

На правах рукописи

**Гусева Юлия Анатольевна**

**Формирование научных основ использования панкреатического гидролизата соевого белка в питании рыб в промышленных условиях**

Специальность 06.02.08 – кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
доктора сельскохозяйственных наук

Саратов – 2019

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»

**Научный консультант:** **Васильев Алексей Алексеевич**  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**Официальные оппоненты:** **Жигин Алексей Васильевич**  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», главный научный сотрудник отдела аквакультуры беспозвоночных

**Мирошникова Елена Петровна**  
доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», заведующая кафедрой «Биотехнология животного сырья и аквакультура»

**Пономарев Сергей Владимирович**  
доктор биологических наук, профессор, Заслуженный работник рыбного хозяйства РФ, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», профессор кафедры «Аквакультура и рыболовство»

**Ведущая организация** ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

Защита состоится «\_\_» декабря 2019 г. в 10.<sup>00</sup> часов на заседании диссертационного совета Д 999.182.03 на базе ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет», по адресу: 446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2. Тел/факс (84663) 46-1-31.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет» и на сайте <http://www.ssa.ru/> и на сайте ВАК РФ <https://vak.minobrnauki.gov.ru>

Автореферат разослан «\_\_\_» октября 2019 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Хакимов Исмагиль Насибуллович

## 1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** В современном обществе снижается уровень здоровья активной части населения. Во многом это связано с небалансированным питанием людей, поэтому задача стабильного и качественного обеспечения всех слоев населения продуктами питания должно занимать одно из главных мест в экономике России.

Продукты питания, производимые рыбной промышленностью, являются важным источником белка животного происхождения. Во всём мире, особенно в прибрежных государствах, рыбное хозяйство рассматривается, как один из основных компонентов обеспечения продовольственной безопасности государства, играя важную роль в обеспечении населения рыбными продуктами [Ильясов С. В., 2004, Жигин А. В., 2011].

В настоящее время не более 75 % потребности отечественного пищевого рыбного белка покрывается внутренними поставками, тогда как порог продовольственной безопасности по рыбной продукции в Доктрине продовольственной безопасности РФ установлен 80 %. Согласно рекомендациям Минздрава России по рациональному питанию, средний россиянин должен потреблять 22 кг рыбы и рыбопродуктов в год. В реальности среднедушевое потребление сократилось с 24,8 кг/чел в 2013 г. до 19 кг/чел. в 2016 году для трудоспособного населения, а для пенсионеров до 15 кг и до 14 кг для детей [Богачев А. И., 2018].

В результате возрастает актуальность развития рыбного хозяйства с целью удовлетворения потребности населения в сбалансированном по аминокислотному составу белке.

Серьезной проблемой современности и будущего так же является возрастающий дефицит белковых кормовых продуктов. В условиях сложившейся кормовой базы Российской Федерации животноводство, в том числе и аквакультура, плохо обеспечено биологически полноценным белком. Учеными проводится постоянная работа по совершенствованию рецептур рыбных кормов, поиску новых ингредиентов и ферментных композиций, увеличивающих прирост и снижающих кормовые затраты, и, как следствие, повышающих рентабельность рыбоводства. Снижение стоимости кормов возможно за счёт частичного замещения основных и дорогих компонентов (рыбной муки и жиров) альтернативными источниками белка растительного происхождения [Воронова Ю. Г., 1989, Гамыгин Е. А., Набил С., 1996, Шилин И. В., 2000, Абросимова Н. А., 2001, Скляр В. Я., 2008, Пономарев С. В., Грозеску Ю. Н., Бахарева А. А., 2013].

Актуальность и высокая значимость наших исследований подтверждены советом по грантам при Президенте РФ, так как они выполнялись за счет средств двух грантов Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых № МК-2841.2015.4 на тему: «Формирование научных основ использования гидролизата соевого белка в

питании рыб в индустриальных условиях» и № МК-6216.2018.11 на тему: «Комплексная оценка закономерностей влияния различных компонентов пищи рыб на доступность аминокислот мышечной ткани».

**Степень ее разработанности.** Наиболее дорогостоящим и дефицитным компонентом продукционных комбикормов стала рыбная мука, ресурсы производства которой значительно ограничены. Поэтому, актуальным является использование доступных кормов, нетрадиционных и дешевых, близких по своей биологической ценности к традиционным и позволяющих уменьшить долю рыбной муки в рационах гидробионтов [Толоконников Г. Ю., 1979, Бахарева А. А., Грозеску Ю. Н., 1998, Гамыгин Е. А., Шилин И. В., 2000, Бойков Ю. А., Мухленов А. Г. и др., 2001, Остроумова И. Н., 2001, Гамыгин Е. А., Щербина М. А., Передня А. А., 2004, Абросимова Н. А., 2005].

