующие как эндокринные, паракринные и/или аутокринные модуляторы секреторных механизмов в различных органах. Было установлено, что простагландины

могут модулировать чувствительность оси гипоталамус-гипофиз-надпочечники у млекопитающих и изменять высвобождение кортизола и кортикостерона в ответ на стресс.

Исследования о влиянии диетического морского лецитина (в основном фосфолипидов) на стрессовую реакцию у рыб. Известно, что фосфолипиды облегчают переваривание и всасывание липидов и других питательных веществ, формируют структуру клеточных мембран и поддерживают гиперпластический рост и могут играть решающую роль в качестве преобладающих носителей биологически активных длинноцепочечных полиненасыщенных жирных кислот и предшественников других веществ физиологически активные молекулы. Фактически, добавление в состав кормов фосфолипидов морского происхождения представляется практическим подходом к улучшению роста и устойчивости рыб к стрессу [53, 101].

Сообщалось, что диетические липиды могут влиять на реакцию рыб на стресс, измеряемую как способность справляться с различными стрессовыми ситуациями. Однако специфическое влияние отдельных жирных кислот на физиологический ответ на стресс до сих пор плохо изучено [63, 73].

Арахидоновая кислота сыграла центральную роль в недавних исследованиях, посвященных изучению модулирующей роли диетических жирных кислот в реакции рыб на стресс.

Таким образом, реакция рыбы на стресс регулируется питанием, и фактически исследование дорады подчеркивает, что величина и устойчивость высоких уровней кортизола в плазме после воздействия перенаселенности зависят от источника диетических масел. Действительно, источник пищевых масел и, следовательно, пищевые незаменимые жирные кислоты явно влияли на уровни экспрессии генов глюкокортикоидных рецепторов в состоянии покоя у молоди и личинок сенегальской камбалы и личинок европейского морского окуня [46].

Астаксантин (каротиноид) также был протестирован как модулятор стресса у рыб, и было сообщено, что он улучшает устойчивость к острому стрессу перенаселенности, но снижает прирост веса, каталазу и активность лизоцима. Антиоксидантные свойства этого соединения уже известны, хотя его связь со снижением секреции кортизола в этой работе не выяснена.

Пребиотики. Использование пищевых углеводов для смягчения стресса у рыб подробно не изучалось. На самом деле эти биомолекулы изучались в нескольких работах, поскольку из них состоят некоторые пребиотики. Маннанолигосахариды (МОС) являются одним из наиболее изученных пребиотиков в рыбе, утверждая, что они улучшают рост, конверсию корма, стрессоустойчивость и иммунную функцию. То, как маннанолигосахариды действуют на ось НРГ, не изучалось, хотя вполне вероятно, что снижение стресса является следствием общего улучшения состояния рыб. Поэтому, вероятно, затухание стресса не связано напрямую с потреблением этих добавок или их производных биомолекул [76, 88].

Влияние добавок пребиотиков на реакцию на стресс у морских рыб почти не изучалось. Например, европейский морской окунь, получавший пищевую добавку Bio-Mos® в количестве 0,4% в течение 60 дней, снижал уровень кортизола в плазме в ответ на воздействие *Vibrio anguillarum* (т.е. 107 КОЕ/ мл) или к сочетанию инфекции и стресса в замкнутом пространстве (25 кг/м<sup>3</sup>). В отличие от этого, у европейского морского окуня, подвергавшегося только стрессу в неволе и скармливаемого Bio-Mos®, повышались уровни кортизола в плазме после острого стресса, в то время как у рыб, получавших 0,4% Bio-Mos®, было обнаружено меньшее влияние стресса на микробиоту кишечника в течение 60 дней, по сравнению со стрессовыми рыбами, получавшими контрольный рацион. Действительно, уже сообщалось, что добавка маннанолигосахаридов (МОС) укрепляет эпителиальный барьер, стимулирует иммунную систему, способствует росту и эффективности корма, а также эффективно повышает сопротивляемость рыб болезням [8].

Модулирующие эффекты диетических нуклеотидов на созревание, активацию и пролиферацию лимфоцитов, фагоцитоз макрофагов, ответы иммуноглобулинов, микробиоту кишечника, а также генетическую экспрессию некоторых цитокинов были зарегистрированы у эндотермических животных.

Роль нуклеотидов и метаболитов в рационе рыб изучалась почти 20 лет, и большинство исследований показали довольно последовательные и обнадеживающие положительные результаты в управлении здоровьем как морских, так и пресноводных рыб.

Зарубежные ученые, рассмотрели влияние пищевых нуклеотидов на врожденный и адаптивный иммунитет у рыб, а также предположили, что диетические нуклеотиды будут поддерживать лимфоидные ткани [94].

Экзогенные нуклеотиды продемонстрировали большой потенциал в качестве пищевых добавок для повышения иммунитета и устойчивости к болезням рыб, выращиваемых в аквакультуре. Исследования диетических нуклеотидов у рыб показали, что они могут улучшать рост на ранних стадиях развития, изменять структуру кишечника, повышать стрессоустойчивость, а также модулировать врожденные и адаптивные иммунные реакции. Несмотря на периодическое непостоянство физиологических реакций, пищевые добавки с нуклеотидами продемонстрировали довольно стабильное благотворное влияние на различные виды рыб. На самом деле, рыбы, которых кормили диетами с добавками нуклеотидов, обычно демонстрировали повышенную устойчивость к вирусным, бактериальным и паразитарным инфекциям. Однако мало внимания уделялось роли пищевых нуклеотидов как добавок, ослабляющих стресс, с эндокринной точки зрения [77].

Действительно, информации о минеральном питании морских рыб все еще мало, и недостаток знаний, по-видимому, увеличивается при оценке реакции рыб на стресс. Селен, в частности, является важным микроэлементом для рыб, и поэтому он играет важную роль в росте и сохранении биологических соединений, обеспечивая защиту от свободных

радикалов, возникающих в результате нормального метаболизма. Увеличение количества пищевых добавок с селеном (т. е. в органических и неорганических формах), по-видимому, повышает устойчивость к стрессу у молоди дорады, о чем свидетельствует снижение уровня кортизола в плазме во время стрессового воздействия у особей, подвергшихся острому стрессу. Более позднее исследование подтвердило важность пищевых добавок селена для здоровья и благополучия дорады, аналогично тому, что сообщалось для видов лососевых [11].

В целом, возможность смягчения негативных последствий стресса и восприимчивости рыб к болезням за счет добавления пищевых добавок представляется реальной, в частности, в отношении функциональных аминокислот, жирных кислот и минералов. Тем не менее, эти стратегии питания должны учитывать несколько внешних (например, системы выращивания, температура, соленость и т. д.) и внутренних (например, возраст, генетический фон и т. д.) факторов, которые в некоторых случаях могут потребовать индивидуального подбора рецептов [25, 33].

### **1.3 Влияние характеристик воды на физиологические функции Сибирского (ленского) осетра**

«При неуклонно снижающихся запасах осетровых рыб естественной популяции возникает необходимость развития товарного осетроводства в прудах, садковых и бассейновых хозяйствах и УЗВ. В особенности это касается наиболее адаптированного для этих условий ленского осетра.

Императивным контролирующим фактором среды при выращивании осетров в индустриальных условиях является температурный режим, определяющий величину потребления корма, его усвоение, а соответственно интенсивность роста рыбы.

При выращивании осетровых в индустриальных условиях рекомендуется поддерживать стабильный температурный режим. Вместе с тем, научные данные свидетельствуют о том, что переменность (астиатичность) температуры воды естественных водоемов является

естественной. К ней адаптированы рыбы в период длительной эволюции, а соответственно стабильность температурного режима является отклонением от физиологической нормы рыб» [82, 114].

В таблице 2 представлены сводные данные о физиологических нарушениях, которые, как известно, вызываются у сибирского осетра изменением различных факторов окружающей среды. Указаны механизмы, объясняющие эти нарушения, и характер компенсаторных реакций, если они есть.

Таблица 2 – Потенциальное воздействие характеристик воды на многочисленные физиологические функции и механизмы у *Acipenser baerii*

Характеристики воды	Нарушения	Механизмы учета возмущения	Реакции организма
Дыхательные газы Кислород Снижаются Увеличиваются Углекислый газ Увеличивается	респираторный алкалоз и метаболический ацидоз, респираторный ацидоз, гиперплазия жаберного эпителия, Гиперкапнический ацидоз	Гипервентиляция, $\downarrow$ PCO <sub>2</sub> , анаэробный метаболизм (лактат) $\downarrow$ Вентиляция и удержание CO <sub>2</sub> загрузка CO <sub>2</sub>	Кислородный долг, анаэробный метаболизм восстановление pH, $\uparrow$ [HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ] восстановление pH, $\uparrow$ [HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ]
Соленость Увеличивается	Метаболический ацидоз, $\uparrow$ [Cl <sup>-</sup> ], $\uparrow$ [Na <sup>+</sup> ], $\uparrow$ [Posm] <sup>c</sup>	Ионные и кислотно-основные нарушения $\downarrow$ pH, PCO <sub>2</sub> и [HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ]	восстановление pH, внеклеточная анизосмотическая регуляция Метаболические корректировки клеток
pH пресной воды Снижается (pH ≈ 4)	Ионные возмущения, Метаболический ацидоз, Гипоксия	$\downarrow$ pH и [HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ] $\downarrow$ [Cl <sup>-</sup> ], $\downarrow$ [Na <sup>+</sup> ] Гиперсекреция жаберной слизи	Ионная и кислотно-щелочная компенсация
аммиак (Сублетальные дозы)	приток NH <sub>3</sub> , гипертрофия и некроз жаберного эпителия, Метаболический и респираторный алкалоз	$\downarrow$ PO <sub>2</sub> , $\uparrow$ ПНХ <sub>3</sub> $\uparrow$ pH, $\downarrow$ PCO <sub>2</sub> , $\uparrow$ [K <sup>+</sup> ]	Гипервентиляция Ионная регуляция Детоксикация $\uparrow$ [глутамин] $\uparrow$ [глутамат]

Продолжение таблицы 2			
нитрит	Ион регулирующий, Дыхательные процессы	↓ транспорт кислорода кровью ↑ [MetHb] <sup>д</sup> Ингибирование Cl <sup>-</sup> транспорт ↑ [лактат], ↑ [K <sup>+</sup> ] в плазме	Детоксикация путем окисления нитритов до малотоксичных нитратов
нитрат	Ион регулирующий, Дыхательные процессы	Ингибирование жаберного транспорта Na <sup>+</sup> и Cl <sup>-</sup> ненормальное плавание ↓ Транспорт кислорода кровью	Хроническое здоровье Влияние на благосостояние

Например, наличие кислорода имеет важное значение для рыбного поголовья в рыбоводстве. Гипоксия и гипероксия, часто проводимые в прудах, вызывают у рыб сильный стресс и имеют многочисленные физиологические последствия. Осетр способен поддерживать стандартное поглощение O<sub>2</sub> во время прогрессирующей гипоксии вплоть до критического окружающего PO<sub>2</sub> 20-40 мм рт. ст. или 2,5-5 кПа при 15 °С. Это становится возможным благодаря выраженной гипервентиляции, о чем свидетельствует увеличение, как частоты, так и амплитуды дыхательных движений жабр, что приводит к алкалозу и гипокапнии [82].

Эффекты гипероксии (кратковременные или длительные периоды) изучались многими авторами. Сталкиваясь с этими ограничениями, рыбы используют многочисленные адаптивные механизмы (кислотно-основная регуляция и ионная регуляция), которые позволяют поддерживать физиологические функции в наилучшем возможном равновесии [80, 85].

Повышение содержания углекислого газа вызывает ряд ионных и кислотно-щелочных нарушений, наиболее выраженными являются метаболический гиперкапнический ацидоз, снижение рН крови и нагрузка CO<sub>2</sub>.

М. В. Сытова, А. В. Жигин, Е. Н. Харенко (2014 г.) показали, что белуга, очень устойчива к тяжелой водной гиперкапнии (до 6 кПа PCO<sub>2</sub> в

воде) и внеклеточному ацидозу, хотя он обладает впечатляющей способностью регулировать внутриклеточный рН и наоборот, при более низком  $PCO_2$  (1,5 кПа) белуга может регулировать рН крови [68].

Сравнительные исследования осмотической и ионной регуляции у разных видов осетровых активно изучались [111].

У Сибирского осетра ясно видно, что изменения уровней кортизола в плазме и активности  $Na^+ / K^+ -AT$  Фазы в жабрах и почках после переноса в солоноватую воду объясняют способности и пределы осмотической и ионной регуляции.

По многим видам рыб также имеются данные о потреблении пищи, стимуляции преобразования пищи и росте рыб, которые зависят от солености и температуры окружающей среды. Однако, насколько нам известно, для сибирского осетра еще предстоит открыть много информации по этим аспектам [42, 67, 100].

Некоторые водные среды естественно кислые, но с начала XX века многие регионы хронически загрязняются кислотными дождями и снегопадами, возникающими в результате промышленных выбросов оксидов серы и азота в атмосферу [75]. Подкисление воды также может быть проблемой при замкнутом рыбоводстве, если увеличивается  $PCO_2$ , а  $[HCO_3^- + CO_3^{2-}]$  не может выполнять буферную роль [39].

Из-за этой серьезной экологической проблемы многочисленные недавние исследования были посвящены физиологическим последствиям воздействия кислоты на рыбу, особенно на радужную форель. Как правило, воздействие воды с рН около 4,0 вызывает ионные нарушения и метаболический ацидоз, которые должны быть компенсированы осморегуляторными и кислотнo-щелочными механизмами. К сожалению, карбонатная щелочность воды никогда не приводится, а полное кислотнo-щелочное состояние окружающей воды (рН,  $[HCO_3^-]$ ,  $[CO_3^{2-}]$ ,  $PCO_2$ ) никогда не известно [41, 56].

Для Сибирского осетра оптимальные значения рН от 6,5 до 8,1 для лучшего роста [27].

Многочисленные загрязнители, такие как аммиак, нитриты и нитраты представляют серьезную опасность для рыбы, особенно как в естественной среде, так и в условиях интенсивного рыбоводства. Соответственно, многие предыдущие исследования характеризовали токсическое воздействие на физиологические механизмы, структурные изменения жабр и поведение рыб, подвергшихся воздействию загрязняющих веществ. Нитраты и нитриты могут снижать переносимость кислорода у рыб, т.е. у сибирского осетра [94].

Гемоглобин у рыб, подвергшихся воздействию нитритов, превращается в метгемоглобин, который не может отдавать кислород тканям, вызывая тем самым гипоксию [10]. Нитраты провоцируют увеличение количества незрелых эритроцитов и снижение уровня зрелых клеток крови, вызывая тем самым анемию.

Наблюдаются значительные повреждения, влияющие на осморегуляторные процессы на уровне жабр и почек. Описаны и другие токсические эффекты, в том числе дисбаланс электролитов, проблемы с работой сердца, образование соединений, которые могут быть мутагенными и канцерогенными, повреждение клеток печени и нехватка кислорода в тканях, а также повышенная уязвимость к бактериальным и паразитарным заболеваниям [15, 51]. Физиологические реакции рыб на загрязняющие вещества зависят от биодоступности, поглощения, накопления и утилизации загрязняющих веществ в организме, а также от взаимодействия нескольких загрязняющих веществ. В этом отношении физиологические реакции являются интеграторами клеточных и субклеточных процессов и могут свидетельствовать об общей приспособленности отдельного организма и благополучии рыбы.

## 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Для достижения поставленной цели и выполнения задач исследований, по изучению влияния введения белкового концентрата «Агро-Матик» на продуктивные качества особей ленского осетра были проведены два научно-хозяйственных опыта.

Выращивание особей проводили в системе с замкнутым водобеспечением. Плотность посадки рыбы не превышала 30 кг/м<sup>2</sup> [62].

Текущие и полные гидрохимические анализы проводили в лаборатории «Анализ кормов и продукции животноводства» ФГБОУ ВО Волгоградского ГАУ. Значения основных показателей воды (температура, кислород) регистрировали с помощью универсального измерительного прибора (термооксиметра) MultiLine P4 (Германия). Периодически для определения содержания кислорода в воде использовали метод Винклера. Показатели активной реакции водной среды (pH) снимали экспресс-методом с универсальным индикатором. Аммонийный азот в воде определяли колориметрическим методом с реактивом Несслера. Для определения нитритов использовали метод Грисса с применением сульфаниловой кислоты и  $\alpha$ -нафтиламина.

Нитраты определялись экспресс-методом с дисульфифеноловой кислотой.

Морфометрические и рыбоводные показатели выращиваемых осетровых оценивали по темпам роста, линейных и весовых значений рыб, коэффициенту упитанности, выживаемости.

Для наблюдения за темпом роста еженедельно проводились контрольные взвешивания выращиваемых рыб.

Химический состав исследуемых комбикормов. Исследования кормов проводились по следующим методикам:

- Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина;

- ГОСТ Р 54951-2012 Корма для животных. Определение содержания влаги;
- ГОСТ 32933-2014 Корма, комбикорма. Метод определения содержания сырой золы;
- ГОСТ 31675-2012 Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации;
- ГОСТ 13496.15-2016 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения массовой доли сырого жира;
- ГОСТ 32041-2012 Комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания сырой золы, кальция и фосфора с применением спектроскопии в ближней инфракрасной области;
- ГОСТ 26657-97 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора;
- ГОСТ 30503-97 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Пламенно-фотометрический метод определения содержания натрия;
- ГОСТ 30504-97 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Пламенно-фотометрический метод определения содержания калия;
- ГОСТ 30692-2000 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Атомно-абсорбционный метод определения содержания меди, свинца, цинка и кадмия.

Определение содержания первоначальной влажности путем высушивания образцов при температуре 60-65° С до постоянной массы, гигроскопическую влажность определяли высушиванием при 105° С до постоянной массы, определение сырого жира путем экстрагирования этиловым спиртом в аппарате Сокслета, определение сырой клетчатки по методу Генненберга и Штомана, определение азота и сырого протеина – по методу Кьельдаля, определение сырой золы – методом сухого озоления образца при температуре 450-500° С.

Аминокислотный анализ комбикормов, тканей рыб проводились по методике, разработанной ООО «Люмэкс» № ФР.1.31.2005.01499 с использованием аминокислотного анализатора «Капель- 105».

Для изучения линейного роста осетровых рыб измеряли общую длину тела и длину до развилки хвостового плавника, весовой рост – путём определения средней живой массы.

Динамику живой массы рыб определяли по результатам еженедельных взвешиваний, на основании которых рассчитывали абсолютный, относительный и среднесуточный приросты.

Относительный прирост живой массы, характеризующий интенсивность роста, определяли путем отношения абсолютного прироста живой массы к первоначальной, выраженное в процентах.

Сохранность поголовья учитывали по количеству павшей рыбы.

Потребление корма – определялось ежедневно по группам путем взвешивания задаваемых кормов с последующим пересчетом их на 1 кг прироста массы живой рыбы.

Гематологические исследования проводили по единым отработанным методикам: концентрацию гемоглобина (НЬ) определяли гемиглобинцианидным методом с использованием фотоколориметра; концентрацию эритроцитов (Ег) с использованием электронного прибора Picoscale PS-4; общий сывороточный белок крови (ОБС) – рефрактометрически; общий объем эритроцитов с использованием микроцентрифуги. Морфологическую картину крови оценивали по мазкам, которые обрабатывали под микроскопом. Мазки фиксировали и окрашивали по Паппенгейму. Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) определяли унифицированным микрометодом Панченкова.

Товарную продуктивность определяли путем разделки ленского осетра. При этом учитывались следующие показатели: масса живой рыбы, масса плавников, головы, кожи, мышечной и хрящевой ткани, внутреннего жира, крови, слизи, полостной жидкости, жабр, внутренних органов. Учитывали

массу съедобных и несъедобных частей и массу съедобных и условно съедобных частей.

Энергетическую ценность или калорийность мяса осетра высчитывали, исходя из известного, что в организме человека или животного при усвоении пищи выделяется определённое количество энергии.

Дегустацию готовой продукции проводили органолептическими методами. Органолептическая оценка продукции определяется как среднеарифметическое из баллов (9-ти балльная шкала) поставленных членами экспертной комиссии. Оценка качества представленных образцов производится по методикам, предусмотренным НТД и соответственно требованиям стандартов.

Экономическую эффективность выращивания ленского осетра рассчитывали на основе учета затрат кормов за период опыта, а также фактически сложившейся суммы выручки от реализации на мясо.

Биометрическую обработку данных проводили по методике Лакина, и программы «Microsoft Excel» [64]. Достоверность различий между признаками определяли путем сопоставления с критерием по Стьюденту. При этом определяли три порога достоверности \*  $P > 0,95$ , \*\*  $P > 0,99$ , \*\*\*  $P > 0,999$ . Достоверность полученных результатов была подтверждена в ходе производственной проверки.

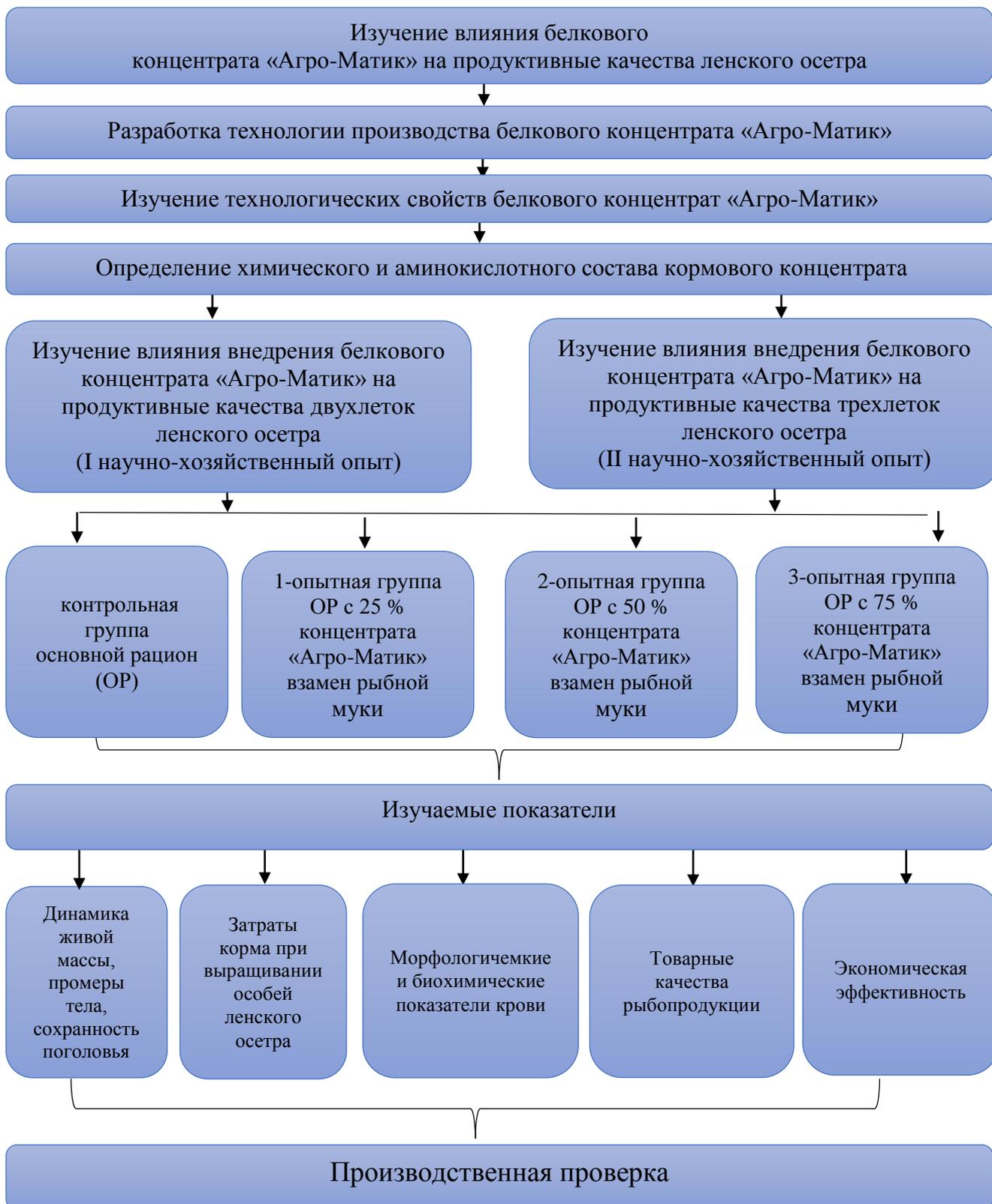


Рисунок 1 – Схема исследования

### **3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

#### **3.1 Разработка технологии производства белкового концентрата «Агро-Матик»**

ООО НПО «Агро-Матик» – один из ведущих российских производителей белковых концентратов на основе зерна белого люпина. Производство и продажи Концентрата белкового «Агро-Матик» для животноводства и птицеводства начались с 2006 года.