По мнению Windsor M. и Barlow S. (1981) невозможно полностью заменить рыбную муку, благодаря ее высокой усвояемости и уровню содержания белка, сбалансированного по незаменимым аминокислотам. Однако большинство ученых работают над исследованием компонентов и последующей разработкой рецептов комбикормов для обеспечения биологически полноценного питания рыб [Передня А. А., Гамыгин Е. А., Чикин В. Н., 2003, Скляр В. Я., 2008, Васильев А. А. и др., 2013, Пономарев С. В., Грозеску Ю. Н., Бахарева А. А., 2013, Мирошникова Е. П., Аринжанов А. Е., Килякова Ю. В., 2013, Ytrestøyl T., Aas T. S., Åsgård T., 2015, Glencross B., 2016].

В качестве замены рыбной муки в кормах чаще используют животный белок из субпродуктов птицы, пушных зверей, мяса и костной муки, но данные источники ставятся под сомнения в связи с возможностью их заражения. В связи с этим перспективными являются исследования по использованию растительных белков [Шмаков Н. Ф., Гамыгин Е. А., 1997, Пономарев С. В., Зубкова Е. Б., 1999, Пономарев С. В., Пономарева Е. Н. и др., 2001, Щербина М. А., Бондаренко О. Б., 2016, Muranova T. A., Zinchenko D. V., Kononova S. V. and at., 2017].

Самым питательным из растительных ингредиентов является соя и продукты ее переработки [Попов И. С. и др., 1975, Ермакова С. В., 1978, Бабич А. А., 1991, Чикова В. В., 2003]. Концентрат соевого белка является наиболее перспективной альтернативой рыбной муке в кормах для креветок и рыб. Изучены варианты его скамливания до 40 % взамен рыбной муке без негативного влияния на продуктивность и физиологическое состояние рыбы [Чикова В. В., Скляр В. Я., 2001].

Ведутся исследования, которые свидетельствуют, что наиболее многообещающим компонентом комбикорма для рыб является и белковый гидролизат, который легко получается ферментативным гидролизом и позволяет получить необходимый набор белковых фракций, доступных для усвоения рыбами различных видов [Канидьев А. Н., Гамыгин Е. А. и др., 1983, Турецкий В. И., Ильина И. Д., 1985, Канидьев А. Н., Турецкий В. И. и др.,

1986, Разумовская Р. Г., Бигжи А. И., 2000, Аламдари Х., Пономарев С. В., 2013, Berge G. M., Storebakken T., 1996].

В изученных нами информационных источниках отсутствует научное обоснование по использованию панкреатического гидролизата соевого белка (ПГСБ) при выращивании рыб в промышленных условиях.

**Цели и задачи исследования.** Цель исследования – научное обоснование и разработка практических рекомендаций по использованию панкреатического гидролизата соевого белка в кормлении рыб для развития товарного рыбоводства.

В рамках комплексного исследования предполагается решение следующих задач:

- ❖ установить оптимальную норму ввода панкреатического гидролизата соевого белка в комбикорм для карпа, радужной форели и ленского осетра;
- ❖ изучить выживаемость, интенсивность роста и упитанность рыб;
- ❖ определить эффективность использования комбикормов рыбами при введении в рацион панкреатического гидролизата соевого белка;
- ❖ раскрыть влияние панкреатического гидролизата соевого белка на биохимические показатели крови, функциональное и гистологическое состояние внутренних органов рыб;
- ❖ выявить влияние панкреатического гидролизата соевого белка на товарные качества, химический и аминокислотный состав мышечной ткани рыб;
- ❖ дать экономическую оценку промышленного выращивания рыб при скармливании панкреатического гидролизата соевого белка.

**Научная новизна.** Впервые определена оптимальная норма ввода панкреатического гидролизата соевого белка в комбикорм для карпа, радужной форели и ленского осетра. Установлено его влияние на продуктивность, выживаемость, товарные качества и химический состав мышечной ткани рыб. Дана экономическая оценка промышленного выращивания рыб при скармливании панкреатического гидролизата соевого белка.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Научно - обоснованы и экспериментально подтверждены нормы введения панкреатического гидролизата соевого белка в комбикорм для карпа, радужной форели и ленского осетра при промышленном выращивании. Полученные данные расширяют сведения о взаимосвязи между содержанием в рационе аминокислот, необходимых для оптимальной активности и максимальных темпов роста рыб и полноценного аминокислотного состава мышечной ткани товарной рыбы. Полученные данные были использованы при составлении инструкции, утвержденной Россельхознадзором РФ по использованию кормовой добавки на основе панкреатического гидролизата соевого белка в кормлении рыб производимой ООО «А-Био», одобрены и рекомендованы к внедрению НТС МСХ РФ и приняты к внедрению комбикормовыми заводами

Саратовской, Астраханской и Пензенской областей для производства продукционных комбикормов для карповых, лососевых и осетровых рыб.

**Методология и методы исследования.** Для достижения поставленной цели и осуществления задач использовались новейшие современные методики и классические подходы, применяемые в рыбохозяйственных исследованиях для изучения рыбоводно-биологических, биохимических, морфологических и гидрохимических показателей. Результаты исследований обрабатывались статистически, с применением общепринятых методик биометрии и программных пакетов анализа Microsoft Excel (2010, 2016). Достоверность полученных различий оценивали по t-критерию Стьюдента (при уровне достоверности 0,95–0,999). Установление зависимостей между признаками и степени связи между ними проводили на основе корреляционного анализа с помощью коэффициента корреляции Пирсона.

#### **Положения, выносимые на защиту**

- ❖ оптимальная норма ввода панкреатического гидролизата соевого белка в комбикорма для карпа составляет 0,75 мл, а для радужной форели и ленского осетра 1,0 мл на 1,0 кг живой массы;
- ❖ использование панкреатического гидролизата соевого белка повышает выживаемость, продуктивность и упитанность рыбы;
- ❖ панкреатический гидролизат соевого белка снижает конверсию корма;
- ❖ добавление в рацион рыбы панкреатического гидролизата соевого белка положительно влияет на функциональное и гистологическое состояние внутренних органов и биохимические показатели крови рыб, сдвигая белковый обмен в сторону анаболизма;
- ❖ скармливание панкреатического гидролизата соевого белка улучшает товарные качества и насыщает количественный состав аминокислот мышечной ткани рыб;
- ❖ использование в кормлении рыб панкреатического гидролизата соевого белка при индустриальном выращивании повышает уровень рентабельности.

**Степень достоверности.** Достоверность результатов диссертационных исследований обусловлена репрезентативным объёмом изученного материала исследований: карпа парской породы (*Cyprinus carpio carpio*) – 3740, радужной форели породы Адлер (*Oncorhynchus mykiss*) – 1660, ленского осетра породы Лена – 1 (*Acipenser baerii* Brant) – 1940 и использованием современных методов для проведения биохимических и химических анализов на сертифицированном оборудовании в аккредитованных лабораториях.

Комплексные исследования по формированию научных основ и практического обоснования использования панкреатического гидролизата соевого белка в питании рыб проводились в экспериментальных условиях ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ и в передовых рыбоводных хозяйствах Саратовской и Тамбовской областей.

**Апробация результатов.** Основные положения диссертационной работы доложены, обсуждены и одобрены на:

- международных научно-практических конференциях: «Посвященной 80-летию доктора ветеринарных наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ Демкина Г. П.» (Саратов, 2011), «Ветеринарная медицина XXI века. Инновации, обмен опытом и перспективы развития» (Саратов, 2012), «Научные перспективы XXI века. Достижения и перспективы нового столетия» (Новосибирск, 2014), «Посвященной 90-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки РФ, доктора сельскохозяйственных наук, профессора В.М. Куликова: Аграрная наука: поиск, проблемы, решения» (Волгоград, 2015), «Революция в аквакультуре и продовольственная безопасность страны: развитие регулирования, передовых производств и науки» (Томск, 2015), «Проблемы агропромышленного комплекса стран Евразийского экономического союза» (Саратов, 2015), «Балтийский форум ветеринарной медицины и продовольственной безопасности» (Санкт-Петербург, 2016, 2017, 2018), «Новейшие достижения и успехи развития сельскохозяйственных наук» (Краснодар, 2016), «Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий» (Саратов, 2016, 2018, 2019), «Прорывные научные исследования как двигатель науки» (Магнитогорск, 2018);

- всероссийских научно-практических конференциях: «Специалисты АПК нового поколения» (Саратов, 2012), «Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы» (Саратов, 2012), «Research Journal of International Studies» (Екатеринбург, 2014), «Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий» (Саратов, 2015);

- национальных научно-практических конференциях: «Состояние и пути развития аквакультуры в РФ в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны» (Саратов, 2016, Казань, 2018);

- региональных мероприятиях «Саратовский форум ветеринарной медицины и продовольственной безопасности Российской Федерации, посвященный 100-летию факультета ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова» (Саратов, 2018), VI Саратовском салоне «Изобретений, инноваций и инвестиций» (Саратов, 2011);

- заседаниях научно-технических советов: ФГБОУ ВО Саратовского ГАУ (2016, 2017, 2018), МСХ Саратовской области (2017) и МСХ РФ (2018);

- расширенном заседании кафедры «Кормление, зоогигиена и аквакультура» ФГБОУ ВО Саратовского ГАУ имени Н. И. Вавилова (2019).