Открытию данного направления предшествовали несколько лет работы в сотрудничестве с другими компаниями по разработке новых технологий производства белковых кормов.

В результате сформирована технологическая схема для производства недорогого легкоусваиваемого белка.

Сегодня компания производит Концентрат белковый «Агро-Матик» по собственной технологии. Его основой является люпин – российский продукт, который можно назвать недорогим аналогом сои. Люпин активно завоевывает высокие оценки и признание на рынке кормов, постепенно вытесняя соевые белки, на которых построена западная система кормления.

Концентраты белковые «Агро-Матик» – это смесь белков растительного и животного происхождения. Они свободны от перекисей, патогенной микрофлоры и обладают отличной усвояемостью.

Схема процесса производства белкового концентрата на ООО «Агро-Матик» представлена на рисунке 2.



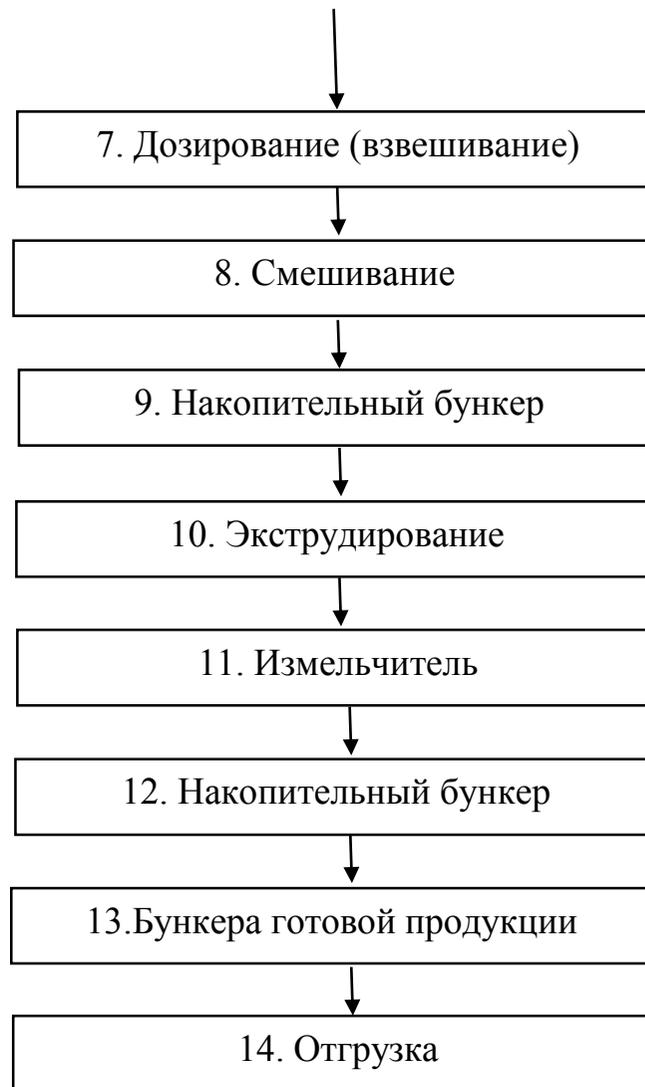


Рисунок 2 – Схема производства белкового концентрата на основе белого люпина «Агро-Матик»

### 3.2 Определение химического и аминокислотного состава кормового концентрата

«В основе современного рыбоводства лежит рациональное кормление рыбы. Роль кормления неуклонно возрастает по мере повышения уровня интенсификации рыбоводных процессов. За счет кормов и кормления получают от 70 % продукции в прудовых хозяйствах до 100 % продукции в индустриальных хозяйствах. Затраты на комбикорма при выращивании товарных рыб составляют не менее половины общих затрат» [13].

В связи с этим в задачу исследований входило сравнительное изучение химического и аминокислотного состава рыбной муки и белкового концентрата «Агро-Матик» для выявления возможности использования второго в качестве ингредиента комбикорма для осетровых рыб.

Данные по химическому составу рыбной муки и белкового концентрата «Агро-Матик» представлены в таблице 3, на рисунке 3.

Таблица 3 – Сравнительный химический состав рыбной муки и белкового концентрата «Агро-Матик», %

Показатель	Рыбная мука	Белковый концентрат «Агро-Матик»
Вода	9,9	9,0
Сухое вещество	90,1	91,0
Сырой жир	7,2	7,5
Сырая зола	14,7	12,8
Сырой протеин	62,1	65,0
БЭВ	6,1	5,7

Влажность данных кормовых средств находится на уровне 9,9 % и 9,0 %, соответственно, то есть по содержанию сухого вещества превосходит белковый концентрат «Агро-Матик» над рыбной мукой на 0,9 %.

По содержанию сырого протеина лидирующую позицию занимает белковый концентрат «Агро-Матик», в котором этот показатель находится на уровне 65,0 %, что выше по сравнению с рыбной мукой на 2,9 %.

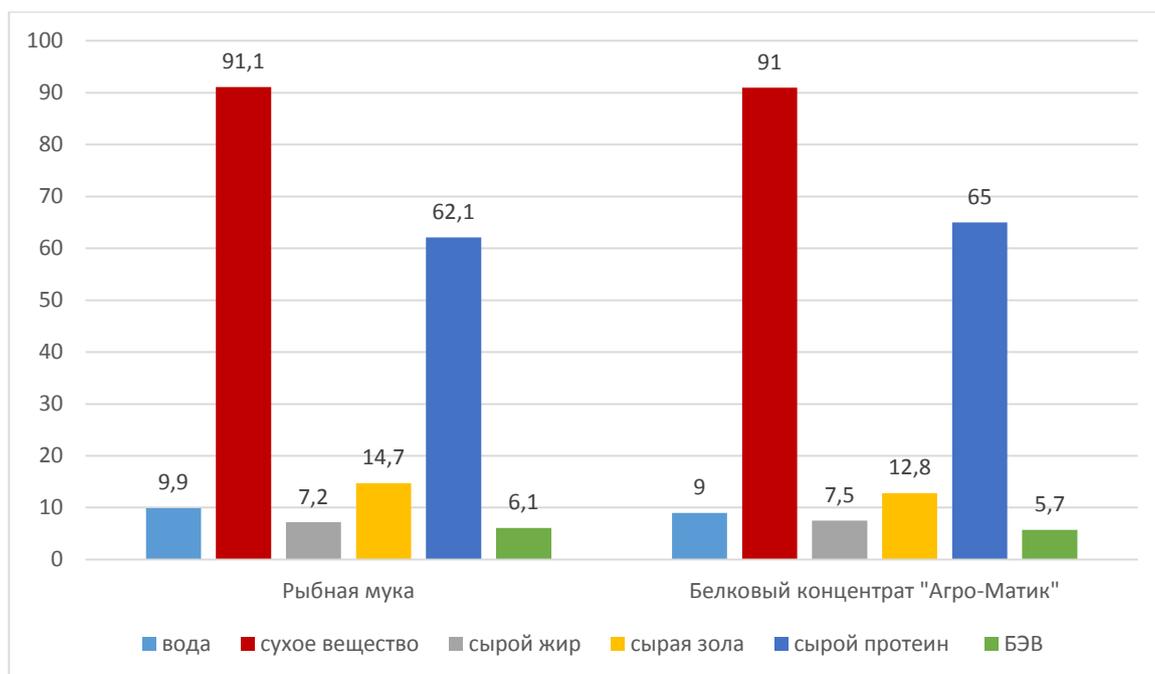


Рисунок 3– Химический состав рыбной муки и «Агро-Матик», %

Белки состоят из 20 различных аминокислот, девять из которых не могут быть синтезированы большинством видов животных. Следовательно, постоянное поступление этих девяти аминокислот плюс достаточное количество азота для синтеза других аминокислот необходимо для поддержания и производства (роста). Девять незаменимых аминокислот: лизин, метионин, треонин, триптофан, изолейцин, лейцин, гистидин, фенилаланин и валин [19].

Аргинин также является незаменимой аминокислотой для рыб.

Цистин и тирозин также считаются полузаменимыми аминокислотами, поскольку животные могут синтезировать их только из метионина и фенилаланина, соответственно.

Таким образом, потребности в аминокислотах должны включать сумму метионин+цистин (серные аминокислоты) и фенилаланин+тирозин (ароматические аминокислоты), соответственно.

Кроме того, одного выполнения требований суммы может быть недостаточно, поскольку метионин и фенилаланин не могут быть синтезированы из цистеина и тирозина, соответственно.

Остальные восемь аминокислот, включая аланин, аспарагиновую кислоту, аспарагин, глутаминовую кислоту, глутамин, серин, глицин и пролин, могут синтезироваться из метаболитов, образующихся при окислении глюкозы. Хотя в нескольких публикациях в литературе сообщается о положительном влиянии некоторых из этих аминокислот в рацион, их количество в обычном рационе обычно достаточно.

Аминокислоты дополнительно сгруппированы в соответствии с их химически реактивными (или функциональными) боковыми цепями.

Однако большинство изменений в потребностях в аминокислотах не приводят к изменениям относительного соотношения различных аминокислот.

Таким образом, фактические изменения почти исключительно относятся к количеству сбалансированного белка или «идеального белка» для животного.

В идеальном белке каждая незаменимая аминокислота в равной степени ограничивает производительность (т. е. поддержание и производство, например, рост) в реальной ситуации с кормлением, и существует минимальный избыток азота. Следовательно, применение идеального профиля белка в составе рациона также ценный инструмент для сведения к минимуму выделения азота в животноводстве без потери продуктивности. Идеальный белок обычно определяется как: «идеальное соотношение незаменимых аминокислот, необходимых для поддержания и производства».

Предполагая постоянный идеальный аминокислотный профиль, потребности во всех незаменимых аминокислотах могут быть рассчитаны, когда определена потребность в одной отдельной аминокислоте. Обычно аминокислотный профиль выражается относительно лизина. Аргументом в пользу использования лизина было то, что лизин обычно является первой лимитирующей аминокислотой в рационе и не используется для синтеза других соединений.

Идеальное соотношение между отдельными незаменимыми аминокислотами и азоте, необходимыми для оптимальной производительности [36].

Из этого определения также следует, что при постоянном составе идеального белка потребности во всех незаменимых аминокислотах можно рассчитать, когда определена потребность в азоте (идеальный белок).

Сумма исследуемых аминокислот в рыбной муке составила 25,49 %, из них: аргинин – 3,83 %, лизин – 4,75 %, треонин – 2,76 %, триптофан – 0,61 %, гистидин – 1,41 %, изолейцин – 2,76 %, метионин – 1,79 %, глицин – 4,06, валин.

Сумма данных аминокислот в концентрате белковом «Агро-Матик» была ниже на 0,23 %, составив 25,26 %, при содержании аргинина 3,64 %, лизина 4,50 %, треонина – 2,79 %, триптофана – 0,65 %, гистидина – 1,42 %, изолейцина – 2,81 %, метионина – 1,62 %, глицина – 4,32 %, валина – 3,51 %.

Несмотря на более низкую сумму аминокислот белкового концентрата при сравнении с рыбной мукой, отмечалось несколько высокое содержание отдельных аминокислот (треонин, триптофан, гистидин, изолейцин, глицин) в концентрате белковом «Агро-Матик» (рисунок 4).

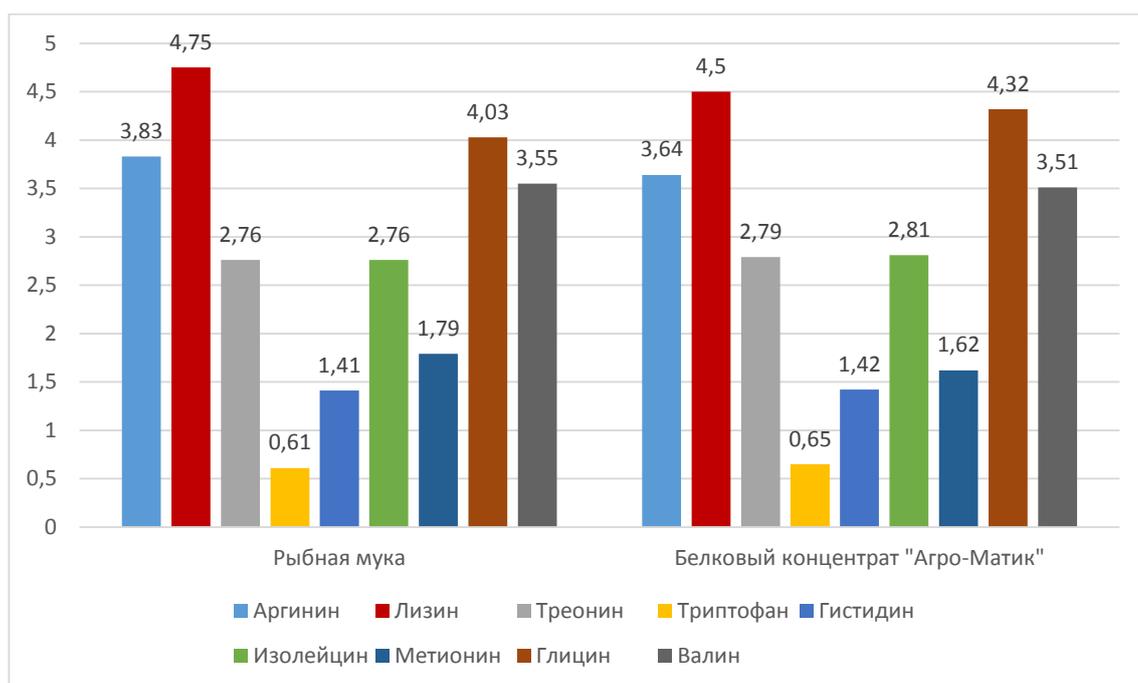


Рисунок 4 – Аминокислотный состав рыбной муки и «Агро-Матик», %

Белковый концентрат «Агро-Матик» по химическому составу, содержанию аминокислот не уступает используемой в комбикормах для осетровых рыб рыбной муке, следовательно, может использоваться в кормлении молоди осетровых в качестве белкового корма растительного происхождения.

### **3.3 Использование комбикормов с белковым концентратом «Агро-Матик» при выращивании двухлеток ленского осетра (I научно-хозяйственный опыт)**

Для проведения первого опыта были сформированы четыре группы молоди осетровых по 50 особей в каждой, одна контрольная и три опытные. В комбикормах для особей опытных групп рыбную муку заменяли кормовым концентратом «Агро-Матик» на 25 %, 50 % и 75 %. Начальная масса опытных особей составляла 151-153 г. Схема опыта представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Схема опыта

Группа	Особенность кормления
контрольная	ОР (основной рацион с рыбной мукой)
1-опытная	ОР (25% белкового концентрата «Агро-Матик» взамен рыбной муки)
2-опытная	ОР (50% белкового концентрата «Агро-Матик» взамен рыбной муки)
3-опытная	ОР (75% белкового концентрата «Агро-Матик» взамен рыбной муки)

В соответствии со схемой опыта контрольной группе молоди ленского осетра скармливали основной рацион (ОР), в составе которого была рыбная мука. Двухлеткам ленского осетра 1-опытной группы вводили 25 % белкового концентрата «Агро-Матик» взамен рыбной муки, 2-опытной – 50% концентрата «Агро-Матик», взамен рыбной муки, 3-опытной – 75 % рыбной муки заменили на «Агро-Матик».

### **3.4 Состав кормов и добавок, используемых при выращивании осетров**

Рецептура кормов, используемых при интенсивном выращивании осетровых, должна быть сбалансирована по питательным веществам, но при этом необходимо обращать внимание на аромат и вкус корма. Это важно,

поскольку осетры находят пищу преимущественно с помощью хеморецепторов [22].

Орган обоняния у осетровых развивается на эмбриональной стадии; однако способность к восприятию вкусовых раздражителей не активируется до начала экзогенного питания [77].

Таким образом, поведение, регулирующее поиск и потребление пищи, начинает формироваться на личиночной стадии, поэтому использование неподходящего по запаху и/или вкусу корма, особенно в раннем периоде выращивания, может оказать негативное влияние на детенышей и потомство. приводят к дифференцировке размеров или, в крайних случаях, к голоданию и повышенной смертности.

Как показывает опыт, несмотря на аналогичность в количественном составе важнейших питательных веществ, необходимо проводить сравнительный анализ кормов и добавок, используемых в опытах.

Рацион кормления рыб контрольной группы состоял из следующих кормовых продуктов: рыбная мука (55 %), мясная мука (15 %), шрот соевый (12 %), жмых подсолнечный (10 %), рыбий жир (5 %), дрожжи кормовые (2 %), премикс (1 %).

В состав комбикорма для осетров 1-опытной группы были включены следующие компоненты: рыбная мука (41,25 %), концентрат белковый «Агро-Матик» (13,75 %), мясная мука (15 %), шрот соевый (12 %), жмых подсолнечный (10 %), рыбий жир (5 %), дрожжи кормовые (2 %), премикс (1 %).

Двухлеткам 2-опытной группы в рацион вводили следующее: рыбная мука (27,50 %), концентрат белковый «Агро-Матик» (27,50 %), мясная мука (15 %), шрот соевый (12 %), жмых подсолнечный (10 %), рыбий жир (5 %), дрожжи кормовые (2 %), премикс (1 %).

Особи 3-опытной группы получали рацион, состоящий из рыбной муки (13,75 %), концентрата белкового «Агро-Матик» (41,25 %), мясной муки

(15 %), шрота соевого (12 %), жмыха подсолнечного (10 %), рыбьего жира (5 %), дрожжей кормовых (2 %), премикса (1 %).

Сравнительный состав комбикормов представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Сравнительный состав кормов используемых при выращивании осетров

Ингредиенты, %	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Рыбная мука	55,00	41,25	27,50	13,75
Концентрат белковый «Агро-Матик»	0,00	13,75	27,50	41,25
Мясная мука	15	15	15	15
Шрот соевый	12	12	12	12
Жмых подсолнечный	10	10	10	10
Рыбий жир	5	5	5	5
Дрожжи кормовые	2	2	2	2
Премикс	1	1	1	1
Итого	100	100	100	100
В 100 г содержится				
Общей энергии, МДж/кг	19,53	20,71	21,02	20,83
Сырого протеина, г	49,92	50,21	51,02	50,35
Сырых углеводов, г	15,12	15,21	15,28	15,32
Сырой клетчатки, г	1,30	1,40	1,40	1,50
Сырого жира, г	10,84	12,31	13,48	12,99
Кальция, г	2,26	2,31	2,46	2,49
Фосфора, г	0,93	1,08	1,15	1,01

Анализ таблицы показывает, что по химическому составу комбикорм, в котором рыбную муку частично заменяли на белковый концентрат «Агро-Матик», не уступает традиционно используемой рыбной муке, поэтому может быть использован в качестве добавки.

### **3.5 Влияние внедрения белкового концентрата «Агро-Матик» на динамику живой массы подопытного поголовья ленского осетра**

Экспериментальные работы проводились в период с 2018 по 2021 гг. в условиях Проблемной научно-исследовательской лаборатории «Разведения ценных пород осетровых» ФГБОУ ВО Волгоградского ГАУ. В качестве объектов исследований использовали 4 опытные группы, в том числе одну контрольную группу особей вида сибирский осетр (ленской популяции)

(*Acipenser baeri* Brandt). Динамику живой массы оценивали ежемесячно. Начальная масса опытных особей составляла 150 г (таблица 6, рисунок 5).

Живая масса особей при постановке на опыт была практически одинаковой в опытных группах, соответствовала 151-153 г. Однако, уже в первый месяц проведения исследований, в группах 1-опытная, 2-опытная и 3-опытная живая масса была несколько выше относительно контроля, составив 208 г в 1-опытной группе (разница с контролем составила 10 г или 5,05 %), 211 г во 2-опытной (разница с контрольной группой в пользу 2-опытной 13 г или 6,57 %), 206 г в 3-опытной группе (разница 8 г или 4,04 %).

Таблица 6 – Динамика живой массы ленского осетра, г

Период исследования	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Масса при постановке на опыт	151,00±1,00	151,00±1,10	152,00±1,10	153,00±1,20
1 месяц	198,00±2,34	208,00±2,45	211,00±2,48	206,00±2,61
2 месяц	259,00±5,42	281,00±5,49	294,00±5,51	275,00±5,44
3 месяц	345,00±7,81	383,00±7,91	408,00±8,02	375,00±8,25
4 месяц	388,00±10,33	435,00±10,42	463,00±10,56	422,00±10,96
5 месяц	416,00±12,07	469,00±12,21	499,00±12,17	454,00±12,24
6 месяц	449,00±13,93	537,00±14,01	570,00±14,00	512,00±14,07
7 месяц	573,00±15,26	687,00±15,36	718,00±15,44	658,00±15,56

Через два месяца после начала опыта живая масса выращиваемого ленского осетра составила 259 г в контрольной группе, 281 г в 1-опытной группе, 294 г во 2-опытной группе и 275 г в 3-опытной группе. Разница с контролем в пользу опытных групп составила, соответственно, 22 г, 35 г и 16 г, или 8,49 %, 13,51 % и 6,18 %.

Исследованиями было установлено, что через три месяца после начала проведения исследований, особи контрольной группы весили 345 г, в 1-опытной группе 383 г, во 2-опытной группе 408 г, в 3-опытной группе 375 г, что превышало показатель контроля на 38 г или 11,01 % в 1-опытной группе, 63 г или 18,26 % во 2-опытной группе и 30 г или 8,70 % в 3-опытной группе.