На 18-ой Российской агропромышленной выставке «Золотая осень 2016» (ВВЦ, Москва) представленный «Метод повышения качества рыбной продукции ценных видов за счет внесения в корма гидролизата соевого белка» был награжден золотой медалью и дипломом I степени МСХ РФ.

**Публикации результатов исследований.** Основные материалы диссертации изложены в 40 научных публикациях, в том числе 4 статьи в

зарубежных журналах, входящих в международные базы цитирования Scopus, 10 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ: «Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова», «Аграрный научный журнал», «Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство», «Рыбное хозяйство», «Главный зоотехник», «Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана» и «Рыбоводство и рыбное хозяйство», 3 монографии «Выращивание осетровых в садках» (2011), «Индустриальное выращивание ленского осетра» (2013), «Применение «Абиопептида» - гидролизата соевого белка в кормлении ленского осетра» (2016). По материалам исследований получено 2 патента РФ «Лабораторная установка для научных исследований по кормлению и выращиванию рыбы» и «Способ скармливания кормов для рыб в садках» и 3 свидетельства РФ на базы данных «Аминокислотный состав кормов для рыб», «Аминокислотный состав мышечной ткани рыб» и «Биодоступность аминокислот кормов для разного вида рыб».

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 318 страницах компьютерного набора и состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследований, результатов собственных исследований, заключения и приложения. Содержит 75 таблиц и 61 рисунок. Список использованной литературы включает в себя 362 источника, в том числе 90 на иностранных языках.



## 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В период с 2010 по 2019 гг. нами проводились комплексные исследования по формированию научных основ и практического обоснования использования панкреатического гидролизата соевого белка в питании рыб. Исследования проводились на базе кафедры «Кормление, зоогигиена и аквакультура», научно-исследовательской лаборатории «Технологии кормления и выращивания рыбы», кафедры «Технологии переработки мясных и молочных продуктов», межфакультетской проблемной лаборатории ортопедии, травматологии и терапии животных «Ветеринарный госпиталь», учебно-научно-испытательной лаборатории по определению качества пищевой и сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова», в научно-исследовательском институте биохимии и физиологии растений и микроорганизмов Российской академии наук, в Приволжском филиале ФГУ «Управление Саратовмелеоводхоз» (Марксовский район, Саратовская область), ФГУП «Тёпловский Рыбопитомник» (р.п. Новые Бурасы, Саратовская область), ООО «Тамбовский осетр» (Тамбовский район, Тамбовская область) и на базе ООО «Центр индустриального рыбоводства» (Энгельский район, Саратовская область) по схеме, представленной на рисунке 1.

В качестве объектов научных исследований использовались особи: карпа парской породы (*Cyprinus carpio carpio*), радужной форели породы Адлер (*Oncorhynchus mykiss*) и ленского осетра породы Лена – 1 (*Acipenser baerii Brant*). А для обогащения гранулированных комбикормов панкреатическим гидролизатом соевого белка применялась кормовая добавка «Абиопептид», выпускаемая научно-производственной компанией ООО Фирма «А-Био», Московской области.

Разработку оптимальных норм ввода в рацион панкреатического гидролизата соевого белка проводили в аквариумной установке [Васильев А. А., Волков А. А., Гусева Ю. А. и др., 2010]. Установка позволяет синхронно создавать одинаковый гидрохимический режим и поддерживать оптимальное санитарно-гигиеническое состояние воды для проведения различных вариантов научных исследований. В аквариумы поступала вода, прошедшая через дихлоратор, вместимость каждого аквариума составляла 250 л, при водообмене 20 л/ч.

Для разработки оптимальной нормы ввода панкреатического гидролизата соевого белка в рацион карпа по принципу пар-аналогов были отобраны 40 особей парской породы возраст (0+), с навеской около 50 г. Из них сформированы четыре группы по 10 особей в каждой. Особи I группы (контрольной) получали полнорационный тонущий гранулированный комбикорм (ОР). Молодь II, III и IV групп (опытные), получала тот же комбикорм с введением в него 25 % раствора панкреатического гидролизата соевого белка из расчета 0,5, 0,75, и 1,0 мл на 1,0 кг массы рыб, соответственно.