На четвертом месяце проведения опыта масса осетров составляла 388 г в контрольной группе, 435 г в 1-опытной группе, 463 г во 2-опытной группе,

422 г в 3-опытной группе. Разница с контролем в пользу опытных осетров была, соответственно, 47 г, 75 г и 34 г или 12,11 %, 12,37 % и 8,76 %.

При взвешивании особей на пятом месяце проведения исследований по изучению эффективности использования концентрата белкового «Агро-Матик» их масса была, 416 г в контрольной группе, 469 г в 1-опытной группе (разница с контролем 53 г или 12,74 %), 499 г во 2-опытной группе (разница с контрольной группой была 83 г или 19,95 %), 454 г в 3-опытной группе (38 г или 9,13 %).

Живая масса осетров на шестом месяце исследований составляла 449 г в контрольной группе, 537 г в 1-опытной группе, 570 г во 2-опытной группе и 512 г в 3-опытной группе. Превосходство опытных групп над контролем составило 88 г в 1-опытной группе, 121 г во 2-опытной группе и 63 г в 3-опытной группе, в процентном выражении составило, соответственно, 19,59 %, 26,95 % и 14,03 %.

При взвешивании осетров на седьмом месяце проведения исследований, масса составляла 573 г в контрольной группе, 687 г в 1-опытной группе, что на 114 г или 19,90 %, 718 г во 2-опытной группе, что выше контроля на 145 г или 25,30 %, 658 г в 3-опытной группе, что выше контроля на 85 г или 14,83 %.

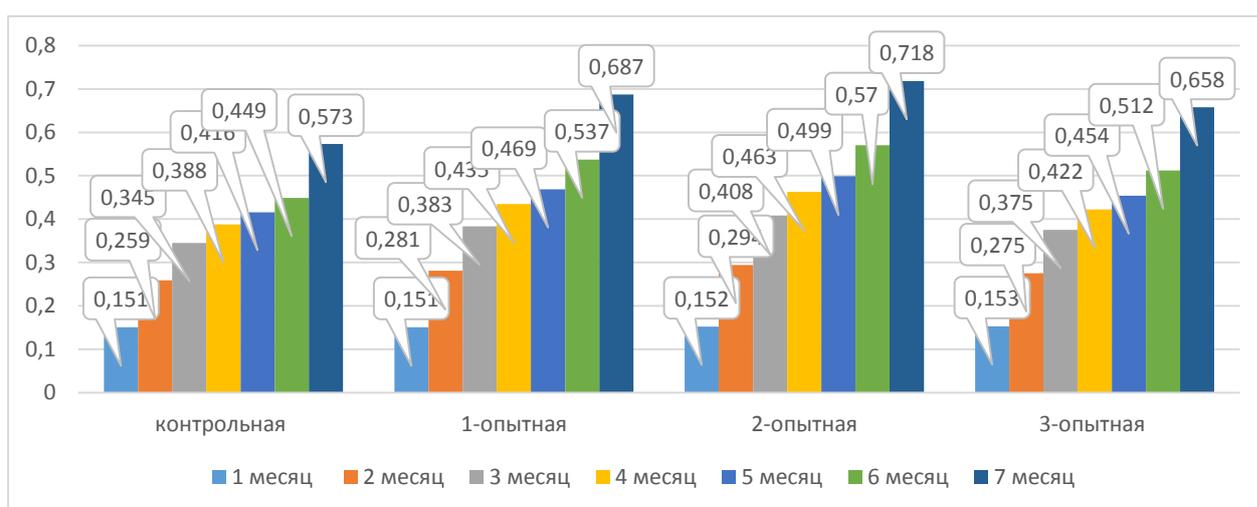


Рисунок 5 – Динамика живой массы ленского осетра, кг

После взвешивания рыбы определяли длину тела ленского осетра в

контрольной и опытных группах (таблица 7, рисунок 6).

Длина тела подопытных осетровых рыб была практически одинаковой и не имела существенных различий между контрольной и опытными группами. Однако, уже к четвёртому месяцу проведения исследований было выявлено превосходство опытных групп над контрольной по изучаемому показателю.

Таблица 7 – Динамика длины тела, см

Период исследования	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
1 месяц	37,4±1,49	37,1±1,53	37,3±1,56	37,4±1,60
2 месяц	39,4±1,84	39,5±1,90	40,2±1,88	39,9±1,85
3 месяц	42,3±1,55	42,5±1,36	43,4±1,63	43,2±1,66
4 месяц	45,6±1,77	46,5±1,62	47,8±1,76	47,1±1,79
5 месяц	47,7±1,52	48,7±1,74	50,3±1,55	49,4±1,80
6 месяц	52±1,64	53,2±1,69	54,6±1,74	53,7±1,71
7 месяц	54,9±1,75	56,0±1,74	57,3±1,80	56,4±1,77

При анализе приростов длины тела на пятом месяце проведения опыта было отмечено превосходство осетровых 2- и 3- опытных групп, что связано с их лучшим минеральным питанием. Так, превосходство 2-опытной группы над сверстниками из 3-, 1- и контрольной группами составило 1,70, 3,34 и 5,79 %. В возрасте 7 месяцев данная тенденция сохранилась, но превосходство 2-опытной группы, над сверстниками 3-, 1- и контрольной несколько сократилось и составило 1,57, 2,27, 4,19 %, соответственно.

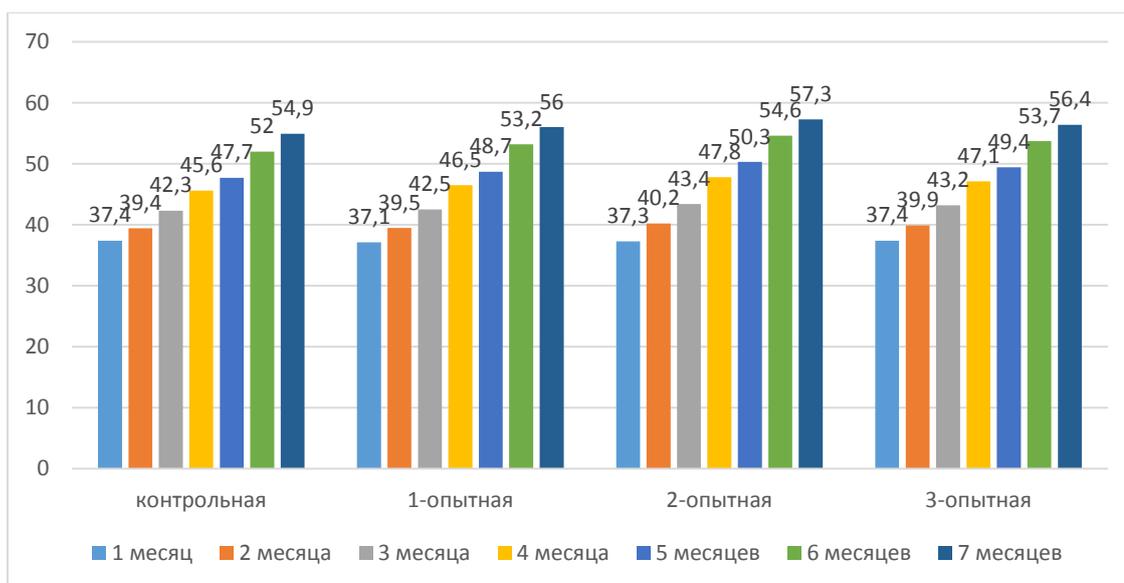


Рисунок 6 – Динамика длины тела рыб, см

Динамика высоты тела ленского осетра представлена в таблице 8,

рисунке 7.

Таблица 8 – Динамика высоты тела, см

Период исследования	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
1 месяц	3,2±0,11	3,3±0,13	3,1±0,12	3,2±0,14
2 месяц	3,6±0,14	3,7±0,16	3,55±0,18	3,7±0,16
3 месяц	4,1±0,13	4,2±0,15	4,2±0,16	4,4±0,18
4 месяц	4,7±0,17	4,9±0,19	5,0±0,21*	4,9±0,22
5 месяц	5,1±0,19	5,3±0,21	5,4±0,25	5,3±0,20
6 месяц	5,9±0,27	5,9±0,29	6,1±0,30	5,8±0,31
7 месяц	6,5±0,30	6,3±0,33	6,5±0,31	6,1±0,34

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

По высоте тела на 5 месяц выращивания наилучшие результаты были получены во второй опытной группе, превосходство над сверстниками из 2-, 3- и контрольной группами составило 3,5, 3,5 и 7,01% соответственно. На 7-й месяц выращивания наилучшие результаты были зафиксированы в контрольной и 1-опытной группе (6,5 см), при этом несколько сократилось превосходство над сверстниками 2- и 3- групп и составило 3,08 и 6,15%.

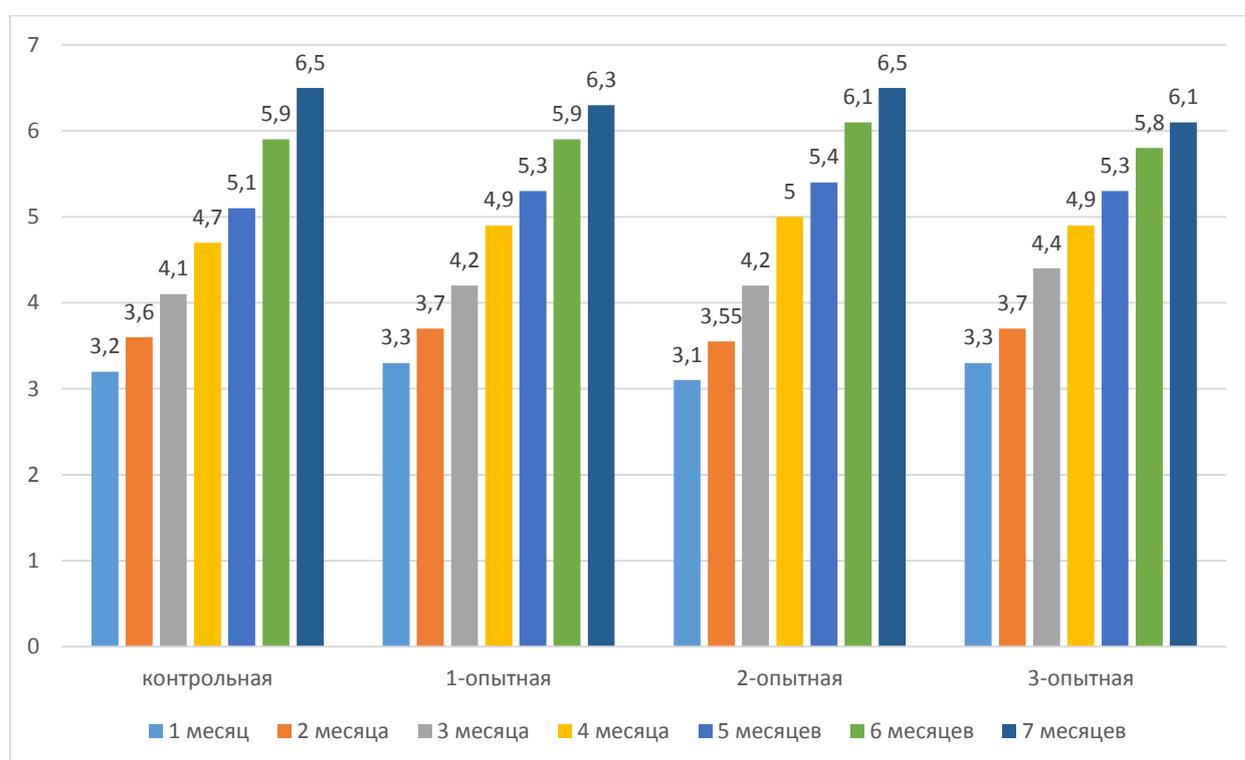


Рисунок 7 – Динамика высоты тела рыб, см

Динамику ширины тела также измеряли в контрольной и опытных

группах ежемесячно, данные отражены в таблице 9, рисунке 8.

Таблица 9 – Динамика ширины тела, см

Период исследования	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
1 месяц	2,9±0,17	2,8±0,16	2,9±0,15	2,9±0,16
2 месяц	3,3±0,22	3,3±0,25	3,2±0,23	3,3±0,24
3 месяц	3,8±0,27	3,8±0,27	3,8±0,27	3,8±0,27
4 месяц	4,5±0,29	4,7±0,30	4,6±0,27	4,6±0,28
5 месяц	5,1±0,32	5,3±0,33	5,3±0,35	5,2±0,69
6 месяц	5,7±0,34	5,8±0,35	5,9±0,36	5,9±0,67
7 месяц	6,4±0,37	6,8±0,39	6,5±0,41	6,4±0,40

На 5-й месяц выращивания по динамике прироста ширины тела различия между группами были менее выраженными. Вторая и третья опытные группы имели идентичные показатели и превосходили 3-опытную группу на 1,89%, контрольную группу на 3,77%. На 6-й месяце эксперимента наибольший прирост был зафиксирован в контрольной группе, а уже на 7-м месяце ширина тела в контрольной группе была идентична показателям сверстников из 2 и 3-опытной групп.

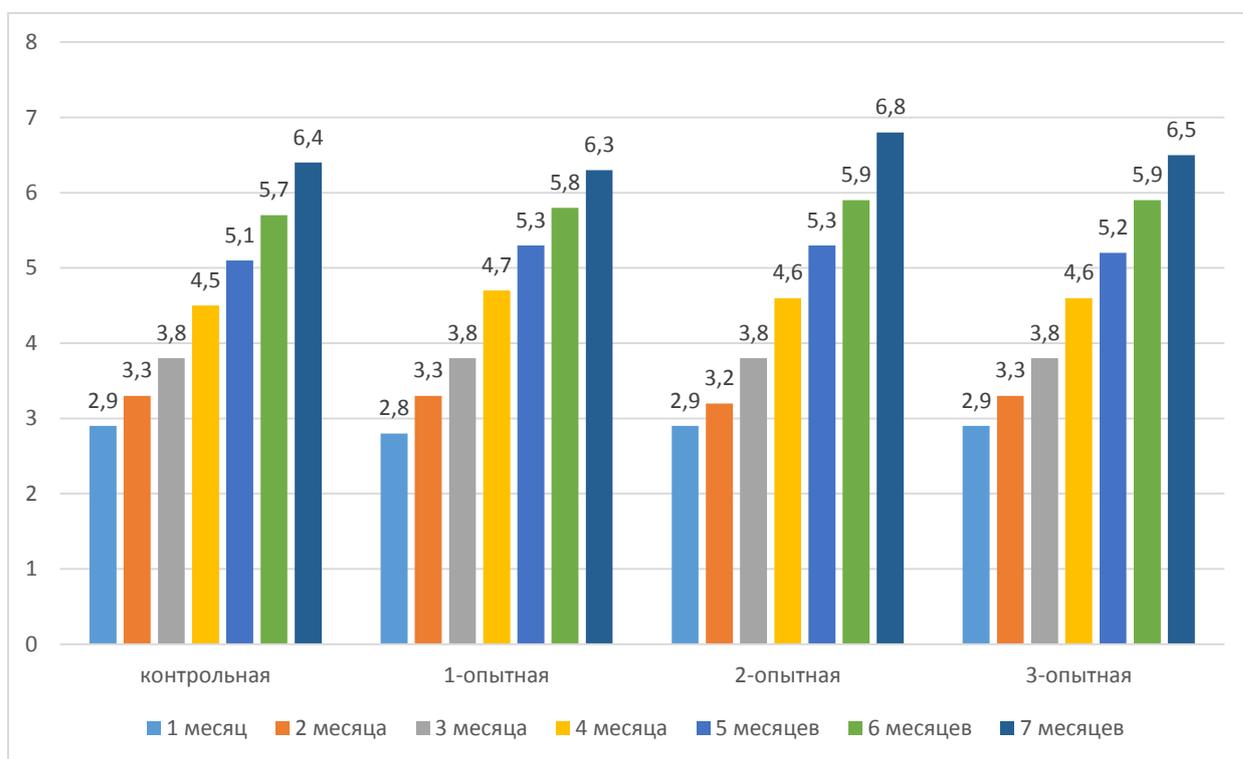


Рисунок 8 – Динамика ширины тела рыб, см

На основании данных ежемесячных измерений живой массы, длины тела, высоты тела и наибольшей толщины тела, был рассчитан абсолютный

прирост данных показателей у молоди ленского осетра (таблица 10).

Таблица 10 – Абсолютный прирост двухлеток ленского осетра

Показатели	Опытная группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Живая масса, кг	0,422	0,536	0,566	0,505
Длина тела, см	17,500	18,900	20,000	19,000
Высота тела, см	3,300	3,000	3,400	2,800
Наибольшая толщина тела, см	3,500	4,000	3,600	3,500

Абсолютный прирост живой массы молоди ленского осетра в контрольной группе составил 0,422 кг, в 1-опытной – 0,536 кг, во 2-опытной – 0,566 кг, в 3-опытной – 0,505 кг. Разница с контролем в пользу рыб из опытных групп была, соответственно, 0,114 кг, 0,144 кг и 0,083 кг.

Показатель «абсолютный прирост длины тела» в контрольной группе молоди ленского осетра составил 17,5 см, в 1-опытной – 18,9 см, что было выше на 1,4 см, чем в контрольной группе, во 2-опытной – 20,0 см, превзойдя аналогов контроля на 2,5 см, а в 3-опытной группе – 19,0 см, что было выше, чем в контрольной группе рыб на 1,5 см.

Абсолютный прирост высоты тела в контрольной группе составил 3,3 см в то время, как в 1-опытной 3,0 см, во 2-опытной – 3,4 см, в 3-опытной – 2,8 см.

«Абсолютный прирост наибольшей толщины тела» в контрольной группе составил 3,5 см, в группе 3-опытная он был аналогичен контролю, однако в группах 1-опытная и 2-опытная он был выше, соответственно, на 0,5 см и 0,1 см относительно контроля, составив 4,0 см в 1-опытной группе и 3,6 см во 2-опытной группе.

Таким образом, наилучшее соотношение по массе тела к его длине имели животные контрольной группы, второе место по упитанности заняли животные 1-опытной группы, они превосходили аналогов из 2 и 3-опытных групп, что связано с большей длиной тела животных.

### 3.6 Гематологические, морфологические, биохимические показатели

Анализ гематологических показателей рыб является одним из важнейших аспектов оценки иммунно-физиологического состояния организма. Кроветворная система является наиболее чувствительной к действию ионизирующего излучения, а структурно-функциональные изменения форменных элементов крови при хроническом радиационном воздействии могут быть причиной нарушения кроветворения на различных этапах онтогенеза рыб, однако исследования в этой области крайне немногочисленны [44]. Изучение морфологических нарушений элементов крови, а также оценка их цитофизиологических изменений является необходимым элементом мониторинга при проведении научных исследований по оценке кормовых продуктов в рационе объектов аквакультуры [77].

В этой связи был проведен анализ крови молоди ленского осетра проводили в возрасте 6 месяцев. Исследования гематологических показателей проводили на живых, внешне здоровых неповрежденных особях (таблица 11).

Кровь отбирали из гемального канала хвостового стебля.

Таблица 11 – Морфологические и биохимические показатели крови ленского осетра

n=5

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Эритроциты, $10^{12}/л$	1,52±0,02	1,63±0,01	1,69±0,02*	1,60±0,02
Гемоглобин, г/л	54,01±1,84	55,28±1,99	57,31±1,78	56,19±1,85
Общий белок, г/л	30,17±1,27	31,98±1,50	38,60±1,47**	37,21±2,28*
Глюкоза, ммоль/л	1,37±0,23	1,54±0,31	1,95±0,28	1,77±0,17
Холестерин, ммоль/л	3,87±0,64	4,42±0,54	4,71±0,38	4,56±0,51
Кальций, ммоль/л	1,73±0,66	1,92±0,69	2,77±0,54	2,38±0,56
Фосфор, ммоль/л	0,87±0,08	1,09±0,09	1,23±0,12*	1,19±0,09**
Магний, ммоль/л	1,03±0,17	1,21±0,12	1,30±0,18	1,26±0,14
Калий, ммоль/л	2,77±0,22	3,12±0,32	4,50±0,38**	3,87±0,24**

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

«Эритроциты — это красные кровяные тельца, самая многочисленная разновидность клеток крови. Они выполняют две важных функции:

транспортировку кислорода от легких к тканям и выведение углекислого газа из организма. Кроме того, красные клетки крови обладают защитной функцией, улучшая иммунную реакцию организма с помощью переноса иммуноглобулинов, а также участвуют в образовании гемоглобина в крови» [61].

В наших исследованиях было определено повышение уровня эритроцитов в крови рыб опытных групп. Так, их концентрация в крови особей контрольной группы достигла показателя  $0,91 \times 10^{12}/\text{л}$ , в 1-опытной группе  $0,93 \times 10^{12}/\text{л}$ , во 2-опытной  $0,97 \times 10^{12}/\text{л}$ , а в 3-опытной  $0,94 \times 10^{12}/\text{л}$ . Разница с контролем в пользу особей из опытных групп составила  $0,02 \times 10^{12}/\text{л}$ ,  $0,07 \times 10^{12}/\text{л}$ ,  $0,03 \times 10^{12}/\text{л}$ , соответственно.

Включение в комбикорм ленского осетра концентрата белкового «Агро-Матик» взамен рыбной муки, способствовало повышению уровня гемоглобина в крови особей контрольной группы. Так, гемоглобина в контрольной группе рыб  $54,01 \text{ г/л}$ , в 1-опытной –  $55,28 \text{ г/л}$ , что разнилось с контрольной группой на  $1,27 \text{ г/л}$ , во 2-опытной группе –  $57,31 \text{ г/л}$ , что выше контрольной группы на  $3,30 \text{ г/л}$ , в 3-опытной –  $56,19 \text{ г/л}$ , и было выше относительно контрольной группы на  $2,18 \text{ г/л}$ .

Частичная замена рыбной муки на концентрат белковый «Агро-Матик» способствовала повышению концентрации общего белка на  $1,81$ - $8,43 \text{ г/л}$  или  $5,99$ - $27,94 \%$ .

Уровень глюкозы в крови особей из контрольной группы составлял  $1,37 \text{ ммоль/л}$ , в 1-опытной –  $1,54 \text{ ммоль/л}$ , во 2-опытной –  $1,95 \text{ ммоль/л}$ , в 3-опытной –  $1,77 \text{ ммоль/л}$ . Разница с контрольной группой составляла  $0,17 \text{ ммоль/л}$  в 1-опытной группе,  $0,58 \text{ ммоль/л}$  во 2-опытной группе и  $0,40 \text{ ммоль/л}$  в 3-опытной группе.

Холестерина в крови рыб контрольной группы содержалось  $3,87 \text{ ммоль/л}$ , 1-опытной –  $4,42 \text{ ммоль/л}$ , во 2-опытной –  $4,71 \text{ ммоль/л}$ , в 3-опытной –  $4,56 \text{ ммоль/л}$ .

Концентрация кальция в крови осетров контрольной группы составила 1,73 ммоль/л. в 1-опытной группе – 1,92 ммоль/л, во 2-опытной группе – 2,77 ммоль/л, в 3-опытной – 2,38 ммоль/л. Разница с контролем в пользу опытных групп составила 0,19-1,04 ммоль/л.

Фосфора в крови особей контрольной группы было 0,87 ммоль/л, в 1-опытной – 1,09 ммоль/л, во 2-опытной группе – 1,23 ммоль/л, в 3-опытной группе – 1,19 ммоль/л. Разница с контролем в пользу опытных групп составила 0,22-0,36 ммоль/л.

Уровень магния и кальция в контрольной группе была, соответственно, в контрольной группе 1,03 ммоль/л и 2,77 ммоль/л, в 1-опытной группе – 1,21 ммоль/л и 3,12 ммоль/л, во 2-опытной группе – 1,30 ммоль/л и 4,50 ммоль/л, в 3-опытной – 1,26 ммоль/л и 3,87 ммоль/л.

В ходе проведения исследований по изучению морфологических и биохимических характеристик крови сибирского осетра ленской популяции было определено, что все исследуемые показатели не выходили за границы физиологической нормы, а некоторые показатели улучшились при использовании исследуемого кормового продукта. Таким образом, использование концентрата белкового «Агро-Матик» не ухудшило показатели кроветворения, что позволяет рекомендовать его, как безопасная альтернатива рыбной муки.

### **3.7 Влияние белкового концентрата на товарные качества рабы**

Современное состояние мировой аквакультуры объективно свидетельствует о неуклонном росте ее удельного веса в общем балансе рыбопродукции [81, 102].

Рост промышленного рыбоводства в мире составляет 10,6% в год, а в России всего около 5%. При этом доля российского производства составляет всего 0,2% от мирового. Увеличение производства рыбы традиционными методами, основанными в основном на экстенсивном использовании природных ресурсов, имеет определенные естественные ограничения;

поэтому дальнейшее развитие отрасли тесно связано с промышленными технологиями [66].

В промышленной аквакультуре с переходом на высокоинтенсивные формы рыбоводства земледелие, основной ущерб наносят алиментарные болезни. Одним из них является дефицит белка в рыбе. Это заболевание развивается как при неизменном белковом питании и при дефиците некоторых аминокислот в пище [70].

Результаты контрольного убоя осетров были проведены в конце проведения первого научно-хозяйственного опыта (таблица 12, рисунок 9).

Результаты проведенного убоя осетров демонстрируют превосходство 2-опытной группы над группами-аналогами контроля 1-опытной и 3-опытной группами.

Таблица 12 – Результаты морфометрического анализа подопытных осетров (M±m)

n=5

Группа	Показатели															
	Живая масса особи		Масса плавников с головой		Масса кожи рыб		Масса мышц		Масса внутреннего жира		Масса хрящевой ткани		Масса внутренних органов		Масса слизи, полостной жидкости, жабр	
	г	%	г	%	г	%	г	%	г	%	г	%	г	%	г	%
контрольная	573,00 ±1,22	100,00	88,07 ±2,52	15,37	67,27 ±1,34	11,74	274,92 ±4,21	47,98	35,53 ±1,63	6,20	86,06 ±2,36	15,02	16,27 ±0,37	2,84	4,88 ±0,25	0,85
1-опытная	687,00 ±1,12	100,00	99,96 ±2,73	14,55	72,34 ±1,36	10,53	359,09 ±4,02**	52,27	40,81 ±1,54	5,94	89,72 ±2,29	13,06	19,17 ±0,43	2,79	5,91 ±0,18	0,86
2-опытная	718,00 ±1,41***	100,00	107,56 ±2,94	14,98	73,30 ±1,27	10,21	376,59 ±3,98***	52,45	42,23 ±1,71	5,88	91,98 ±2,45	12,81	20,60 ±0,51	2,87	5,80 ±0,15	0,80
3-опытная	658,00 ±1,37	100,00	94,16 ±2,61	14,31	73,76 ±1,23	11,21	340,58 ±4,15	51,76	39,54 ±1,80	6,01	86,13 ±2,21	13,09	18,49 ±0,39	2,81	5,34 ±0,21	0,81

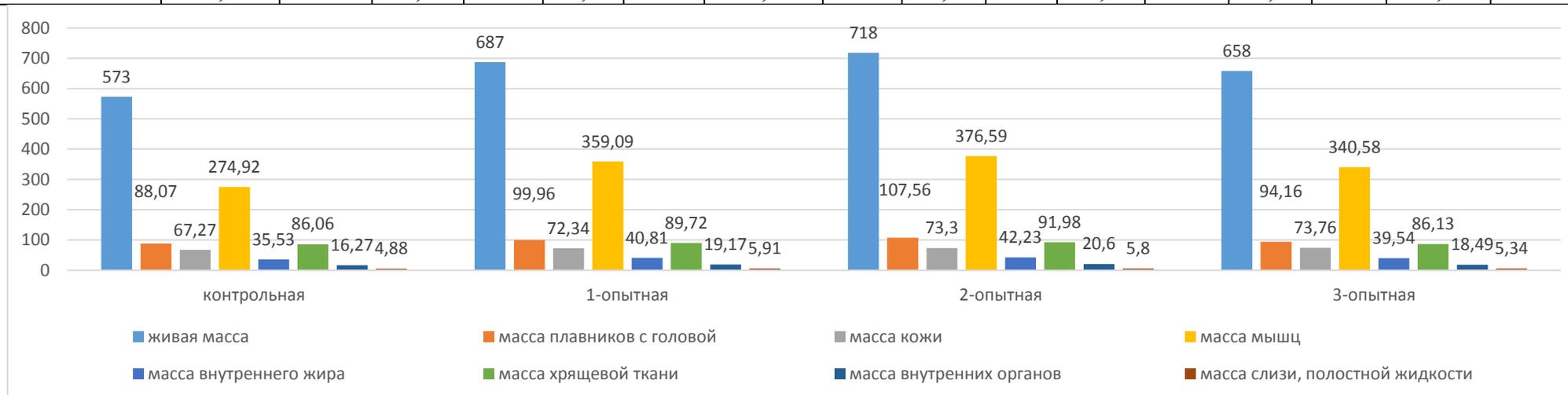


Рисунок 9 – Результаты анатомическое разделки двухлеток осетра, г

Предубойная живая масса двухлеток ленского осетра составила 573,00 г в контрольной группе в то время, как особи 1-опытной группы, в рационах которых рыбную муку на 25 % заменяли белковым концентратом «Агро-Матик», имели более высокий показатель, превосходящий контрольную группу на 145 г (25,30 %).

Масса плавников с головой в контрольной группе находилась на уровне 88,07 г, в 1-опытной -99,96 г, что было выше контроля на 11,89 г, во 2-опытной 107,56 г, что выше, чем в контрольной группе 19,49 г, а в 3-опытной 94,16 г. и было выше, чем в контрольной группе на 6,09 г.

В ходе исследований отмечалось, что масса мышц у особей контрольной группы от массы их тела составила 47,98 %, в то время, как в 1-опытной группе данный показатель составил 52,45 %, что превзошло контрольную группу по изучаемому показателю на 4,47 %, во 2-опытной группе масса мышц осетров к общей массе тела составила 52,27 %, что было выше контроля на 4,29 %, в 3-опытной данный показатель превосходил контрольную группу на 3,78 %, и составил при этом, 51,76 %.

В наших исследованиях при проведении контрольного убоя и разделки особей ленского осетра были осмотрены и изучены внутренние органы (таблица 13).

Таблица 13 – Масса внутренних органов двухлеток, г

Группа	Показатель				
	Масса желудка, г	Масса печени, г	Масса сердца, г	Масса спирального клапана, г	Масса кишечника, г
контрольная	3,94±0,53	3,55±0,62	1,30±0,38	1,59±0,21	5,89±0,83
1-опытная	4,24±0,61	4,37±0,70	1,57±0,42	1,73±0,19	8,69±0,90
2-опытная	4,32±0,46	4,56±0,59	1,60±0,32	1,72±0,22	8,40±0,88
3-опытная	4,04±0,32	4,11±0,38	1,35±0,24	1,63±0,16	7,36±0,74

Масса внутренних органов у двухлеток в конце проведения первого научно-хозяйственного опыта составила 16,27 г в контрольной группе, 19,17 г в 1-опытной группе, 20,60 г во 2-опытной группе и 18,49 г в 3-опытной группе особей.

Исследованиями было определено повышение массы внутренних органов у особей 2-опытной группы, в рацион которых вводили белковый концентрат «Агро-Матик» взамен рыбной муки в количестве 25 % (рисунок 9).

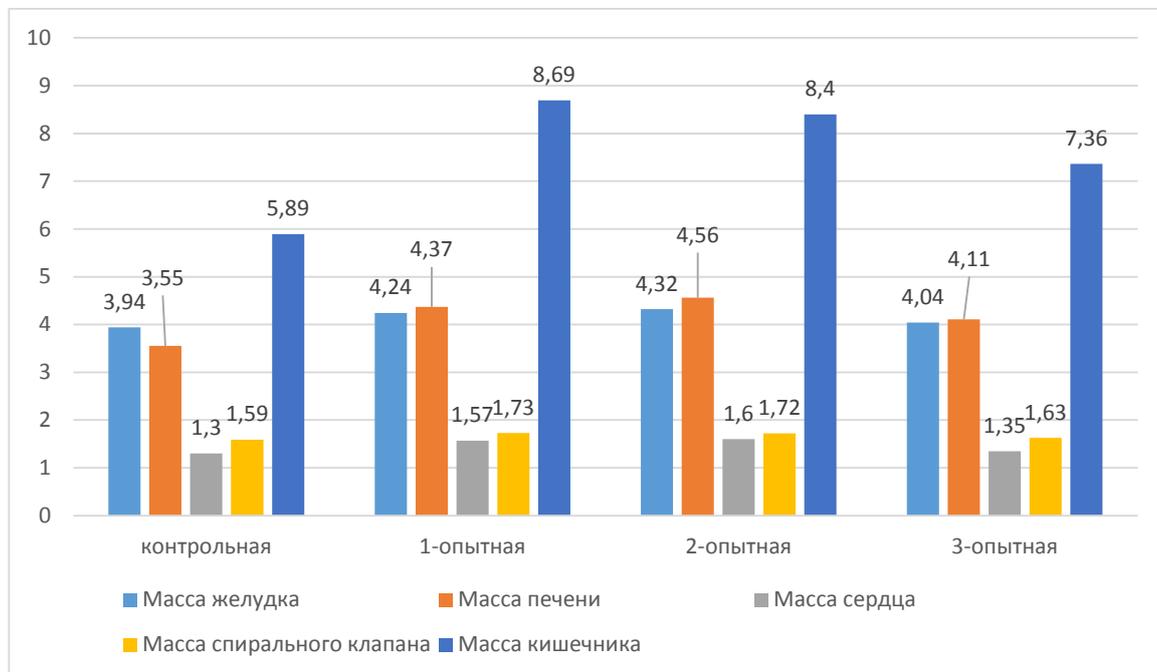


Рисунок 9 – Масса внутренних органов двухлеток, г

Для обоснования эффективности использования кормовых добавок, при выращивании ленского осетра, нами был изучен химический состав мышечной ткани рыбы по три образца от каждой группы (таблица 14).

Таблица 14 – Химический состав сухого вещества мышечной ткани, %

Группа	Показатель			
	Белок	Жир	Зола	Итого
контрольная	55,43±3,12	37,64±2,55	6,93±1,88	100,00
1-опытная	60,03±3,27	32,84±2,61	7,13±1,65	100,00
2-опытная	57,91±3,31	35,09±2,59	7,00±1,74	100,00
3-опытная	56,39±2,38	36,77±2,47	6,84±1,22	100,00

Анализ полученных результатов химического состава абсолютно сухого вещества мышечной ткани рыбы по основным показателям, свидетельствует о повышенном содержании белка в тканях рыб опытных групп.

Особи 2-опытной группы отличались более высоким содержанием белка в сухом веществе мышечной ткани, что составило 60,03 %, превзойдя

показатель контрольной группы на 4,6 %, во 2-опытной группе данный показатель находился на уровне 57,91 %, и превзошел контроль на 2,48 %, в 3-опытной группе содержание протеина в сухом веществе мышечной ткани составило 56,39 %, и превзошло показатель контрольной группы на 0,96 %.

Но при этом, наибольшее содержание жира было в контрольной группе, в сравнении с содержанием в тканях опытных групп. Отсюда, можно сделать вывод, что рыбы 1-,2- и 3-опытных группах лучше усваивали и накапливали в теле питательные вещества, формирующие мышечную ткань, а именно аминокислоты. В этой связи, в задачу исследований входило изучение аминокислотного состава мышечной ткани ленского осетра (таблица 15).

Таблица 15 – Аминокислотный состав мышечной ткани молоди ленского осетра, %

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Аспарагиновая кислота	1,12±0,04	1,39±0,09*	1,25±0,08	1,19±0,08
Серин	0,57±0,05	0,73±0,06	1,69±0,03***	1,58±0,04***
Глутаминовая кислота	2,17±0,01	2,25±0,02**	2,20±0,04	2,19±0,03
Глицин	0,94±0,01	1,07±0,03***	0,98±0,02	0,96±0,03
Гистидин	0,62±0,02	0,67±0,03	0,65±0,04	0,63±0,04
Треонин	0,77±0,04	0,85±0,01	0,74±0,02	0,75±0,03
Аргинин	0,77±0,06	0,95±0,05*	0,76±0,06	0,71±0,08
Аланин	1,12±0,02	1,24±0,01***	1,18±0,02*	1,15±0,03
Цистин	0,37±0,04	0,43±0,06	0,39±0,05	0,40±0,06
Пролин	0,45±0,03	0,58±0,02*	0,51±0,03	0,47±0,04
Тирозин	0,43±0,02	0,51±0,02*	0,45±0,03	0,44±0,05
Валин	0,60±0,04	0,73±0,05	0,65±0,06	0,62±0,08
Метионин	0,65±0,04	0,72±0,02	0,68±0,03	0,67±0,04
Лизин	0,58±0,03	0,69±0,01*	0,61±0,02	0,61±0,03
Цзолейцин	0,70±0,08	0,79±0,05	0,74±0,06	0,68±0,07
Лейцин	1,22±0,09	1,44±0,07	1,23±0,08	1,19±0,08
Фенилаланин	1,15±0,05	1,24±0,04	1,19±0,06	1,16±0,09
Итого	14,23	16,28	15,90	15,40

\*P≥0,95, \*\*P≥0,99, \*\*\*P≥0,999

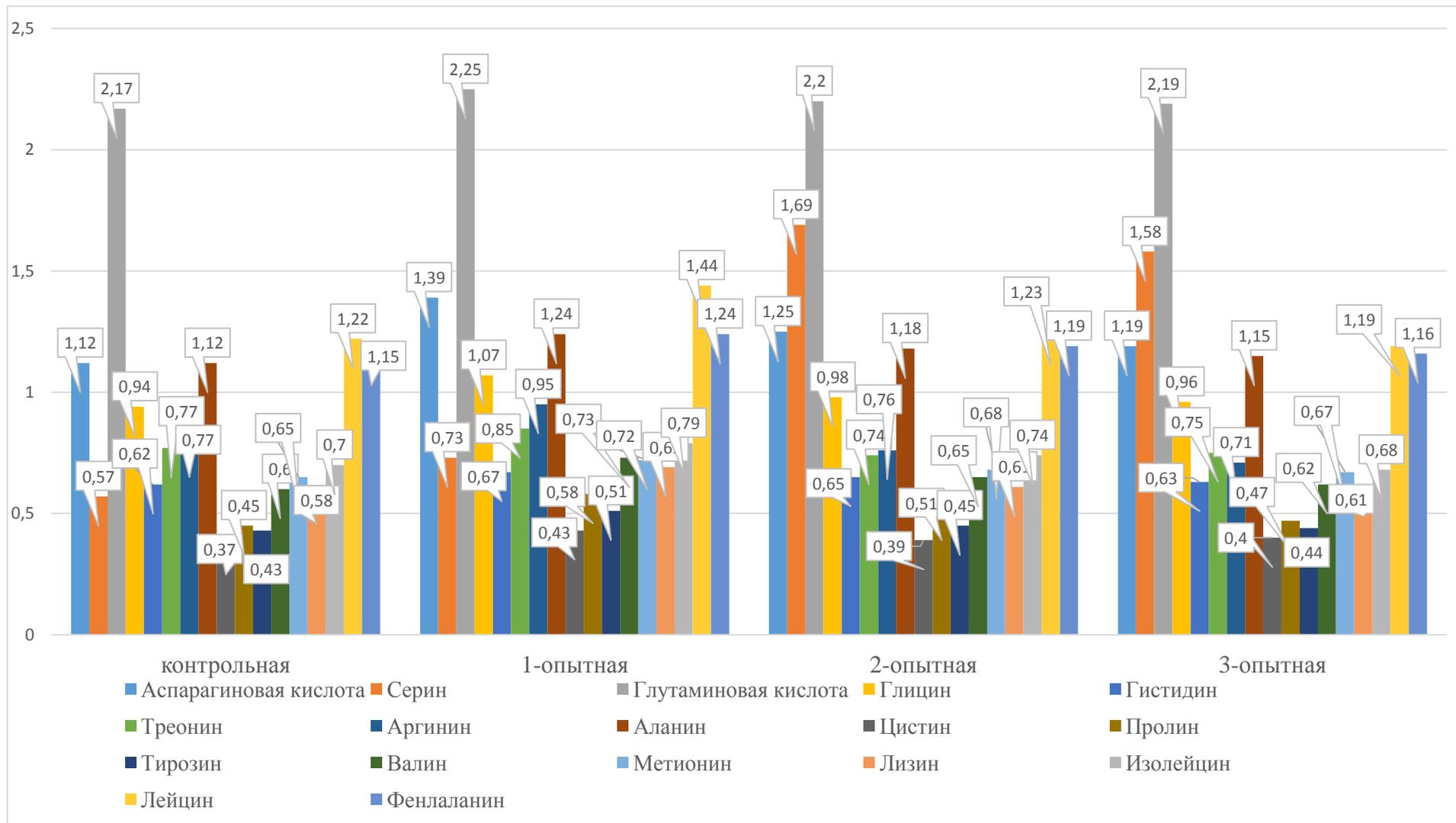


Рисунок 10 - Аминокислотный состав мышечной ткани молоди ленского осетра, %

Проведя анализ аминокислотного состава мышечной ткани подопытных особей, видно, что в ее состав входит набор незаменимых и заменимых аминокислот для рыб. На использование белкового концентрата «Агро-Матик» в составе комбикорма реагируют все исследуемые аминокислоты (рисунок 10).

Увеличение общего количества аминокислот наблюдается в опытных группах, соответственно, на 2,05 г/100 г, 1,67 г/100 г и 1,17 г/100 г.

### **3.8 Изучение влияния белкового концентрата «Агро-Матик» на микробиоту кишечника ленского осетра**

Микробиота кишечника представляет собой сложное сообщество из сотен разнообразных микроорганизмов. Микробиота кишечника влияет на живой организм, играя роль в модуляции иммунной системы, переваривании питательных веществ и регуляции функции кишечника.

Кишечный микробиом способствует врожденной защите и адаптивным иммунным реакциям у рыб [94, 99].

Напротив, нарушение кишечного микробиома вызывает функциональные и воспалительные желудочно-кишечные расстройства, ожирение и расстройства пищевого поведения.

Микробиота играет жизненно важную роль в поддержании здоровья кишечника и влияет на общую продуктивность осетровых рыб.

Состав кишечной микробиоты меняется в зависимости от возраста птицы, генотипа и системы производства. Метаболиты кишечной микробиоты, такие как короткоцепочечные жирные кислоты, индол, триптамин, витамины и бактериоцины, участвуют в перекрестных взаимодействиях между хозяином и микробиотой, поддержании барьерной функции и иммунном гомеостазе [2].

Кроме того, стресс изменяет микробный состав. Таким образом, нормальный кишечный микробиом необходим для поддержания нормальной физиологии, а также нормального поведения, регулируемого через ось кишечник – мозг.

Таким образом, то, как система выращивания влияет на поведение, микробные и генетические аспекты, имеет большое значение для благополучия рыб. Тем не менее, существует недостаток знаний о корреляции между поведением, взаимодействующим с микробными и генетическими аспектами. [30].

Бактериологические исследования особей были проведены в рамках научно-исследовательской работы «Изучение влияния белкового концентрата «Агро-Матик» на продуктивные качества молоди ленского осетра». Анализ проведен в клинко-диагностической бактериологической лаборатории ГБУЗ «Волгоградская областная клиническая больница №1». Известно, что микроорганизмы ихтиофауны, в гораздо большей степени влияют на здоровье их хозяев, чем у наземных животных. Для поддержания стабильности процессов пищеварения кишечная микрофлора гидробионтов основывается на врожденной микрофлоре совместно с искусственно высоким уровнем вселенных микроорганизмов (таблица 16).

Таблица 16 - Обобщенные результаты анализа микрофлоры кишечника ленского осетра, КОЕ/г

Наименование микроорганизмов	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Бифидобактерии	<10 <sup>8</sup>	<10 <sup>8</sup>	<10 <sup>8</sup>	10 <sup>8</sup>
Лактобактерии	<10 <sup>6</sup>	<10 <sup>8</sup>	<10 <sup>6</sup>	<10 <sup>6</sup>
Энтерококки	<10 <sup>5</sup>	<10 <sup>5</sup>	<10 <sup>5</sup>	<10 <sup>8</sup>
Клостридии	<10 <sup>5</sup>	<10 <sup>5</sup>	<10 <sup>5</sup>	<10 <sup>6</sup>
E coli типичные	10 <sup>5</sup>	<10 <sup>3</sup>	< 10 <sup>3</sup>	<10 <sup>5</sup>
E coli лактозонегативные	-	10 <sup>7</sup>	10 <sup>7</sup>	<10 <sup>5</sup>
E coli гемолитические	10 <sup>4</sup>	-	-	< 10 <sup>3</sup>
Другие условно-патогенные энтеробактерии	10 <sup>6</sup>	-	-	10 <sup>7</sup>
Стафилокок (золотистый)	-	-	-	-
Стафилококки(сапрофитн., эпидерм.)	<10 <sup>4</sup>	< 10 <sup>4</sup>	< 10 <sup>4</sup>	-
Дрожжеподобные грибы рода Candida	<10 <sup>4</sup>	<10 <sup>4</sup>	<10 <sup>4</sup>	-
Неферментирующие бактерии	-	-	-	< 10 <sup>4</sup>
Патогенная флора	+	-	-	-

Примечание «+» - обнаружены, «-» - не обнаружены

Исследованиями по изучению микрофлоры кишечника осетровых рыб, было определено более нестабильное состояние микрофлоры кишечника у особей из контрольной группы, в составе рациона которых преобладала рыбная мука.

Следует отметить, что лучшие показатели были отмечены в группах 1-опытная, 2-опытная и 3-опытная, рационы которых были с частичной заменой рыбной муки на концентрат белковый «Агро-Матик». В этих группах сохранилось преобладание представителей нормальной микрофлоры кишечника – бифидо- и лактобактерий, отсутствовали патогенны, однако, присутствовала условно-патогенная микрофлора, которая, по сообщениям ученых, обязательна должна быть в физиологическом здоровом организме.