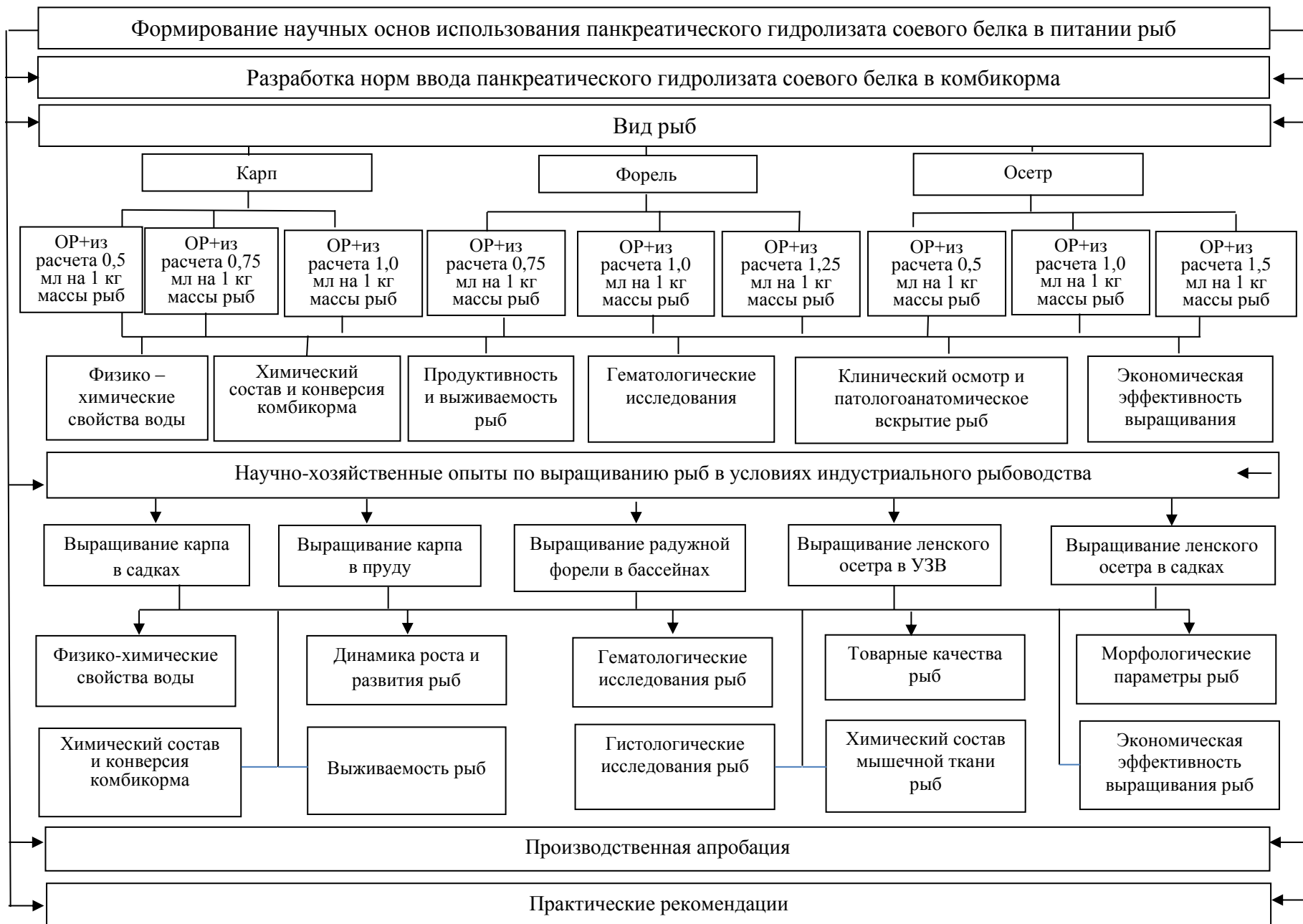


Рисунок 1 – Общая схема исследований

Добавку вводили в гранулированный комбикорм методом распыления с учетом норм ее ввода на 1,0 кг живой массы рыб. Состав комбикорма был следующим: дрожжи кормовые – 34,0 %, рыбная мука – 10,0 %, шрот подсолнечный – 30,5 %, сорго – 11,0 %, пшеница – 5,5 %, ячмень – 6,0 %, фосфор неорганический – 1,0 %, мел – 1,0 % и премикс – 1,0 %.

Для разработки оптимальной нормы ввода панкреатического гидролизата соевого белка, в рацион радужной форели по принципу пар-аналогов были отобраны 40 особей породы Адлер возраст (1+), среднее значение массы которых в начале эксперимента было примерно 55,3-56,7 г. Из них были сформированы четыре подопытные группы по 10 особей в каждой. Особи I группы (контрольной) получали полнорационный тонущий гранулированный комбикорм (ОР), а молодь II, III и IV групп (опытные), получала тот же комбикорм с добавлением в него 25 % раствора панкреатического гидролизата соевого белка из расчета 0,75, 1,0, и 1,25 мл на 1,0 кг массы рыб, соответственно. Добавка вводилась в комбикорм методом распыления из расчета норм ввода на 1,0 кг живой массы рыб. В опыте использовали комбикорм следующего состава: пшеница – 7,0 %, пшеничный глютен – 13,0 %, рыбная мука – 63,0 %, рыбий жир – 16,0 % и премикс – 1,0 %.