Таким образом, выявлено, что содержание белковым концентратом «Агро-Матик», в концентрации 25, 50 %, по протеину взамен рыбной муки со сниженным содержанием животного протеина оказывает профилактическое действие против патогенной микрофлоры, снижает выраженность и длительность заболевания, повышает сопротивляемость и ингибирует колонизацию патогенными микроорганизмами.

### **3.9 Органолептическая оценка мышечной ткани двухлеток ленского осетра**

«Методы исследования мяса рыбы химическими и физическими способами позволяют установить состав, входящих в него питательных веществ и консистенцию, но определить вкусовые качества можно только с помощью органолептической оценки.

Органолептический анализ заключается в выявлении качественных отличий или определении общего, или частичного качества пищевых продуктов с помощью органов чувств.

Хотя это немного субъективный метод (индивидуальные привычки дегустации), он часто является окончательным и решающим при определении качества пищевых продуктов, в том числе и рыбы» [70].

С целью изучения влияния белкового концентрата «Агро-Матик» при выращивании ленского осетра в установках замкнутого водоснабжения на вкусовые качества рыбы, мы провели органолептическую оценку качества мышечной ткани и бульона подопытных рыб, по пятибалльной оценке, на кафедре «Кормление и разведение сельскохозяйственных животных» ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (рисунок 11, таблица 17).

Таблица 17 – Дегустационная оценка бульона и вареного мяса, балл

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Бульон	4,72	4,85	4,80	4,77
Мясо вареное	4,76	4,89	4,85	4,83
В среднем	4,74	4,87	4,83	4,80

Показатель «дегустационная оценка бульона» в контрольной группе составила 4,72 балла, в 1-опытной – 4,85 балла, во 2-опытной группе – 4,80 балла, в 3-опытной группе – 4,77 балла.

«Дегустационная оценка вареного мяса» в контрольной группе составила 4,76 балла, в 1-опытной 4,89 балла, во 2-опытной – 4,80 балла, в 3-опытной – 4,77 балла.

В среднем, дегустационная оценка была выше при сравнении с контрольной группой на 0,13 балла в 1-опытной группе, 0,09 балла во 2-опытной группе и на 0,06 балла в 3-опытной группе.

Исследование по определению дегустационных качеств бульона и вареного мяса позволяют сделать вывод о благоприятном воздействии концентрата белкового «Агро-Матик» взамен рыбной муки на вкусовые качества сибирского осетра ленской популяции.

### **3.10 Оценка эффективности использования комбикорма**

Поскольку затраты на корма являются самыми большими операционными расходами на предприятиях аквакультуры, очень важно оптимизировать стратегию кормления, чтобы максимизировать рост рыбы.

Оптимальная частота кормления для максимального роста рыбы зависит от вида и возраста.

«Полноценность кормления оказывает существенное влияние на продуктивность рыбы и эффективность использования кормов» [144], поэтому в наших исследованиях мы учитывали количество скормленных комбикормов и рассчитали затраты кормов на 1 кг прироста массы ленского осетра (таблица 18).

Таблица 18 – Конверсия комбикорма у объектов аквакультуры в период проведения научно-хозяйственного опыта

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Затраты комбикорма на 1 голову, г	1278,25	1246,89	1252,37	1225,39
Затраты комбикорма на 1 кг прироста живой массы рыб, г	3029,00	2326,29	2212,67	2426,51

Затраты комбикорма на 1 голову в контрольной группе составили 1278,25 г за период опыта, в 1-опытной группе данный показатель составил 1246,89 г, что ниже при сравнении с контрольной группой на 31,31 г или 2,45 %, в группе «2-опытная» затраты комбикорма на одну особь составили 1252,37 г, что было ниже относительно контрольной группы на 25,88 г или 2,02 %, в 3-опытной – 1225,39 г, и было ниже, при сравнении с контрольной группой на 52,86 г или 4,13 %.

Затраты комбикорма на прирост 1 кг живой массы особей в контрольной группе составили 3029,00 г, в 1-опытной – 2326,29 г, что ниже относительно контроля на 702,71 г, во 2-опытной группе – 2212,67 г, что оказалось меньше, чем в контрольной группе рыб на 318,52 г, в 3-опытной группе – 2220,00 г, и было ниже, чем в контрольной группе на 311,19 г (рисунок 12).

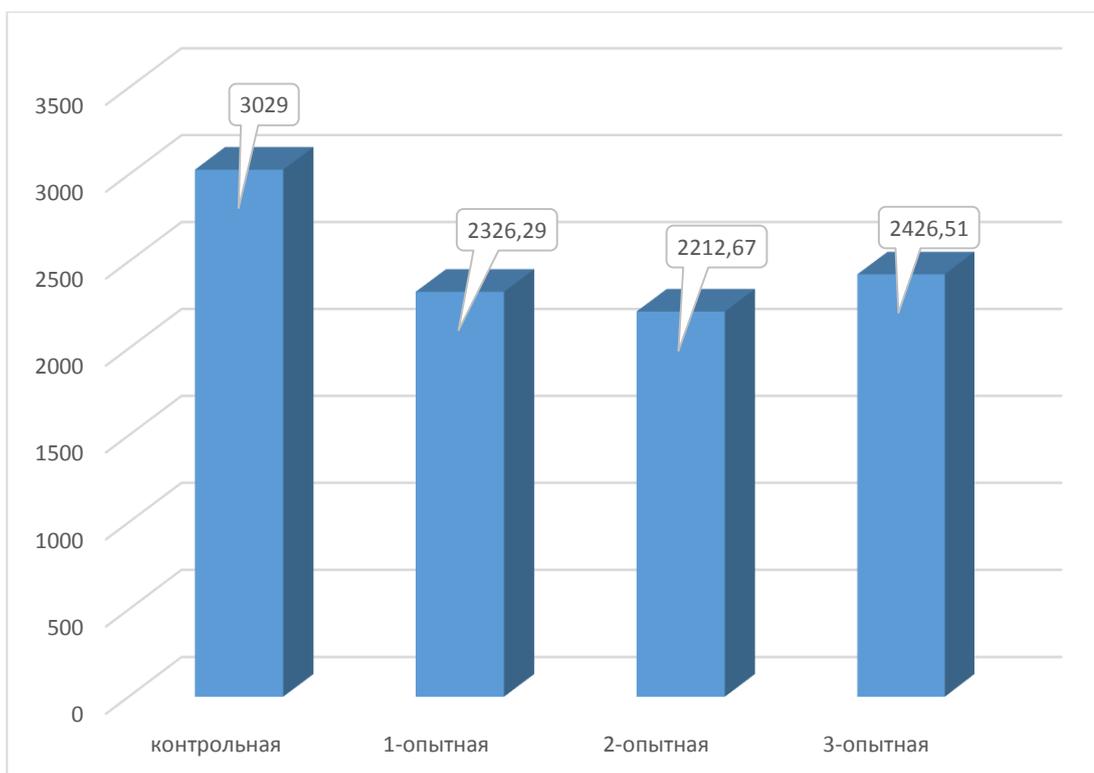


Рисунок 12 - Затраты комбикорма на прирост 1 кг живой массы, г

### 3.11 Экономическая эффективность выращивания осетров

Осетровые представляют собой виды рыб, имеющие биологическое и экономическое значение, и большинство из них находятся под угрозой исчезновения, уязвимы или редки из-за их крупного размера, позднего полового созревания, длительного периода между нерестами и долголетия [6].

Эти уникальные биологические характеристики делают их очень восприимчивыми к чрезмерному вылову рыбы, деградации среды обитания и нерестилищ, а также загрязнению воды и отложений загрязняющими веществами [45].

Завершающим этапом исследований по изучению влияния белкового концентрата «Агро-Матик» при выращивании ленского осетра был расчет экономической эффективности (таблица 19).

Таблица 19 – Расчет экономической эффективности использования  
белкового концентрата «Агро-Матик» при выращивании двухлеток ленского  
осетра,  $M \pm m$

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Масса всей рыбы при постановке опыта, кг	7,55	7,60	7,55	7,65
Масса всей рыбы в конце опыта, кг	35,15	34,35	35,90	32,90
Валовой прирост рыбы, кг	27,60	26,75	28,35	25,25
Стоимость 1 кг комбикорма	114,26	101,02	92,26	81,26
Затраты комбикорма на 1 голову, кг	1,225	1,247	1,252	1,278
Всего затрачено комбикорма за опыт, кг	61,27	62,35	62,60	63,90
Стоимость всего комбикорма, тыс. рублей	7000,71	6298,60	5775,48	5192,51
Реализационная стоимость 1 кг живой рыбы, рублей	850	850	850	850
Прибыль от реализации рыбы, рублей	29877,5	29197,5	30515,00	27965,00
Дополнительная прибыль за счет экономии затрат на корма, рублей	-	702,11	1225,23	1808,2
Экономическая эффективность, рублей	-	22,11	1862,73	104,3

Применение белкового концентрата в кормлении ленского осетра способствует повышению продуктивности и увеличению экономической эффективности его выращивания.

Это позволяет нам рекомендовать данные кормовые добавки в рыбоводные хозяйства с индустриальными способами выращивания рыбы. Главным источником увеличения продуктивности рыбы, улучшения качества производимой продукции, снижения ресурсозатрат и повышения экономической эффективности отрасли в целом является совершенствование системы кормления.

В этой связи, неотъемлемым элементом индустриальной технологии должно быть полноценное кормление рыбы, которое обеспечивает повышение эффективности использования специализированных кормов. В структуре себестоимости рыбы затраты на корма составляют значительную

часть, поэтому одной из задач наших исследований было установить себестоимость прироста ленского осетра и рассчитать ее структуру.

Таким образом, результаты научно-производственного опыта свидетельствуют о положительном влиянии белкового концентрата на продуктивность ленского осетра.

Выращивание ленского осетра таким способом экономически целесообразно.

### **3.12 Использование комбикормов с белковым концентратом «Агро-Матик» при выращивании трехлеток ленского осетра (II научно-хозяйственный опыт)**

Для второго научно-хозяйственного опыта были отобраны трехлетки ленского осетра, среднее значение массы которых составляло в начале эксперимента около 700 г.

Методом аналогов были сформированы четыре группы ленского осетра (одна контрольная и три опытные) по 50 голов в каждой. Продолжительность опыта составила 24 недели.

Схема опыта отражена в таблице 20.

Таблица 20 – Схема опыта

Группа	Особенность кормления
контрольная	ОР (основной рацион с рыбной мукой)
1-опытная	ОР (25% белкового концентрата «Агро-Матик» взамен рыбной муки)
2-опытная	ОР (50% белкового концентрата «Агро-Матик» взамен рыбной муки)
3-опытная	ОР (75% белкового концентрата «Агро-Матик» взамен рыбной муки)

В соответствии со схемой опыта контрольной группе трехлеткам ленского осетра скармливали основной рацион (ОР), в составе которого была рыбная мука. Молоди 1-опытной группы вводили 25 % белкового концентрата «Агро-Матик», 2-опытной – 50% концентрата «Агро-Матик», взамен рыбной муки, 3-опытной – 75 % рыбной муки заменили на «Агро-Матик».

Кормление рыб осуществлялось полнорационными комбикормами, составленными по детализированным нормам.

Состав и питательность комбикорма для осетровых рыб представлен в таблице 21, на рисунке 13.

Рецептура комбикорма для ленского осетра контрольной группы в период выращивания была следующей: рыбная мука – 60%, мясная мука – 8%, кровяная мука – 5%, шрот соевый - 10 %, дрожжи кормовые – 1%, рыбий жир – 5%, премикс – 1%.

Рецептура комбикорма для ленского осетра 1-опытной группы в период выращивания была следующей: рыбная мука – 45 %, концентрат белковый «Агро-Матик» - 15 %, мясная мука – 8 %, кровяная мука – 5 %, шрот соевый - 10 %, дрожжи кормовые – 1%, рыбий жир – 5 %, премикс – 1 %.

Рецептура комбикорма для ленского осетра 2-опытной группы в период выращивания была следующей: рыбная мука – 30 %, концентрат белковый «Агро-Матик» - 30 %, мясная мука – 8 %, кровяная мука – 5 %, шрот соевый – 10 %, дрожжи кормовые – 1%, рыбий жир – 5 %, премикс – 1 %.

Рецептура комбикорма для ленского осетра 3-опытной группы в период выращивания была следующей: рыбная мука – 15 %, концентрат белковый «Агро-Матик» - 45 %, мясная мука – 8 %, кровяная мука – 5 %, шрот соевый – 10 %, дрожжи кормовые – 1%, рыбий жир – 5 %, премикс – 1 %.

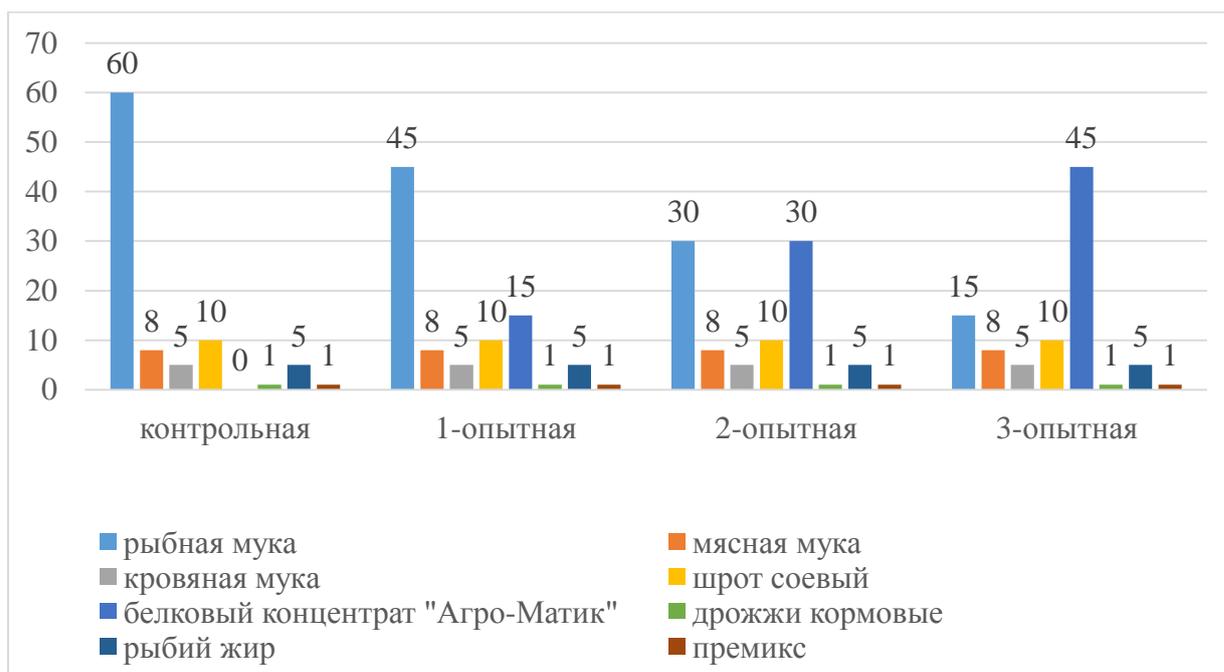


Рисунок 13 – Рецепт комбикорма для трехлеток ленского осетра, %

Таблица 21 – Рецепт комбикорма для трехлеток ленского осетра, %

Ингредиенты	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Рыбная мука	60	45	30	15
Мясная мука	8	8	8	8
Кровяная мука	5	5	5	5
Шрот соевый	10	10	10	10
Белковый концентрат «Агро-Матик»	0	15	30	45
Дрожжи кормовые	1	1	1	1
Рыбий жир	5	5	5	5
Премикс	1	1	1	1
Итого	100	100	100	100
В 100 г содержится				
Общей энергии, МДж/кг	20,98	21,01	21,88	20,83
Сырого протеина, г	45,70	45,81	45,99	45,78
Сырых углеводов, г	12,80	11,97	12,01	11,99
Сырой клетчатки, г	4,70	4,65	4,72	4,67
Сырого жира, г	15,70	14,21	15,23	15,02
Кальция, г	0,64	0,67	0,66	0,59
Фосфора, г	0,89	0,86	0,91	0,90

### 3.13 Динамика живой массы трехлеток ленского осетра

«Динамика изменения живой массы рыбы» считается главным показателем, который характеризует развитие и рост особей. Живая масса, которую определяют в динамике, является отражением уровня кормления и условий выращивания [7].

В данных исследованиях, была изучена динамика изменения живой массы особей осетра (ленского). Данные отражены в таблице 22.

Таблица 22 – Динамика изменения живой массы ленского осетра,  $M \pm m$   
n=50

Период опыта, дней (неделя)	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
При постановке на опыт	704,28	707,62	705,53	709,27
7 (1 неделя)	765,91±9,94	763,81±9,52	769,39±10,02	766,03±8,92
14 (2 недели)	826,37±11,02	832,46±12,18	847,04±11,89	829,34±10,34
21 (3 недели)	890,00±15,99	892,36±15,94	918,34±17,26	893,29±16,77
28 (4 недели)	949,03±17,21	960,02±18,26	1000,08±19,17	957,00±16,28
35 (5 недель)	994,81±19,02	998,36±17,04	1049,95±19,34	1002,33±18,34
42 (6 недель)	1048,92±16,26	1048,21±17,21	1115,00±17,21*	1056,81±15,21

Продолжение таблицы 22				
49 (7 недель)	1094,23±15,16	1105,39±16,39	1167,07±16,28**	1110,27±15,77
56 (8 недель)	1137,99±15,28	1142,81±16,32	1206,34±17,01*	1153,12±14,27
63 (9 недель)	1174,81±14,22	1175,00±17,06	1257,81±15,01**	1186,93±13,99
70 (10 недель)	1210,05±13,18	1220,07±11,99	1309,95±15,62***	1239,99±12,15
77 (11 недель)	1274,28±11,74	1285,49±12,12	1334,38±12,09**	1291,33±11,93
84 (12 недель)	1299,31±11,87	1318,99±12,03	1370,02±11,99**	1327,84±11,62
91 (13 недель)	1342,80±12,38	1349,05±12,31	1437,07±12,26***	1360,27±12,02
98 (14 недель)	1376,24±11,93	1387,31±11,68	1479,94±12,00***	1402,08±11,79
105 (15 недель)	1399,32±14,00	1415,01±13,95	1512,52±14,02***	1428,79±13,27
112 (16 недель)	1438,34±17,31	1441,54±17,45	1555,48±16,09***	1461,91±18,93
119 (17 недель)	1494,28±18,88	1512,11±20,35	1620,07±19,24***	1522,01±22,89
126 (18 недель)	1532,22±22,80	1593,52±21,18	1659,00±22,48**	1572,20±21,98
133 (19 недель)	1581,00±29,37	1609,96±31,26	1700,81±32,20*	1620,00±30,80
140 (20 недель)	1639,94±33,03	1659,55±34,85	1746,34±33,92*	1671,03±34,31
147 (21 неделя)	1690,97±36,23	1695,00±35,29	1801,93±36,61	1703,94±37,89
154 (22 недели)	1712,28±37,31	1729,06±37,81	1839,54±38,87*	1737,26±39,77
161 (23 недели)	1740,87±39,94	1771,24±39,45	1897,00±40,37*	1781,00±40,83
168(24 недели)	1773,31±23,45	1796,23±26,41	1921,46±27,81**	1815,94±22,85
Общий прирост	1069,03	1088,61	1152,07	1106,67

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

Уже в конце второй недели опыта абсолютный прирост живой массы у осетра 2-опытной группы превышал аналогов контрольной группы и составил 77,65 г, что выше на 14,34 г, чем в контрольной группе.

Данные результаты свидетельствуют о том, что наибольший общий прирост был во 2-опытной группе, где рыбная мука на 50 % заменялась белковым концентратом «Агро-Матик» (рисунок 16).

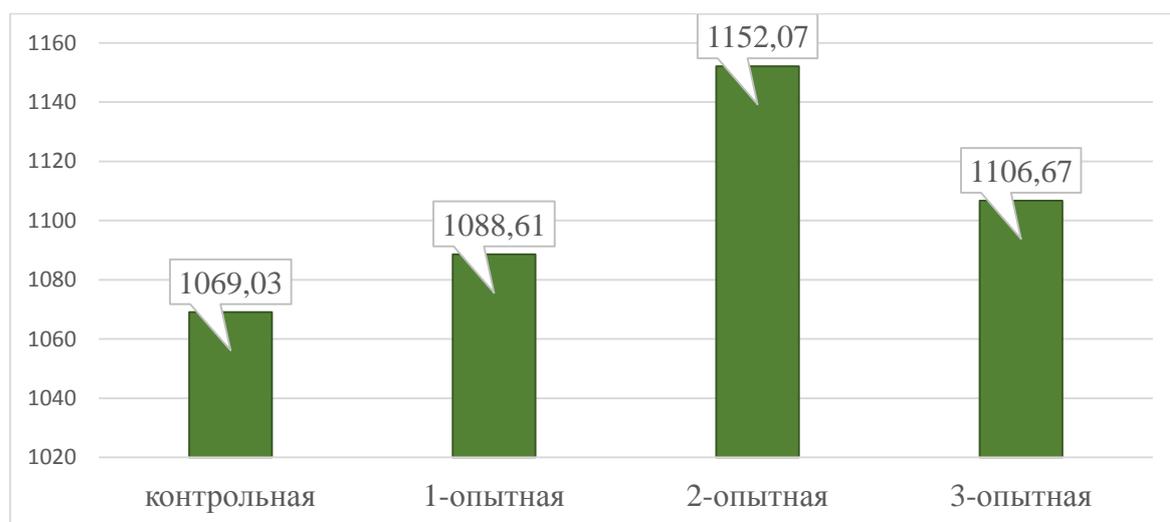


Рисунок 16 – Общий прирост живой массы рыбы, г

На основании данных еженедельных взвешиваний особей контрольной и опытных групп был рассчитан показатель абсолютного прироста по неделям.

Динамика измерений показателя «абсолютный прирост» отражена в таблице 23.

Таблица 23 – Абсолютный прирост живой массы трехлеток  
ленского осетра, г

Период опыта, дней (недель)	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
7 (1 неделя)	61,63±2,21	56,19±2,18	63,86±2,22	56,76±2,19
14 (2 недели)	60,46±2,74	68,65±2,63*	77,65±2,70***	63,31±2,69
21 (3 недели)	63,63±2,95	59,90±2,94	71,30±2,98	63,95±2,97
28 (4 недели)	59,03±2,99	67,66±2,95	81,74±2,92**	63,71±2,99
35 (5 недель)	45,78±3,03	38,34±3,00	49,87±2,99**	45,33±3,10
42 (6 недель)	54,11±3,09	49,85±3,05	65,05±3,00	54,48±3,18
Продолжение таблицы 23				
49 (7 недель)	45,31±3,12	57,18±3,10	52,07±3,15	53,46±3,17
56 (8 недель)	43,76±3,17	37,42±3,15	39,27±3,19	42,85±3,25
63 (9 недель)	36,82±3,19	32,19±3,21*	51,47±3,23	33,81±3,24
70 (10 недель)	35,24±3,24	45,07±3,37	52,14±3,39**	53,06±3,41
77 (11 недель)	64,23±3,27	65,42±3,30	64,43±3,32	51,34±3,39
84 (12 недель)	25,03±3,29	33,50±3,36	35,64±3,40	36,51±3,42
91 (13 недель)	43,49±3,31	30,06±3,40	67,05±3,39***	32,43±3,41
98 (14 недель)	33,44±3,33	38,26±3,39	42,87±3,41	41,81±3,42
105 (15 недель)	23,08±3,47	27,70±3,48	32,58±3,52	26,71±3,51
112 (16 недель)	39,02±3,51	26,53±3,49	42,96±3,56	33,12±3,50
119 (17 недель)	55,94±3,55	70,57±3,56	64,59±3,49	60,10±3,58
126 (18 недель)	37,94±3,60	81,41±3,59	38,93±3,58	50,19±3,62**
133 (19 недель)	48,78±3,66	16,44±3,68	41,81±3,65	47,80±3,70
140 (20 недель)	58,94±3,69	49,59±3,74	45,53±3,67	51,03±3,74
147 (21 неделя)	51,03±3,67	35,45±3,77	55,59±3,78	32,91±3,70
154 (22 недели)	21,31±3,74	34,06±3,80	37,61±3,75	33,32±3,83
161 (23 недели)	28,59±3,79	42,18±3,85	57,46±3,80	43,74±3,75
168(24 недели)	32,44±3,86	24,99±3,91	24,46±3,95	34,94±3,91
Общий прирост	1069,03	1088,61	1152,07	1106,67

Абсолютный прирост в период проведения исследований по изучению влияния концентрата белкового «Агро-Матик» взамен рыбной муки в комбикормах сибирского осетра ленской популяции был различным в контрольной и опытных группах, однако, более интенсивный рост был зафиксирован в опытных группах.

Особенно высокая скорость роста была отмечена в группе 2-опытная, которой вводили 50 % белкового концентрата «Агро-Матик» взамен рыбной муки.

Так, общий прирост живой массы у особей контрольной группы составил 1069,03 г, в 1-опытной, которой 25 % рыбной муки заменяли на концентрат белковый «Агро-Матик» – 1088,61 г, во 2-опытной, где рыбную муку на 50 % заменяли белковым концентратом «Агро-Матик» – 1152,07 г и в 3-опытной, замена рыбной муки на белковый концентрат «Агро-Матик» составила 75 % – 1106,67 г.

Наиболее высокий среднесуточный прирост наблюдался во 2-опытной группе и составил в среднем 4,50 г, что выше контрольной группы на 0,30 г (таблица 24).

В наших исследованиях наиболее высокая напряженность роста наблюдалась у ленского осетра в опытных группах в первую неделю выращивания, в контрольной группе скачков в темпах роста в течение опыта не происходило.

Таблица 24 – Среднесуточный прирост живой массы трехлеток ленского осетра, г

Период опыта, дней (недель)	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
7 (1 неделя)	8,80	8,03	9,12	8,11
14 (2 недели)	8,64	9,81	11,09	9,04
21 (3 недели)	9,09	8,56	10,19	9,14
28 (4 недели)	8,43	9,67	11,68	9,10
35 (5 недель)	6,54	5,48	7,12	6,48
42 (6 недель)	7,73	7,12	9,29	7,78
49 (7 недель)	6,47	8,17	7,44	7,64
56 (8 недель)	6,25	5,35	5,61	6,12
63 (9 недель)	5,26	4,60	7,35	4,83
70 (10 недель)	5,03	6,44	7,45	7,58
77 (11 недель)	9,18	9,35	3,49	7,33
84 (12 недель)	3,58	4,79	5,09	5,22
91 (13 недель)	6,21	4,29	9,58	4,63
98 (14 недель)	4,78	5,47	6,12	5,97
105 (15 недель)	3,30	3,96	4,65	3,82
112 (16 недель)	5,57	3,79	6,14	4,73
119 (17 недель)	7,99	10,08	9,23	8,59

Продолжение таблицы 24				
126 (18 недель)	5,42	11,63	5,56	7,17
133 (19 недель)	6,97	2,35	5,97	6,83
140 (20 недель)	8,42	7,08	6,50	7,29
147 (21 неделя)	7,29	5,06	7,94	4,70
154 (22 недели)	3,04	4,87	5,37	4,76
161 (23 недели)	4,08	6,03	8,21	6,25
168(24 недели)	4,63	3,57	3,49	4,99

Для более объективного суждения о сравнительном росте подопытных рыб, мы определили их относительную скорость роста в разные периоды выращивания.

Дальнейшая напряженность роста в опытных группах за период исследований была достаточно устойчива.

В среднем за опыт относительный прирост составил в контрольной группе 4,01 %, в 1-опытной – 3,98 %, во 2 опытной – 4,29 %, в 3 опытной – 3,94 % (таблица 25, рисунок 17).

Таблица 25 – Относительный прирост живой массы трехлеток  
ленского осетра, %

Период опыта, дней (недель)	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
7 (1 неделя)	8,38	7,64	8,66	7,69
14 (2 недели)	7,59	8,60	9,61	7,94
21 (3 недели)	7,41	6,95	8,08	7,42
28 (4 недели)	6,42	7,31	8,52	6,89
35 (5 недель)	4,71	3,92	4,87	4,63
42 (6 недель)	5,30	4,87	6,01	5,29
49 (7 недель)	4,23	5,31	4,56	4,93
56 (8 недель)	3,92	3,33	3,31	3,79
63 (9 недель)	3,18	2,78	4,18	2,89
70 (10 недель)	2,96	3,76	4,06	4,37
77 (11 недель)	5,17	5,22	4,87	4,06
84 (12 недель)	1,95	2,57	2,64	2,79
91 (13 недель)	3,29	2,25	4,78	2,41
98 (14 недель)	2,46	2,80	2,94	3,03
105 (15 недель)	1,66	1,98	2,18	1,89
112 (16 недель)	2,75	1,86	2,80	2,29
119 (17 недель)	3,82	4,78	4,07	4,03
126 (18 недель)	2,51	5,24	2,37	3,24
133 (19 недель)	3,13	1,03	2,49	2,99
140 (20 недель)	3,66	3,03	2,64	3,10
147 (21 неделя)	3,06	2,11	3,13	1,95
154 (22 недели)	1,25	1,99	2,07	1,94
161 (23 недели)	1,66	2,41	3,08	2,49

Продолжение таблицы 25				
168(24 недели)	3,73	2,82	2,58	3,92
В среднем	3,94	3,98	4,29	4,01

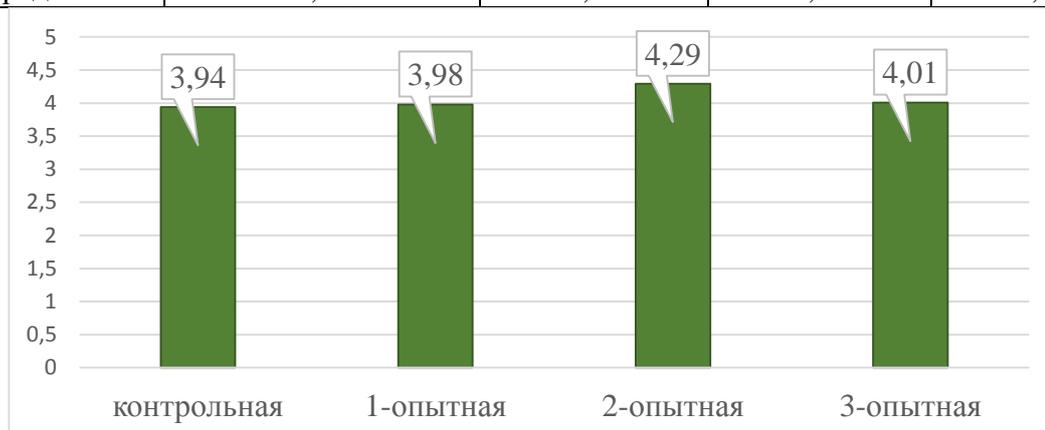


Рисунок 17 – Относительный прирост живой массы трехлеток  
ленского осетра (в среднем), %

Более высокая сохранность рыбы, в опытных группах, положительно отразилась на динамике ихтиомассы, по сравнению с контрольной группой (таблица 26).

Таблица 26 – Сохранность поголовья ленского осетра по неделям

Период опыта, дней (неделя)	Группа							
	контрольная		1-опытная		2-опытная		3-опытная	
	Количество особей в группе, голов	% сохранности						
7 (1 неделя)	50	100,00	50	100,00	50	100,00	50	100,00
14 (2 недели)	50	100,00	50	100,00	50	100,00	50	100,00
21 (3 недели)	49	98,00	49	98,00	50	100,00	50	100,00
28 (4 недели)	49	98,00	49	98,00	49	98,00	49	98,00
35 (5 недель)	49	98,00	49	98,00	49	98,00	49	98,00
42 (6 недель)	49	98,00	49	98,00	49	98,00	49	98,00
49 (7 недель)	48	96,00	49	98,00	49	98,00	48	96,00
56 (8 недель)	48	96,00	49	98,00	49	98,00	48	96,00
63 (9 недель)	48	96,00	48	96,00	49	98,00	47	94,00
70 (10 недель)	47	94,00	48	96,00	49	98,00	47	94,00
77 (11 недель)	47	94,00	48	96,00	49	98,00	47	94,00
84 (12 недель)	47	94,00	48	96,00	48	96,00	47	94,00
91 (13 недель)	47	94,00	48	96,00	48	96,00	46	92,00
98 (14 недель)	47	94,00	47	94,00	48	96,00	46	92,00
105 (15 недель)	47	94,00	47	94,00	48	96,00	46	92,00

Продолжение таблицы 26								
112 (16 недель)	47	94,00	47	94,00	47	94,00	46	92,00
119 (17 недель)	46	92,00	47	94,00	47	94,00	46	92,00
126 (18 недель)	46	92,00	47	94,00	47	94,00	46	92,00
133 (19 недель)	46	92,00	47	94,00	47	94,00	46	92,00
140 (20 недель)	46	92,00	46	92,00	47	94,00	45	90,00
147 (21 неделя)	46	92,00	46	92,00	47	94,00	45	90,00
154 (22 недели)	45	90,00	46	92,00	47	94,00	45	90,00
161 (23 недели)	45	90,00	46	92,00	47	94,00	45	90,00
168(24 недели)	45	90,00	46	92,00	47	94,00	45	90,00
Сохранность поголовья, %	90,00		92,00		94,00		90,00	

Сохранность поголовья ленского осетра определили ежедневно. Исследованиям было установлено, что сохранность поголовья осетровых рыб в контрольной группе составила 90,00 %, в 1-опытной 92,00 %, что на 2 % выше, чем в контрольной группе, во 2-опытной группе 94,00 %, что выше относительно контрольной группы на 4 %, в 3-опытной группе 90,00, что было аналогично контрольной группе.

На основании данных массы рыбы в группах и сохранности поголовья в каждой группе, была изучена динамика ихтиомассы ленского осетра (таблица 27).

Таблица 27– Динамика ихтиомассы ленского осетра, кг

Период опыта, дней (недель)	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
7 (1 неделя)	35,214	35,381	35,276	35,463
14 (2 недели)	38,295	38,190	38,69	38,301
21 (3 недели)	41,318	40,790	42,352	40,638
28 (4 недели)	43,610	43,725	44,999	43,771
35 (5 недель)	46,502	47,040	49,003	46,893
42 (6 недель)	48,746	48,919	51,447	49,114
49 (7 недель)	50,348	51,362	54,635	50,727
56 (8 недель)	52,523	54,164	57,186	53,293
63 (9 недель)	53,485	54,855	59,110	55,350
70 (10 недель)	55,216	56,400	61,632	55,785
77 (11 недель)	56,872	58,563	64,187	58,280
84 (12 недель)	59,891	61,703	64,050	60,693
91 (13 недель)	59,768	63,311	65,761	62,408
98 (14 недель)	61,769	63,405	68,979	63,933
105 (15 недель)	63,307	65,203	71,037	65,898
112 (16 недель)	64,369	66,505	71,088	67,153
119 (17 недель)	66,163	67,752	73,108	67,247

Продолжение таблицы 27				
126 (18 недель)	68,737	71,069	76,143	70,012
133 (19 недель)	70,482	74,895	77,973	72,321
140 (20 недель)	71,145	74,058	79,938	74,520
147 (21 неделя)	73797,3	76,339	82,078	76,867
154 (22 недели)	76,094	77,970	84,691	76,677
161 (23 недели)	77,053	79,537	86,458	78,177
168(24 недели)	78,339	81,477	89,159	80,145

Наименьший прирост ихтиомассы был контрольной группе, а наибольший во 2-опытной группе

В таблице 27 отражена динамика изменения ихтиомассы рыбы. В исследованиях было установлено, что особи 2-опытной группы, получавшие в составе комбикорма 50 % белкового концентрата «Агро-Матик» имели наиболее высокие темпы прироста живой массы, лучшую сохранность поголовья, что благоприятно отразилось при изучении динамики ихтиомассы.

Средняя длина трёхлеток ленского осетра представлена в таблице 28.

Таблица 28 – Усреднённая длина тела трёхлеток ленского осетра, см

Период опыта, дней (недель)	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
7 (1 неделя)	57,17	58,26	58,00	59,63
14 (2 недели)	58,23	60,23	58,99	61,87
21 (3 недели)	60,61	61,77	60,12	62,02
28 (4 недели)	61,00	62,23	61,36	62,21
35 (5 недель)	61,54	63,00	62,71	62,27
42 (6 недель)	62,33	63,17	63,19	62,94
49 (7 недель)	62,99	63,94	64,24	62,99
56 (8 недель)	63,48	64,17	65,05	63,50
63 (9 недель)	64,00	64,33	65,95	63,95
70 (10 недель)	64,31	65,99	66,12	64,37
77 (11 недель)	64,87	66,37	66,97	64,98
84 (12 недель)	65,73	66,94	67,07	65,81
91 (13 недель)	66,61	67,53	67,99	67,23
98 (14 недель)	67,84	68,26	68,59	68,00
105 (15 недель)	68,78	69,00	69,31	68,51
112 (16 недель)	69,29	71,07	70,53	69,10
119 (17 недель)	70,88	71,94	72,02	70,03
126 (18 недель)	71,17	72,00	72,94	71,00
133 (19 недель)	71,94	73,54	73,71	72,20
140 (20 недель)	72,51	74,38	74,95	73,47

Продолжение таблицы 28				
147 (21 неделя)	73,98	75,00	75,63	74,00
154 (22 недели)	74,22	75,22	77,07	75,12
161 (23 недели)	75,023	76,92	77,52	76,50
168(24 недели)	76,59	77,12	78,21	77,00

В ходе исследований было отмечено, что на протяжении 24 недель опыта, показатель усредненной длины тела в контрольной и опытных группах несколько отличался.

Средняя длина ленского осетра в возрасте 24 недель во 2-опытной группе составила 78,21 см, в 1-опытной – 77,12 см, в 3-опытной – 77,00 см.

На основании данных измерений линейных показателей осетров в контрольной и опытных группах, а также их живой массы, еженедельно рассчитывали коэффициенты упитанности трехлеток сибирского осетра ленской популяции.

Коэффициент упитанности представлен в таблице 29.

Таблица 29 – Коэффициенты упитанности трехлеток  
ленского осетра, %

Период опыта, дней (недель)	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
7 (1 неделя)	0,33	0,36	0,36	0,38
14 (2 недели)	0,32	0,35	0,37	0,39
21 (3 недели)	0,35	0,35	0,39	0,37
28 (4 недели)	0,37	0,37	0,40	0,39
35 (5 недель)	0,40	0,38	0,41	0,41
42 (6 недель)	0,40	0,40	0,42	0,41
49 (7 недель)	0,42	0,40	0,42	0,42
56 (8 недель)	0,43	0,42	0,42	0,43
63 (9 недель)	0,44	0,43	0,42	0,43
70 (10 недель)	0,45	0,41	0,44	0,44
77 (11 недель)	0,45	0,42	0,44	0,44
84 (12 недель)	0,45	0,43	0,44	0,45
91 (13 недель)	0,44	0,43	0,44	0,44
98 (14 недель)	0,43	0,42	0,45	0,43
105 (15 недель)	0,44	0,42	0,44	0,42
112 (16 недель)	0,43	0,39	0,43	0,42
119 (17 недель)	0,43	0,39	0,42	0,40
126 (18 недель)	0,43	0,41	0,42	0,41
133 (19 недель)	0,42	0,40	0,41	0,41
140 (20 недель)	0,41	0,39	0,40	0,41

Продолжение таблицы 29				
147 (21 неделя)	0,41	0,39	0,40	0,41
154 (22 недели)	0,40	0,40	0,39	0,41
161 (23 недели)	0,39	0,38	0,39	0,41
168(24 недели)	0,39	0,39	0,40	0,39

Расчетный показатель «коэффициент упитанности» был практически одинаковым на протяжении всего периода исследований, однако, было отмечено, что в конце опыта у особей 2-опытной группы он был выше на 0,01 %, составив 0,40 %.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что концентрат белковый «Агро-Матик» не оказал отрицательного влияния на показатели упитанности рыб.

### **3.14 Гематологические показатели крови подопытных осетровых рыб**

Гематологические показатели тесно связаны с реакцией рыб на экологические и биологические факторы. Например, в ответ на экологические и физиологические условия в составе крови рыб происходят большие изменения, такие как колебания уровня эритроцитов, лейкоцитов, гормонов, гематокрита, концентрации гемоглобина, количества лейкоцитов. Поэтому анализ показателей крови является ценным ориентиром при оценке состояния рыб, так как дает надежный показатель их физиологического состояния, комплекс данных, что особенно важно при разведении осетровых [44, 77].

В наших исследованиях для изучения влияния белкового концентрата «Агро-Матик», в составе комбикорма, на организм рыб был проведен анализ крови по основным морфологическим и биохимическим показателям (таблица 30).

Концентрация эритроцитов в крови особей контрольной и 3-опытной группы составила  $0,97 \cdot 10^{12}/л$ , в 1-опытной группе –  $0,99 \cdot 10^{12}/л$ , что было выше на  $0,02 \cdot 10^{12}/л$ , во 2-опытной –  $1,02 \cdot 10^{12}/л$ , что превзошло показатель контрольной группы на  $4,01 \cdot 10^{12}/л$ .

По уровню гемоглобина особи опытных групп превзошли контроль на 0,47-1,30 г/л, а по концентрации общего белка на 0,78-3,21 г/л.

Превосходство опытных групп по концентрации гематокрита в сыворотке крови особей составило 0,08-0,4 %.

Таблица 30 – Некоторые гематологические показатели молодежи  
ленского осетра

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Эритроциты, $10^{12}/л$	0,97±0,02	0,99±0,01	1,02±0,02	0,97±0,02
Гемоглобин, г/л	48,26±0,21	48,73±0,23	49,56±0,31*	48,94±0,33
Общий белок, г/л	36,78±1,22	38,21±1,54	39,99±1,37	37,56±1,63
Гематокрит	26,44±0,29	26,52±0,23	26,84±0,26	26,71±0,25

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

Таким образом, следует отметить, что применяемая в составе комбикорма высокобелковая кормовая добавка «Ашро-Матик» оказывает положительное влияние на состояние здоровья подопытных осетров.

### 3.15 Влияние концентрата белкового «Агро-Матик» на товарные качества ленского осетра

Осетровые рыбы относятся к пищевым деликатесам и известны своими богатыми питательными свойствами, которые необходимы для здоровья человека с доисторических времен. Интенсивное сокращение популяций диких осетровых привело к увеличению доли выращиваемых и гибридных видов в аквакультуре. Мясо осетра содержит легкоусвояемые белки, жиры, витамины и минералы, на которые влияет его биоразнообразие.

Рыба имеет большое значение на мировом рынке благодаря своим ценным компонентам, и ее потребление растет из года в год. Семейство осетровых является ценной промысловой рыбой благодаря богатству омега-3 высоконасыщенными жирными кислотами омега-6 полиненасыщенных кислот, витаминов и минералов (фосфор, магний, калий, натрий, кальций, железо).

Считается, что две жирные кислоты омега-3 и омега-6 с очень длинной цепью эйкозапентаеновая кислота и докозагексаеновая кислота, могут снизить риск ишемической болезни сердца у людей. Рыба является основным диетическим источником этих двух важных жирных кислот для человека.

При проведении наших исследований ленский осётр вырос до средней живой массы (таблица 31) в контрольной группе 1773,31 г, в 1-опытной группе до 1796,23 г, во 2-опытной до 1921,46 г, в 3-опытной до 1815,94 г.

В исследованиях было установлено, что применение в составе рациона осетровых рыб концентрата белкового «Агро-Матик» взамен рыбной муки способствует увеличению процента мышечной массы рыб на 0,04-0,14.

Таблица 31 – Результаты морфометрического анализа подопытных осетров ( $M \pm m$ ) ( $n=5$ )

Показатели	Экспериментальные группы			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Масса живой рыбы, г <i>V % от массы рыбы</i>	1773,31±23,45 100	1796,23±26,41 100	1921,46±27,81** 100	1815,94±22,85 100
Масса головы + плавники, г <i>V % от массы рыбы</i>	249,15±3,4 14,05	243,57±4,1 13,56	262,66±2,6* 13,51	243,34±3,9* 13,40
Масса кожи, г <i>V % от массы рыбы</i>	214,40±2,2 12,10	216,98±2,5* 12,08	226,54±2,7** 11,79	217,91±2,9* 12,00
Масса хрящевой ткани, г <i>V % от массы рыбы</i>	226,98±2,86 12,80	240,87±2,53 13,41	258,44±3,04** 13,45	238,25±3,64 13,12
Масса мышечная ткань, г <i>V % от массы рыбы</i>	915,03±6,1 51,60	927,51±4,5 51,64	994,16±7,8*** 51,74	937,93±6,3* 51,65
Масса внутреннего жир, г <i>V % от массы рыбы</i>	108,17±2,3 6,1	103,10±3,7 5,74	112,02±1,5 5,83	107,50±2,71 5,92
Масса внутренних органов, г <i>V % от массы рыбы</i>	45,93±0,91 2,59	50,83±1,38 2,83	56,68±1,4*** 2,95	52,20±1,29* 2,93
Масса крови + слизи + полостной жидкости + жабр <i>V % от массы рыбы</i>	13,65±1,1 0,76	13,37±1,2 0,74	10,96±0,94** 0,73	18,81±1,4** 0,98
Масса съедобных частей, г <i>V % от массы рыбы</i>	1036,85 58,47	1043,98 58,12	1117,14 58,14	1064,24 58,60
Масса несъедобных частей, г <i>V % от массы рыбы</i>	260,33 14,68	267,81 14,90	319,34 16,62	270,11 14,87
Масса съедобных и условно съедобных частей, г <i>V % от массы рыбы</i>	1512,98 85,32	1528,42 85,09	1602,12 83,38	1545,83 85,13

Особи опытных групп содержали меньше внутреннего жира. Данные результаты свидетельствуют о повышении убойного выхода ленского осетра, получавшего в составе комбикорма белковый концентрат «Агро-Матик».