Для разработки оптимальной нормы ввода панкреатического гидролизата соевого белка в рацион ленского осетра по принципу пар-аналогов были отобраны 40 особей породы Лена – 1 возраст (1+), с навеской около 150 г. Из них сформированы четыре группы по 10 особей в каждой. Особи I группы (контрольной) получали полнорационный тонущий гранулированный комбикорм (ОР). Молодь II, III и IV групп (опытные), получала тот же комбикорм с введением в него 25 % раствора панкреатического гидролизата соевого белка из расчета 0,5, 1,0 и 1,5 мл на 1 кг массы рыб, соответственно. Добавка вводилась в гранулированный комбикорм методом замачивания из расчета норм ввода на 1,0 кг живой массы рыб.

В кормлении ленского осетра использовали влажную кормовую смесь, состоящую для I группы на половину из специализированного гранулированного комбикорма и на половину из воды, а для II группы из 500 г специализированного гранулированного комбикорма, 499,25 мл воды и 0,75 мл кормовой добавки на основе панкреатического гидролизата соевого белка. Для III группы из 500 г комбикорма, 498,5 мл воды и 1,5 мл панкреатического гидролизата соевого белка и для IV группы из 500 г специализированного комбикорма, 497,75 мл воды и 2,25 мл кормовой добавки. Продукционный гранулированный комбикорм, приготовленный с помощью двух волновых экструзий, состоял из пшеницы – 1,5 %, соевого шрота – 20,0 %, рыбной муки – 57,5 %, рыбьего жира – 20,0 % и премикса – 1,0 %.

Теоретическим основанием для выбранных дозировок стали ранее изученные источники литературы по потребности данных видов рыб в протеине и аминокислотах. Для подтверждения разработанных оптимальных норм ввода ПГСБ в комбикорм, были проведены научно-хозяйственные опыты по выращиванию рыб в индустриальных условиях. Так, научно-хозяйственный опыт по выращиванию карпа парской породы в садках, с использованием в рационе панкреатического

гидролизата соевого белка, проводили, в рыбоводном хозяйстве ООО «Центр индустриального рыбоводства», расположенном в Энгельсском районе Саратовской области. Рыбу выращивали в плавучей системе садков для научных исследований по содержанию и выращиванию рыбы, разработанной А. А. Васильевым, А. А. Карасевым и И. В. Поддубной (2013). Садки были изготовлены из безузловой латексированной дели, размером 2,5×2,5×3,2 м.

В период научно - хозяйственных исследований кормление карпа производилось 3 раза в светлое время суток, через равные промежутки времени полнорационным гранулированным комбикормом. Для этого использовался производственный комбикорм того же состава, что и для лабораторного опыта. Для I группы комбикорм состоял из: шрот подсолнечный – 30,5 %, сорго – 11,0 %, ячмень – 6,0 %, пшеница – 5,5 %, рыбная мука – 10,0 %, дрожжи кормовые – 34,0 %, фосфор неорганический – 1,0 %, мел – 1,0 % и премикс – 1,0 %. Для II и III групп использовали тот же гранулированный комбикорм с введением панкреатического гидролизата соевого белка методом распыления в соответствии с нормой ввода.

Для первого учетного периода опыта отобрали годовиков карпа (1+) парской породы, со средней навеской 21,0 г и разместили их в 3 садка по 600 штук в каждый. Продолжительность исследований составила 18 недель. А во второй учетный период опыта отобрали двухгодовиков карпа (2+) в количестве 900 особей, навеской около 445,0 г и разместили их в 3 садка, по 300 штук в каждый. Продолжительность исследований составила 16 недель.

Научно-хозяйственный опыт по выращиванию радужной форели в индустриальных условиях, с добавлением в комбикорм панкреатического гидролизата соевого белка, проводили в ФГУП «Тёпловский рыбопитомник», расположенным в р.п. Новые Бурасы Саратовской области.

Форель выращивалась в бассейнах размером 3,0х0,7х1,0 м. Плотность ее посадки равнялась 148 шт. на 1 м<sup>3</sup>. В бассейны непрерывно поступала вода из артезианской скважины, поэтому содержание растворенного кислорода в воде не опускалось ниже 10 мг/л. Водообмен в бассейнах был два раза в час.

Для опыта, по принципу аналогов, отобрали молодь радужной форели средней массой около 55,5 г и сформировали из них две группы. I (контрольная) и II (опытная) по 310 особей в каждой. Группа I получала полнорационный гранулированный комбикорм, а группа II получала такой же комбикорм, с добавлением в него панкреатического гидролизата соевого белка. Кормление радужной форели производилось в дневное время через равные промежутки 6 раз в сутки. Кормили рыбу полнорационным гранулированным комбикормом следующего состава: рыбная мука – 63,0 %, пшеница – 7,0 %, пшеничный глютен – 13,0 %, рыбий жир – 16,0 %, премикс – 1,0 %. Эксперимент продолжался 24 недели.

Научно-хозяйственный опыт выращивания ленского осетра в садках, с добавлением в гранулированный комбикорм панкреатического гидролизата соевого белка, проводили в искусственном водоеме площадью 157 га. Водоем располагался в Бородаевском муниципальном округе Марксовского района Саратовской области.

Разработанная Г. А. Хандожко, В. В. Вертей и А. А. Васильевым в 2008 г. система садков, включала в себя 4 садка размером 2,5x2,5x2,5 м. Садки были изготовлены из безузловой латексированной дели с размером ячеек на стенках – 10 мм, а на дне – 3 мм. Глубина водоема в месте установки садков составляла 4,9 м.

Для эксперимента, методом пар-аналогов, отобрали в рыбоводном хозяйстве «ИП Вертей» Саратовского района Саратовской области 200 особей ленского осетра возрастом (1+) средней массой около 100,0 г. Из них сформировали две группы, в каждой по 100 особей. Молодь была приучена к поеданию гранулированных комбикормов. Группа I получала полнорационный гранулированный комбикорм, а группа II получала такой же комбикорм, с добавлением в него панкреатического гидролизата соевого белка. Продолжительность эксперимента составила 20 недель.

Научно-хозяйственный опыт выращивания ленского осетра в установке замкнутого водоснабжения, с добавлением в гранулированный комбикорм панкреатического гидролизата соевого белка, проводили на базе научно-исследовательской лаборатории «Технологии кормления и выращивания рыбы» ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова».

Для исследований отобрали 200 особей ленского осетра средней массой около 100,0 г и разместили их по 100 штук в два полипропиленовых бассейна объемом 1,2 м<sup>3</sup> каждый. I группа (контрольная) получала гранулированный комбикорм, а II группа (опытная) в составе гранулированного комбикорма получала панкреатический гидролизат соевого белка из расчета 1,0 мл на 1,0 кг массы рыбы. Ленского осетра в период исследований кормили 2 раза в сутки утром и вечером. Для этого использовалась влажная кормосмесь, состоящая для I группы из 500 г специализированного гранулированного комбикорма и 500 г воды, а для II группы из 500 г специализированного гранулированного комбикорма, 482,2 мл воды и 17,8 мл кормовой добавки на основе панкреатического гидролизата соевого белка.

Исследования темпов роста и развития рыб проводили еженедельно на основании данных контрольных обловов. В лабораторных исследованиях всю рыбу подвергали взвешиванию на электронных весах. В период научно-хозяйственных опытов взвешивание рыб проводили по 3 партии, в навеске по 10 экземпляров. Число отловленных для взвешивания рыб в зависимости от количества посаженных составляло 5-10 %.

Для анализа интенсивности роста использовались следующие показатели: абсолютный, относительный и среднесуточный приросты, и коэффициент упитанности рыб [Щербина М. А., Гамыгин Е. А., 2006].

Для определения степени жирности рыб использовали упрощенный метод М. Л. Прозоровской по пятибалльной шкале (1952).

Гидрохимические исследования проводились в начале и конце исследований согласно общепринятым в рыбоводстве методикам. Определение состава и свойств воды проводилось двумя методами – титриметрическим и колориметрическим по существующим методикам [Алекин О. А., Семенов А. Д., Скопинцев Б. А., 1987].

В кормлении использовался гранулированный комбикорм с диаметром гранул от 2 до 4 мм, в соответствии с массой рыбы. Состав корма и питательность соответствовали периоду выращивания рыбы. Суточную норму корма рассчитывали по общепринятой методике, с учетом температуры воды и массы рыбы. Ежедневно определяли поедаемость корма и сохранность рыбы. Кормление рыб регламентировалось рекомендациями М. А. Щербина и Е. А. Гамыгина (2006) и ГОСТом Р52346-2005. Затраты корма подсчитывали в целом за опыт, как отношение количества корма внесенного в рыбоводную емкость к единице прироста массы [Щербина М. А., Гамыгин Е. А., 2006]. Кормовые продукты, входящие в состав рационов подопытных групп, исследовали на химический состав по стандартным методикам зооанализа.

Товарные качества рыб, выращенных в индустриальных условиях, определяли в конце научно-хозяйственных опытов с помощью контрольных убоев, расчетов соотношения съедобных и несъедобных частей тела проводили по принятым в рыбоводстве методикам [Кудряшева А. А., Саватеева Л. Ю., Саватеев Е. В., 2007]. Для проведения исследований отбирали по 3 особи из каждой подопытной группы.