### 3.16 Органолептическая оценка мышечной ткани двухлеток ленского осетра

С целью изучения влияния белкового концентрата «Агро-Матик» при выращивании ленского осетра в установках замкнутого водоснабжения на вкусовые качества рыбы, была проведена органолептическая оценка качества мышечной ткани и бульона подопытных рыб, по пятибалльной оценке, (рисунок 18).

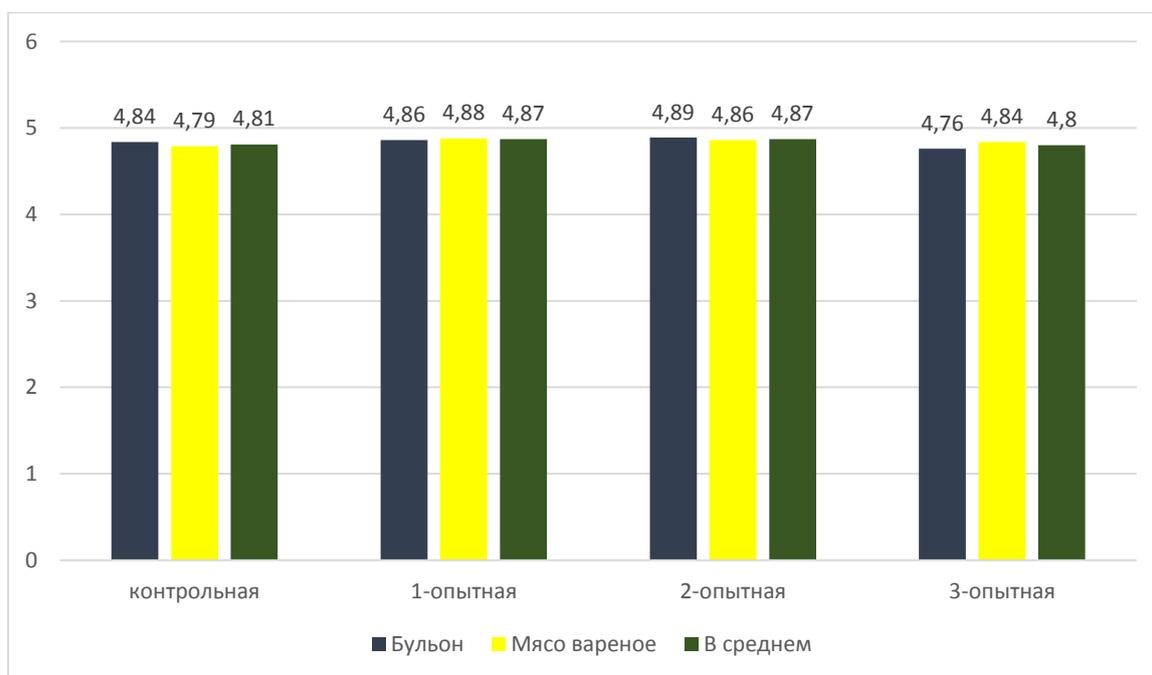


Рисунок 18 – Дегустационная оценка бульона и вареного мяса

Дегустационная оценка бульона показала следующие значения: в контрольной группе – 4,84 балла, в 1-опытной – 4,86 балла, во 2-опытной – 4,89 балла, в 3-опытной 4,76 балла.

При оценке вареного мяса были определены следующие результаты: в контрольной группе 4,79 балла, в 1-опытной – 4,88 балла, во 2-опытной – 4,86 балла, в 3-опытной – 4,84 балла.

В среднем в контрольной группе дегустационная оценка составила 4,81 балла, в 1-опытной – 4,87 балла, во 2-опытной – 4,87 балла, в 3-опытной – 4,80 балла.

### 3.17 Оценка эффективности использования комбикорма

«Кормление рыбы – одно из наиболее эффективных интенсификационных мероприятий. Оно основано на том, что, помимо естественной пищи, которую рыба находит обычно в водоемах, она способна потреблять и относительно хорошо использовать многие не свойственные ей в естественных условиях корма. Для нормального развития и роста рыбы, как и другие животные, нуждаются в определенном наборе питательных веществ. Потребность рыб в питательных веществах регулируется генетически обусловленным уровнем обмена веществ. Сбалансированное питание рыб является важным фактором, обеспечивающим их нормальную жизнедеятельность и правильный обмен веществ» [31].

Таблица 32 – Конверсия комбикорма у объектов аквакультуры в период проведения научно-хозяйственного опыта

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Затраты комбикорма на 1 голову, г	2236,22	2252,36	2289,87	2232,58
Затраты комбикорма на 1 кг прироста живой массы рыб, г	2091,82	2069,02	1987,61	2017,39

Общие затраты комбикорма были несколько выше в опытных группах, что связано с более высоким уровнем сохранности поголовья особей в данных группах по отношению к контрольной группе.

Однако, затраты комбикорма на 1 кг прироста живой массы рыбы были ниже во 2-опытной группе, в рацион которых вводили белковый концентрат «Агро-Матик» взамен 50 % рыбной муки (рисунок 19).

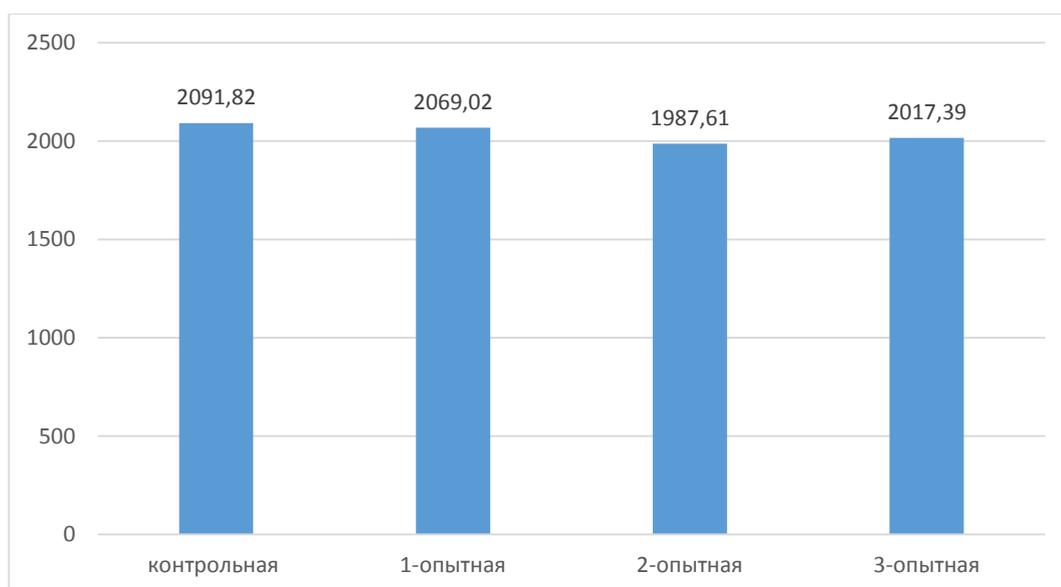


Рисунок 19 – Затраты комбикорма на 1 кг прироста, г

### 3.18 Экономическая эффективность использования концентрата белкового «Агро-Матик»

Завершающим этапом исследований по изучению влияния белкового концентрата «Агро-Матик» в составе комбикорма при выращивании ленского осетра был расчет экономической эффективности (таблица 33).

Таблица 33 – Расчет экономической эффективности использования белкового концентрата «Агро-Матик» при выращивании двухлеток ленского осетра,  $M \pm m$

Показатель	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Масса всей рыбы при постановке опыта, кг	35,21	35,38	35,28	35,46
Масса всей рыбы в конце опыта, кг	88,67	89,81	92,07	90,80
Валовой прирост рыбы, кг	53,46	54,01	60,79	55,34
Стоимость 1 кг комбикорма	117,39	107,26	100,11	94,73
Затраты комбикорма на 1 голову, кг	2,233	2,252	2,290	2,236
Всего затрачено комбикорма за опыт, кг	111,65	112,60	114,50	111,80
Стоимость всего комбикорма, тыс. руб.	13 107,00	12 077,00	11 462,595	10 590,814
Реализационная стоимость 1 кг живой рыбы. Руб.	850	850	850	850
Прибыль от реализации рыбы	75 369,50	76 338,50	78259,50	77 180,00
Дополнительная прибыль за счет экономии затрат на корма, руб.	-	1 030,00	1644,405	2 516,186
Дополнительная прибыль за счет реализации рыбы, руб.	-	1 019,00	2 890,00	1 810,5
Экономическая эффективность. руб.	-	2 049,00	4 534,50	4 326,68

Таким образом, с экономической точки зрения, применение белкового концентрата «Агро-Матик» взамен рыбной муки достаточно оправдано. Общий условный доход при выращивании на комбикорме с концентратом белковым составил в опытных группах 2 049,00 -4 534,50 рублей.

Этот эффект достигается за счет экономии затрат на комбикорм и получению дополнительной рыбной продукции

### 3.19 Результаты производственной проверки

Результаты, полученные во втором научно-хозяйственном опыте, были апробированы в производственных условиях. Продолжительность периода производственной проверки составила 24 недели.

При этом за базовый вариант был взят основной рацион с рыбной мукой, за новый – основной рацион, в котором была произведена замена 50 % рыбной муки на белковый концентрат «Агро-Матик». Состав и питательность комбикормов базового и нового вариантов были аналогичными комбикормам, использованным в научно-хозяйственном опыте (таблица 34).

Таблица 34 – Результаты производственной проверки

Показатель	Вариант кормления	
	Базовый	Новый
Живая масса в начале опыта, г	707,00	705,00
Живая масса в конце опыта, г	1825,63	1869,84
Количество голов	700	700
Сохранность поголовья, %	90,00	94,00
Затраты комбикорма на 1 кг прирост, кг	1,96	1,91
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	117,39	100,11

Результаты проведенной производственной проверки позволяют сделать вывод, что использование комбикормов белковым концентратом «Агро-Матик» при выращивании в УЗВ трехлеток ленского осетра, в

котором была произведена замена 50 % рыбной муки белковым концентратом способствует повышению продуктивности и сохранности.

Следовательно, выращивание ленского осетра таким способом экономически целесообразно, что подтверждено производственной апробацией.

#### 4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ и обобщение экспериментальных материалов, полученных при проведении исследований по оценке результативности использования белковых компонентов отечественного производства в комбикормах для ценных видов рыб (осетровых), позволяют сделать следующие практические и теоретические выводы:

1. Определена оптимальная норма ввода концентрата белкового «Агро-Матик». При выращивании двухлеток и трехлеток ленского осетра наиболее целесообразно заменять 50 % рыбной муки белковым концентратом на основе белого люпина «Агро-Матик».
2. Проведена сравнительная оценка рыбной муки и белкового концентрата. Исследованиями было установлено, что содержание сухого вещества в рыбной муке составляет 90,1 %, в белковом концентрате «Агро-Матик» – 91,0 %. По содержанию сырого протеина белковый концентрат «Агро-Матик» превосходит на 2,9 % рыбную муку, а по содержанию сырого жира на 0,3 %.
3. Исследованиями определено положительное влияние концентрата белкового «Агро-Матик» на динамику живой массы подопытных особей. Скармливание белкового концентрата на основе белого люпина «Агро-Матик» при выращивании ленского осетра при замене 50 % рыбной муки повышает рыбопродуктивность осетра на 2,13 % и сохранность особей на 2,0 %, в первом опыте, а во втором опыте на 5,81 % повысилась рыбопродуктивность, на 4,0 % сохранность особей.
4. Установлена степень влияния белкового концентрата «Агро-Матик» на показатели крови особей. Физиологическое состояние рыб, получавших различное количество белкового концентрата «Агро-Матик» взамен рыбной муки, было близким к нормальному. Однако, во 2-опытной группе морфологические и биохимические показатели крови имели более лучшие значения.

5. Выявлено улучшение товарных качеств рыб при включении в их рацион концентрата белкового «Агро-Матик». Так, частичная замена рыбной муки на белковый концентрат способствовала повышению мышечной массы у особей 2-опытной группы на 6,46 % в первом опыте на двухлетках и на 14,31 % у трехлеток.
6. Изучено влияние концентрата белкового «Агро-Матик» на микробиом кишечника двухлеток ленского осетра. Введение в рацион молоди белкового концентрата «Агро-Матик», в концентрации 25, 50 %, по протеину взамен рыбной муки (1- и 2-опытные группы) (со сниженным содержанием животного протеина) оказывает профилактическое действие против патогенной микрофлоры, снижает выраженность и длительность заболевания, повышает сопротивляемость и ингибирует колонизацию патогенными микроорганизмами.
7. Дана экономическая оценка использования кормового концентрата «Агро-Матик» взамен рыбной муки. Экономический эффект в первом опыте составил 22,11-1862,73 рубля, во втором опыте – 2 049,00 - 4 534,50 рублей. Разработаны рекомендации по нормам ввода нового белкового концентрата «Агро-Матик» в полноценные комбикорма для объектов аквакультуры для рыбоводных предприятий и предприятий по производству комбикормов различных форм собственности.

## **ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ**

В целях повышения продуктивности и товарных качеств рыбы, снижения затрат кормов на единицу прироста массы рыбы и себестоимости рыбной продукции, рекомендуем скармливать осетровым при выращивании в установках замкнутого водоснабжения белковый концентрат «Агро-Матик» на основе белого люпина в количестве 30 % от массы комбикорма.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАБОТЫ**

Полученные в ходе выполнения исследований результаты позволяют сформулировать следующие перспективы дальнейшей работы:

- рассмотрение возможности использования концентрата белкового «Агро-Матик» в рационах других видов сельскохозяйственных животных и птиц.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аламдари, Х. Использование гидролизата рыбного белка для кормления осетровых рыб / Х. Аламдари, С. В. Пономарев // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2013. – № 11. – С. 49-59.
2. Анализ влияния белкового концентрата на микробиоту кишечника молоди ленского осетра в условиях УЗВ / Д. А. Ранделин, А. И. Новокщенова, Е. А. Морозова, М. А. М. Я. Эльбяри // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 3(173). – С. 139-145. – EDN GQGOPH.
3. Барулин, Н. Интенсивная аквакультура / Н. Барулин // Наука и инновации. – 2021. – № 8(222). – С. 36-40. – EDN ZFBLBR.
4. Бахарева, А. А. Особенности адаптации стерляди из естественной популяции к искусственным условиям / А. А. Бахарева, Ю. Н. Грозеску // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2009. – № 2. – С. 80-83. – EDN KXSEBX.
5. Белковый концентрат взамен рыбной муки в кормах для осетровых / А. Ставцев, Ю. Батракова, Е. Уланов [и др.] // Комбикорма. – 2022. – № 3. – С. 41-42. – DOI 10.25741/2413-287X-2022-03-3-169. – EDN MGYGBL.
6. Биогенная кормовая добавка Akwa-Biot-Norm в реализации биоресурсного потенциала осетровых рыб / В. Г. Тюрин, В. Г. Семенов, Н. И. Косяев, Д. А. Никитин // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2019. – № 4(32). – С. 441-448. – DOI 10.25725/vet.san.hyг.ecol.201904016. – EDN VBOIPV.
7. Бурлаченко, И. В. Применение пробиотиков на ранних стадиях развития ленского осетра / И. В. Бурлаченко, Е. В. Малик // Ветеринария. – 2007. – № 3. – С. 47-51. – EDN HZPPVB.
8. Буяров, В. С. Эффективность применения биологически активных добавок в рыбоводстве / В. С. Буяров, Ю. А. Юшкова // Вестник

Орловского государственного аграрного университета. – 2016. – № 3(60). – С. 30-39. – EDN YSSRHF.

9. Ветров, А. Новые корма для рыб, новые результаты кормления / А. Ветров // Комбикорма. – 2020. – № 12. – С. 20-22. – EDN WKIIEM.

10. Влияние компонентов биологически активной добавки для функциональных комплексов кормления на показатели крови рыб / Т. М. Шленкина, Е. М. Романова, В. В. Романов, Л. А. Шадыева // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 4(56). – С. 124-129. – DOI 10.18286/1816-4501-2021-4-124-129. – EDN DZQQQN.

11. Влияние препарата е-селен на физиологические показатели самок гибрида стерлядь × белуга / Г. Ф. Металлов, Е. Н. Пономарева, М. Н. Сорокина [и др.] // Инновационные решения для повышения эффективности аквакультуры : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 05 февраля 2019 года. – Москва: Издательство "Перо", 2019. – С. 219-224. – EDN XNWCWW.

12. Влияние растительного белкового концентрата в составе осетровых кормов на состояние тканей и органов молоди ленского осетра / Д. А. Ранделин, З. Ч. Морозова, Э. А. М. Я. Мохсен, Ю. В. Кравченко // 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. 113-119. – EDN YZJFLO.

13. Выращивание ленского осетра в промышленных условиях с применением кормовой добавки "Абиопептид" / И. А. Китаев, Ю. А. Гусева,

А. А. Васильев, С. С. Мухаметшин // Аграрный научный журнал. – 2014. – № 12. – С. 10-12. – EDN TBUMPR.

14. Габолаева, А. Р. Кормление рыб в индустриальных условиях / А. Р. Габолаева // Инновационные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции : МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ В ЧЕСТЬ 90-ЛЕТИЯ КАФЕДР «КОРМЛЕНИЕ, РАЗВЕДЕНИЕ И ГЕНЕТИКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ» И «ЧАСТНАЯ ЗООТЕХНИЯ» ФАКУЛЬТЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА, Владикавказ, 30–31 марта 2021 года. – г. Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2021. – С. 216-218. – EDN UHFRQM.

15. Гамыгин, Е. А. Кормление аквариумных рыб / Е. А. Гамыгин, В. С. Маслобойщиков // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2006. – № 3. – С. 47-55. – EDN ZCOQQV.

16. Грозеску, Ю. Н. Использование в рационах осетровых рыб нетрадиционного кормового сырья и биологически активных препаратов / Ю. Н. Грозеску, С. В. Пономарев // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2017. – № 2. – С. 3-20. – EDN XTCZGJ.

17. Гуркина, О. А. Влияние кормов с биологически активными добавками на рост ленского осетра при технологии выращивания в УЗВ / О. А. Гуркина, М. А. Немцова // 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. 66-73. – EDN GDIXOT.

18. Гусева, Ю. А. Пути решения проблемы белкового питания ценных пород рыб / Ю. А. Гусева, О. С. Максимова // Проблемы агропромышленного

комплекса стран Евразийского экономического союза: материалы I Международной научно-практической конференции / Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. – Саратов, 2015. – С. 199-201.

19. Гусева, Ю. А. Влияние кормления на химический состав мышечной ткани ленского осетра / Ю. А. Гусева, А. А. Васильев, М. В. Чугунов // Ветеринарная медицина XXI века. Инновации, обмен опытом и перспективы развития : Материалы Международной научно-практической конференции, Саратов, 14 марта 2012 года / Под редакцией А.А. Волкова. – Саратов: ИЦ "Наука", 2012. – С. 64-66. – EDN SCMDXL.

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

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

22. Гусева, Ю. А. Применение "Абиопептида" - гидролизата соевого белка в кормлении ленского осетра : Монография / Ю. А. Гусева, И. А. Китаев, А. А. Васильев. – Саратов : Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2016. – 134 с. – ISBN 978-5-9758-1653-5. – EDN XOWFVJ.

23. Гусева, Ю. А. Пути решения проблемы белкового питания ценных пород рыб / Ю. А. Гусева, О. С. Максимова // Проблемы агропромышленного комплекса стран Евразийского экономического союза : материалы I Международной научно-практической конференции, Саратов, 05 сентября 2015 года. – Саратов: ООО "Центр социальных агроинноваций СГАУ", 2015. – С. 199-201. – EDN VSLIDX.

24. Гутенева, Г. И. Влияние волжского стока на естественное воспроизводство осетровых рыб / Г. И. Гутенева, С. С. Фомин, Т. Н. Дедикова // Рыбное хозяйство. – 2015. – № 3. – С. 103-105.

25. Дегтярик, С. М. Новые препараты для борьбы против болезней рыб и эффективность их применения в производстве / С. М. Дегтярик, Л. А. Бодревская // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – 2018. – № 34. – С. 276-288. – EDN GJHQEJ.

26. Дементьев, Д. С. Использование кормовой добавки на основе продуктов пчеловодства "Винивет" и минеральной цеолитсодержащей добавки "ZEOL" в кормлении стальноголового лосося / Д. С. Дементьев, М. Л. Калайда // Зоотехния. – 2021. – № 9. – С. 23-27. – DOI 10.25708/ZT.2021.33.45.006. – EDN OQIXWT.

27. Живой корм в кормлении молоди рыб / Р. Р. Ахмедханова, К. М. Ахмедханов, Э. Ш. Даудов, Г. Ш. Касимов // Современные научно-практические решения развития АПК : Материалы Национальной научно-практической конференции, Дагестан, 28 ноября 2018 года. – Дагестан: ИП "Магомедалиева С.А.", 2018. – С. 16-20. – EDN ZDJAFV.

28. Жигин, А. В. Аквакультура как источник функциональных продуктов питания / А. В. Жигин, М. В. Сытова, Ю. И. Есавкин // Известия ТИНРО. – 2021. – Т. 201. – № 4. – С. 910-922. – DOI 10.26428/1606-9919-2021-201-910-922. – EDN QFPDSZ.

29. Захожих, Л. О. Моделирование процесса кормления рыб на производстве / Л. О. Захожих, И. В. Шавандина // Инновационное развитие экономики. Будущее России : материалы и доклады V Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Княгинино, 26–28 апреля 2018 года. – Княгинино: Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, 2018. – С. 149-152. – EDN MDZOXС.

30. Иванова, М. М. Содержание и кормление молоди ленского осетра / М. М. Иванова, О. Ю. Киреева // Современные технологии в мировом

научном пространстве : сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции, Новосибирск, 26 июня 2018 года. – Новосибирск: Общество с ограниченной ответственностью "Агентство международных исследований", 2018. – С. 173-176. – EDN XRXWZV.

31. Изучение влияния йода, используемого в кормлении ленского осетра, на органолептические показатели рыбной продукции / А. А. Васильев, И. В. Поддубная, Ю. Н. Зименс [и др.] // Технология и продукты здорового питания : Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Саратов, 26–27 ноября 2014 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВПО "Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова", ООО "Здоровое питание", ИЦ "Функциональное питание". – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2014. – С. 74-77. – EDN TIYYQN.

32. Ильина, А. Р. Анализ производственных кормов для осетровых / А. Р. Ильина, О. Л. Янкина // Инновации молодых - развитию сельского хозяйства : Материалы 56 Всероссийской научной студенческой конференции, Уссурийск, 23–30 марта 2020 года. – Уссурийск: Приморская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 55-60. – EDN PBZVLT.

33. Использование биологически активных веществ в аквакультуре / М. Ю. Кузнецов, О. Ю. Туренко, В. В. Можяева, И. В. Куликова // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны : материалы II национальной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 13–15 сентября 2017 года. – Санкт-Петербург: ООО "ЦеСАин", 2017. – С. 85-89. – EDN ZQYTJB.

34. Карапетян, А. К. Использование премиксов в кормлении рыб / А. К. Карапетян, Ю. М. Батракова // Актуальные проблемы науки и образования

в области естественных и сельскохозяйственных наук. – 2018. – № 1. – С. 100-102. – EDN ZKJRUI.

35. Китаев, И. А. Влияние использования гидролизата соевого белка на товарные качества ленского осетра / И. А. Китаев, Ю. А. Гусева // Аграрная наука: поиск, проблемы, решения : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки РФ, доктора сельскохозяйственных наук, профессора В.М. Куликова, Волгоград, 08–10 декабря 2015 года / главный редактор А.С. Овчинников. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2015. – С. 308-311. – EDN WGКЕНР.

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

37. Коровушкин, А. А. К актуальности интеграции зоотехнического и биоэкологического образования при подготовке специалистов для отрасли товарного рыбоводства / А. А. Коровушкин, С. А. Нефедова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4(51). – С. 82-86. – DOI 10.17238/issn2071-2243.2016.4.82. – EDN XUVHBR.

38. Кошак, Ж. В. Качество промышленных комбикормов для осетровых рыб и сохранение в них метионина при экструдировании / Ж. В. Кошак, Л. В. Рукшан, А. Э. Кошак // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. – 2020. – № 1(28). – С. 49-59. – EDN VALBXH.

39. Кравченко, Ю. В. Оценка условий выращивания рыб в УЗВ на примере лаборатории "разведение ценных пород осетровых" / Ю. В. Кравченко, А. Р. Амирханян, В. Г. Дикусаров // Стратегические ориентиры инновационного развития АПК в современных экономических условиях :

материалы международной научно-практической конференции: в 5 частях, Волгоград, 26–28 января 2016 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2016. – С. 356-360. – EDN WYRPYR.

40. Краснов, Н. Б. Корма и кормление аквариумных рыбок: экспериментальные исследования и практические приложения / Н. Б. Краснов // Студенческая наука - взгляд в будущее: Материалы XVI Всероссийской студенческой научной конференции, Красноярск, 24–26 марта 2021 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2021. – С. 506-509. – EDN AAYDQA.

41. Кривошеин, В. В. Разведение ленского осетра в тепловодной аквакультуре / В. В. Кривошеин // Вестник Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова. – 2006. – Т. 12. – № 9. – С. 23-24. – EDN XUYWSR.

42. Купинский, С. Б. Границы возможного роста сибирского осетра / С. Б. Купинский, Е. А. Мельченков, Т. Г. Петрова // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – 2018. – № 34. – С. 140-155. – EDN DJOPAJ.

43. Магомаев, Ф. М. Кормление осетровых рыб в период зимнего содержания / Ф. М. Магомаев, Н. И. Рабазанов, Р. А. Куруев // Вестник Дагестанского государственного университета. – 2014. – № 6. – С. 89-92. – EDN ТВРХLF.

44. Никитина, А. П. Гематологические показатели рыб после применения биологически активной кормовой добавки / А. П. Никитина, Н. И. Коснев // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2018. – Т. 233. – № 1. – С. 113-117. – EDN YTJSBF.

45. Новокщенова, А. И. Анализ приростов карповых рыб, обоснованных естественной и искусственной кормовой базой прудов СПК "Ергенинский" / А. И. Новокщенова, О. А. Караева // Мировые научно-

технологические тенденции социально-экономического развития АПК и сельских территорий : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию окончания Сталинградской битвы, Волгоград, 31 января – 02 2018 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2018. – С. 399-404. – EDN XVTHNZ.

46. Основные рыбоводные показатели осетровых рыб при скармливании кормов с повышенным содержанием жира / Д. В. Осепчук, Д. А. Юрин, Н. А. Юрина [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 8-1(110). – С. 132-135. – DOI 10.23670/IRJ.2021.110.8.020. – EDN POJLVB.

47. Оценка эффективности продукционного комбикорма отечественного производства в кормлении осетровых рыб / В. Г. Крымов, И. Р. Глецерук, Е. А. Максим [и др.] // Новости науки в АПК. – 2018. – № 2-1(11). – С. 375-377. – DOI 10.25930/7kqe-n345. – EDN JGDWKC.

48. Павлов, А. Д. Пробиотики в Российской и зарубежной аквакультуре / А. Д. Павлов, А. А. Максименкова // Инновационные решения для повышения эффективности аквакультуры, Москва, 05–07 февраля 2019 года. – Москва: Издательство «Перо», 2019. – С. 128-139. – EDN EHVBDLZ.

49. Павлов, А. Д. Эффективность использования пробиотической кормовой добавки "Энзимспорин" при выращивании радужной форели / А. Д. Павлов, А. А. Максименкова // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2019. – № 2(157). – С. 49-56. – EDN NPEQGZ.

50. Повышение продуктивности осетров при использовании отечественных комбикормов / Ю. М. Батракова, А. Э. Ставцев, А. Э. Японцев, Е. А. Морозова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2022. – № 3(209). – С. 69-74. – DOI 10.53083/1996-4277-2022-209-3-69-74. – EDN XHUCLF.

51. Поддубная, И. В. Биохимические показатели крови ленского осетра, получающего йодированные дрожжи / И. В. Поддубная, А. А. Васильев // Ветеринария. – 2016. – № 10. – С. 49-53. – EDN WZIXJR.

52. Поддубная, И. В. Использование органического йода в кормлении рыб при товарном выращивании / И. В. Поддубная, А. А. Васильев // 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. 224-228. – EDN ZBORAY.

53. Поддубная, И. В. Эффективность выращивания гибридов осетровых рыб с использованием в рационе биологически активных веществ / И. В. Поддубная, А. А. Васильев, В. В. Сучков // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 2. – С. 50-53. – DOI 10.28983/asj.y2022i2pp50-53. – EDN WSBSGD.

54. Подобед, Л. Вопросы оптимизации кормления рыб ценных видов / Л. Подобед // СФЕРА: Рыба. – 2017. – № 1(18). – С. 56. – EDN ZUCXWR.

55. Применение белковой кормовой добавки "Провит" при выращивании рыб / П. П. Головин, Н. А. Головина, Н. Н. Романова [и др.] // Рыбное хозяйство. – 2009. – № 5. – С. 56-59. – EDN KZSWPT.

56. Ранделин, Д. А. Изучение аномалий в строении тела и наружных органов ценных пород осетровых в условиях Искусственного разведения / Д. А. Ранделин, А. И. Новокщенова, Ю. В. Кравченко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – № 4(52). – С. 251-256. – DOI 10.32786/2071-9485-2018-04-36. – EDN POWECR.

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

58. Рыбоводно-биологическая характеристика Сибирского осетра при выращивании на основе комбикормов с белковым концентратом из белого люпина / Д. А. Ранделин, М. И. Сложенкина, А. М. Я. Эльбяри Мохсен [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – № 3(63). – С. 218-226. – DOI 10.32786/2071-9485-2021-03-22. – EDN FXHHJD.

59. Садковое выращивание осетровых рыб в мелиоративном водоеме Припятского Полесья с использованием в кормах суспензии хлореллы / А. И. Козлов, Т. В. Козлова, Н. П. Дмитриевич, Н. М. Райлян // Вестник Полесского государственного университета. Серия природоведческих наук. – 2016. – № 1. – С. 41-46. – EDN WDCGQP.

60. Семенов, В. Г. К проблеме реализации биопотенциала осетровых рыб / В. Г. Семенов, Р. М. Мударисов, Д. А. Никитин // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4(40). – С. 68-74. – EDN XDBONF.

61. Семькина, А. С. Анализ биохимических показателей крови ленского осетра при использовании в кормлении препарата "Виусид-вет" / А. С. Семькина, А. А. Васильев, В. С. Григорьев // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 8. – С. 43-46. – DOI 10.28983/asj.v0i8.547. – EDN XWXHFZ.

62. Семькина, А. С. Рост и развитие молоди ленского осетра при выращивании в УЗВ рыбохозяйственного комплекса ООО "Акваресурс" / А. С. Семькина, С. А. Шибук // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны : материалы II национальной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 13–15 сентября 2017 года. – Санкт-Петербург: ООО "ЦеСАин", 2017. – С. 145-150. – EDN ZQYTMX.

63. Симон, М. Ю. Особенности перехода ранней молоди осетровых (Acipenseridae) рыб на кормление искусственными кормами в УЗВ (обзор) /

М. Ю. Симон // Рибогосподарська наука України. – 2016. – № 1(35). – С. 106-126. – DOI 10.15407/fsu2016.01.106. – EDN VRCXRJ.

64. Скворцова, Е. Г. Поведение ленского осетра *Acipenser baerii*, Brandt при использовании нового типа корма / Е. Г. Скворцова, Ю. С. Уткина, А. С. Демидова // Вестник АПК Верхневолжья. – 2019. – № 4(48). – С. 39-43. – DOI 10.35694/YARCX.2019.48.4.008. – EDN SUYFHG.

65. Ставцев, А. От белкового концентрата до агропромышленного кластера / А. Ставцев // Комбикорма. – 2020. – № 1. – С. 86-87. – EDN OOFGXV.

66. Сучков, В. В. Использование биологически активных веществ в осетроводстве / В. В. Сучков, И. В. Поддубная, О. Е. Вилутис // Аграрная наука и инновационное развитие животноводства - основа экологической безопасности продовольствия : Национальная научно-практическая конференция с международным участием: сборник статей, Саратов, 25–26 мая 2021 года / Под общей редакцией М.В. Забелиной, Т.В. Решетняк, В.В. Светлова. – Саратов: ООО "Центр социальных агроинноваций СГАУ", 2021. – С. 22-26. – EDN JVCNRS.

67. Сучков, В. В. Эффективность использования комбикормов гибридом русского и Сибирского осетра при различных уровнях кормовой добавки "Абиотоник" / В. В. Сучков // Основы и перспективы органических биотехнологий. – 2021. – № 3. – С. 28-32. – EDN CVUCNC.

68. Сытова, М. В. Обеспечение безопасности продукции товарного осетроводства / М. В. Сытова, А. В. Жигин, Е. Н. Харенко // Инновационные процессы в АПК : сборник статей VI Международной научно-практической конференции преподавателей, молодых ученых, аспирантов и студентов, Москва, 16–18 апреля 2014 года. – Москва: Российский университет дружбы народов, 2014. – С. 235-239. – EDN UOCOGX.

69. Сытова, М. В. Теоретические аспекты обеспечения прослеживаемости продукции из аквакультурных осетровых рыб / М. В.

Сытова, А. В. Жигин // Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти Василия Матвеевича Горбатова. – 2016. – № 1. – С. 295-298. – EDN XCHVAL.

70. Товарные качества ленского осетра после использования в рационе кормовой добавки "Reasil® Humic Health" / О. Ю. Туренко, А. А. Васильев, Ю. А. Гусева, П. С. Тарасов // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 8. – С. 74-77. – DOI 10.28983/asj.y2021i8pp74-77. – EDN QTLZWT.

71. Цахилова, М. Э. Использование живого корма в кормлении рыбы и сельскохозяйственной птицы / М. Э. Цахилова // Научные труды студентов Горского государственного аграрного университета "Студенческая наука - агропромышленному комплексу" : Научные труды студентов Горского государственного аграрного университета, Владикавказ, 04–05 апреля 2019 года. – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2019. – С. 298-299. – EDN JTZGWW.

72. Эффективность использования йодированных дрожжей в кормлении ленского осетра / Ю. Н. Зименс, А. А. Васильев, И. В. Акчурина [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2014. – № 10. – С. 20-23. – EDN STSFGD.

73. Эффективность использования препаратов "Абиопептид" и "Ферропептид" в кормлении ленского осетра (*Acipenser baeri* Brandt) в садках / Ю. А. Гусева, А. П. Коробов, А. А. Васильев, А. Р. Сарсенов // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2011. – № 4. – С. 3-6. – EDN NQVCLV.

74. Яковлева, Г. В. Кормление рыб в товарном рыбоводстве / Г. В. Яковлева // Язык и межкультурная коммуникация : сборник статей XI Международной научно-практической конференции, Астрахань, 08 ноября 2018 года. – Астрахань: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Астраханский государственный университет", 2019. – С. 208-211. – EDN VKJDBX.

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

76. Abbas, W. T. Advantages and prospective challenges of nanotechnology applications in fish cultures: a comparative review / W. T. Abbas // Environmental Science and Pollution Research. – 2021. – Vol. 28. – №. 7. – P. 7669-7690.

77. Ahmed, I. The influence of the endogenous and exogenous factors on hematological parameters in different fish species: a review / I. Ahmed, Q. M. Reshi, F. Fazio // Aquaculture international. – 2020. – Vol. 28. – №. 3. – P. 869-899.

78. Alanärä, A. Feeding management / A. Alanärä, S. Kadri, M. Paspatis // Food intake in fish. – 2001. – №12. – P. 332-353.

79. Automatic recognition methods of fish feeding behavior in aquaculture: a review / D. Li et al. // Aquaculture. – 2020. – Vol. 528. – P. 735-508.

80. Bain, M. Atlantic and shortnose sturgeons of the Hudson River: common and divergent life history attributes / M. Bain. – London, 1997. – P. 347-358.

81. Bemis, W. E. Sturgeons rivers: an introduction to acipenseriform biogeography and life history / W. E. Bemis / Sturgeon biodiversity and conservation. Kluwer Academic Publishers . – London, 1997. – P. 167-183.

82. Cech J. J., Mitchell S. J., Wragg T. E. Comparative growth of juvenile white sturgeon and striped bass: effects of temperature and hypoxia // *Estuaries*. – 1984. – T. 7. – №. 1. – C. 12-18.
83. Cho, C. Y. Fish nutrition, feeds, and feeding: with special emphasis on salmonid aquaculture / C. Y. Cho // *Food Reviews International*. – 1990. – Vol. 6. – №. 3. – P. 333-357.
84. Cortés, E. Methods of studying fish feeding: reply / E. Cortés // *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. – 1998. – Vol. 55. – №. 12. – P. 2708.
85. Coutant, C. C. A riparian habitat hypothesis for successful reproduction of white sturgeon / C. C. Coutant // *Reviews in Fisheries Science*. – 2004. – Vol. 12. – №. 1. – P. 23-73.
86. Cui Y., Hung S. S. O., Zhu X. Effect of ration and body size on the energy budget of juvenile white sturgeon // *Journal of Fish Biology*. – 1996. – T. 49. – №. 5. – C. 863-876.
87. Dietary protein requirements of fish—a meta- analysis / A. O. Teles et al. // *Reviews in Aquaculture*. – 2020. – Vol. 12. – №. 3. – P. 1445-1477.
88. Effects of probiotics on digestive enzymes of fish (finfish and shellfish); status and prospects: a mini review / D. Assan et al. // *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*. – 2022. – Vol. 257. – P. 110653.
89. Feeding fish meal and extruded soybeans enhances the conjugated linoleic acid (CLA) content of milk / A. A. Abu-Ghazaleh et al. // *Journal of Dairy Science*. – 2002. – Vol. 85. – №. 3. – P. 624-631.
90. Fish meal: historical uses, production trends and future outlook for sustainable supplies / R. W. Hardy et al. // *Responsible marine aquaculture*. – 2002. – C. 311-325.
91. Foraging and feeding ecology of Platanista: an integrative review / N. Kelkar et al. // *Mammal Review*. – 2018. – Vol. 48. – №. 3. – P. 194-208.

92. Gerking S. D. Feeding ecology of fish / S. D. Gerking. – Elsevier, 2014. – P. 651-668.
93. Glencross, B. D. A feed is only as good as its ingredients—a review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds / B. D. Glencross, M. Booth, G. L. Allan //Aquaculture nutrition. – 2007. – Vol. 13. – №. 1. – P. 17-34.
94. Gut microbiota metagenomics in aquaculture: Factors influencing gut microbiome and its physiological role in fish / K. Yukgehaish et al. // Reviews in Aquaculture. – 2020. – Vol. 12. – №. 3. – P. 1903-1927.
95. Halver, J. E. The vitamins required for cultivated salmonids / J. E. Halver // Comp. Biochem. Physiol. – 1982. Vol. 73. – P. 43-50.
96. Hansson, S. Methods of studying fish feeding: a comment / S. Hansson //Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. – 1998. – Vol. 55. – №. 12. – P. 2706-2707.
97. Hung. S. S. O. Recent advances in sturgeon nutrition / S. S. O. Hung // Animal Nutrition. – 2017. – Vol. 3. – №. 3. – P. 191-204.
98. Hvas, M. Fish welfare in offshore salmon aquaculture / M. Hvas, O. Folkedal, F. Oppedal // Reviews in aquaculture. – 2021. – Vol. 13. – №. 2. – P. 836-852.
99. Intestinal microbiota of salmonids and its changes upon introduction of soy proteins to fish feed / S. V. Kononova et al. // Aquaculture International. – 2019. – Vol. 27. – №. 2. – P. 475-496.
100. Kaushik S. J. et al. Studies on the nutrition of Siberian sturgeon, *Acipenser baeri*: I. Utilization of digestible carbohydrates by sturgeon //Aquaculture. – 1989. – T. 76. – №. 1-2. – C. 97-107.
101. Keramat Amirkolaie A., Mahdavi S., Hosseini S. A. Dietary fat content and feed supply influence growth and body composition in juvenile beluga sturgeon (*Huso huso*) //Aquaculture International. – 2012. – T. 20. – №. 5. – C. 859-867.

102. Khodorevskaya, R. P. Sturgeon abundance and distribution in the Caspian Sea / R. P. Khodorevskaya, Ye. V. Krasikov // *Journal of Applied Ichthyology*. – 1999. – Vol. 15 (4-5). – P. 106-113.
103. Lall, S. P. Nutrition, feeding, and behavior of fish / S. P. Lall, S. M. Tibbetts // *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*. – 2009. – Vol. 12. – №. 2. – P. 361-372.
104. Nutrition and feeding of fish / Lovell T. et al. – New York : Van Nostrand Reinhold, 1989. – Vol. 260. – P. 84-121.
105. Nutrition and feeding of fish and crustaceans / J. Guillaume et al. – Springer Science & Business Media, 2001. – P. 116-119.
106. Pavlov, D. S. On the types of spawning migrations in sturgeon fishes (Acipenseriformes) of the world fauna / D. S. Pavlov, G. I. Ruban // *Journal of Ichthyology*. – 2002. – Vol. 41. – P. 225-236.
107. Pike, I. H. Health benefits from feeding fish oil and fish meal / I. H. Pike // *The role of long chain omega-3 polyunsaturated fatty acids in animal feeding*. – IFOMA, Herts, UK, 1999. – Vol. 28. – P. 1525-1532.
108. Precision fish farming: A new framework to improve production in aquaculture / M. Føre et al. // *Biosystems engineering*. – 2018. – Vol. 173. – P. 176-193.
109. Probiotic *Shewanella putrefaciens* (SpPdp11) as a fish health modulator: a review / M. Cámara-Ruiz et al. // *Microorganisms*. – 2020. – Vol. 8. – №. 12. – P. 1990.
110. Roles of arginine in fish nutrition and health: insights for future researches / S. M. Hoseini et al. // *Reviews in Aquaculture*. – 2020. – Vol. 12. – №. 4. – P. 2091-2108.
111. Soengas, J. L. Central regulation of food intake in fish: an evolutionary perspective / J. L. Soengas, J. M. Cerdá-Reverter, M. J. Delgado // *Journal of molecular endocrinology*. – 2018. – Vol. 60. – №. 4. – P. 171-199.

112. Talbot, C. Some aspects of the biology of feeding and growth in fish / C. Talbot // Proceedings of the nutrition society. – 1993. – Vol. 52. – №. 3. – P. 403-416.
113. Using protein concentrate in livestock and poultry diets for sustainable agriculture / S. I. Nikolaev, A. D. Imangaliev, Y. M. Batrakova [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volgograd, 12–14 мая 2021 года. – Volgograd, 2022. – P. 012031. – DOI 10.1088/1755-1315/965/1/012031. – EDN KIBJEY.
114. Volkoff, H. Effects of temperature on feeding and digestive processes in fish / H. Volkoff, I. Rønnestad // Temperature. – 2020. – Vol. 7. – №. 4. – P. 307-320.
115. Volkoff, H. Feeding behavior of fish and its control / H. Volkoff, R. E. Peter // Zebrafish. – 2006. – Vol. 3. – №. 2. – P. 131-140.
116. Williot, P. Status and management of Eurasian sturgeon: overview / P. Williot, G. Arlati, M. S. Chebanov // Intern. Rev. of Hydrobiol. – 2002. – Vol. 87. – P. 483-506.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ**

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) **RU** (11) **2 733 136**<sup>(13)</sup> **C1**

(51) МПК  
A23K 50/80 (2016.01)  
A23K 10/20 (2016.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(52) СПК  
A23K 50/80 (2020.02); A23K 10/20 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2020108589, 26.02.2020  
(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
26.02.2020  
Дата регистрации:  
29.09.2020  
Приоритет(ы):  
(22) Дата подачи заявки: 26.02.2020  
(45) Опубликовано: 29.09.2020 Бюл. № 28  
Адрес для переписки:  
400002, г. Волгоград, пр. Университетский, 26,  
ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, Долговой  
А.И.

(72) Автор(ы):  
Ранделин Дмитрий Александрович (RU),  
Новокщенова Анна Ивановна (RU),  
Ставцев Андрей Эрнестович (RU),  
Сошкин Юрий Владимирович (RU),  
Дикусаров Вячеслав Геннадьевич (RU),  
Кравченко Юрий Владимирович (RU),  
Николаев Сергей Иванович (RU)

(73) Патентообладатель(и):  
федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Волгоградский  
государственный аграрный университет"  
(ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: НИКОЛАЕВ С. И., РАНДЕЛИН  
Д. А., МОХСЕН ЭЛЬБЕЯРИ А. М. Я.,  
СУТОРМА Р. С., КОНИЕВА О. Н.  
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
БЕЛКОВОГО КОНЦЕНТРАТА ИЗ  
БЕЛОГО ЛЮПИНА В КОМПЛЕКСЕ С  
МЯСОКОСТНОЙ МУКОЙ В  
КОМБИКОРМАХ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ  
МОЛОДИ СИБИРСКОГО ОСЕТРА.  
ИЗВЕСТИЯ НИЖНЕВОЛЖСКОГО  
АГРОУНИВЕРСИТЕТСКОГО  
КОМПЛЕКСА: НАУКА И ВЫСШЕЕ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ.  
(см. прод.)

(54) Продукционный корм для осетровых

(57) Реферат:  
Изобретение относится к рыбоводству, в  
частности к продукционному комбикорму для  
осетровых рыб. Комбикорм содержит рыбную  
муку, кровяную муку, белковый концентрат  
«Агро-Матик», муку пшеничную, дрожжи

кормовые, масло подсолнечное, премикс  
МЕГАМИКС ГОСТ 1% для рыб. Компоненты  
берут в определенном соотношении.  
Использование изобретения позволит повысить  
среднесуточный прирост рыбы. 1 табл.

(56) (продолжение):  
N4(56), 2019, с. 146-152. Поступила в редакцию 28.08.2019. RU 2581736 C1, 20.04.2016. KZ 24990 A4, 15.12.2011.  
RU 2034492 C1, 10.05.1995.

RU 2 733 136 C 1

RU 2 733 136 C 1