Химический состав мышечной ткани рыб определяли по методикам, разработанным Л. В. Антиповой, И. А. Глотовой и И. А. Роговым (2004). Распознавание аминокислот осуществляли с применением предколоночной модификации б-аминоквинолин гидроксисукцинамидил карбаматом – AccQ по методу Waters AccQ-Tag с использованием набора реактивов WAT 052880. Этот метод обеспечивает специфическую количественную модификацию первичных аминогрупп, аминокислот и аминокислот. Он обладает высокой чувствительностью и высокой эффективностью разделения.

Результаты органолептической оценки обозначали по пятибалльной шкале согласно методике Т. М. Сафроновой (1998).

Гематологические показатели определяли в начале и конце исследований на лабораторном анализаторе автоматического типа марки PCE-90Vet, биохимический анализ крови проводился на биохимическом ветеринарном анализаторе BioChem SA.

Изучение гистологической структуры внутренних органов проводили по общепринятым в рыбоводстве методикам Е. В. Микодиной с соавторами (2009).

В целях проверки результатов, полученных в научно-хозяйственных опытах, и подтверждения эффективности применения гранулированного комбикорма с добавлением в него панкреатического гидролизата соевого белка для кормления ценных видов рыб, была проведена производственная апробация на ленском осетре в ООО «Тамбовский осетр» (Тамбовский район, Тамбовская область) и на радужной форели в ФГУП «Тёпловский рыбопитомник» (р.п. Новые Бурасы, Саратовская область), а также, столовом виде рыб, на карпе в ООО «Центр индустриального рыбоводства» (Энгельсский район, Саратовская область).

Комбикорм для карпа и лососевых был произведен на комбикормовом заводе ООО «Агроресурс» (Аркадакский район, Саратовская область) по разработанным

нами рецептам, а для осетровых на комбикормовом заводе ООО «Прометрика» (г. Саратов).

Комбикорм для карповых рыб состоял для I группы: шрот соевый – 20,0 %, шрот подсолнечный – 21,0 %, пшеница – 20,0 %, рыбная мука – 18,0 %, отруби пшеничные – 20,0 % и премикс – 1,0 %; для II группы: шрот соевый – 22,0 %, панкреатический гидролизат соевого белка – 5,0 %, шрот подсолнечный – 25,0 %, пшеница – 20,0 %, рыбная мука – 10,0 %, отруби пшеничные – 17,0 % и премикс – 1,0 %. Питательность комбикорма подопытных групп соответствовала по всем показателям периоду выращивания карповых рыб.

Комбикорм для лососевых рыб состоял для I группы: шрот соевый – 21,0 %, рыбная мука – 49,0 %, дрожжи – 10,0 %, сухой обрат – 6,0 %, жир растительный – 13,0 % и премикс – 1,0 %; для II группы: шрот соевый – 17,0 %, панкреатический гидролизат соевого белка – 9,0 %, рыбная мука – 46,0 %, дрожжи – 10,0 %, сухой обрат – 5,0 %, жир растительный – 12,0 % и премикс – 1,0 %. Питательность комбикорма подопытных групп соответствовала по всем показателям периоду выращивания лососевых рыб.

Комбикорм для осетровых рыб состоял для I группы: шрот соевый – 14,0 %, рыбная мука – 51,0 %, пшеница – 12,0 %, дрожжи – 8,0 %, горох – 10,0 %, жир растительный – 4,0 % и премикс – 1,0 %; для II группы: шрот соевый – 18,0 %, панкреатический гидролизат соевого белка – 9,0 %, рыбная мука – 46,0 %, дрожжи – 10,0 %, горох – 10,0 %, жир растительный – 6,0 % и премикс – 1,0 %. Калорийность комбикорма соответствовала периоду выращивания осетровых рыб.

Результаты наших исследований обрабатывали статистически общепринятыми методиками биометрии [Тарчоков Т. Т., Максимов В. И., Юлдашбаев Ю. А., 2016] с помощью программного пакета анализа Microsoft Excel (2010, 2016). Полученные различия оценивали на достоверность по t-критерию Стьюдента (при уровне достоверности 0,95–0,999). Зависимость между признаками и степень связи между ними устанавливали корреляционным анализом с помощью коэффициента корреляции Пирсона.

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

#### 3.1 Использование панкреатического гидролизата соевого белка в кормлении карпа

Обоснованием использования различных норм ввода панкреатического гидролизата соевого белка в комбикормах для молоди карпа, служил сравнительный анализ экономического эффекта введения в рацион дополнительного компонента и уровень его влияния на продуктивность (таблица 1).

Таблица 1 – Экономическая оценка эффективности использования различных норм ввода панкреатического гидролизата соевого белка

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Ихтиомасса в начале исследований, кг	0,51	0,50	0,51	0,50
Ихтиомасса в конце исследований, кг	0,99	1,01	1,05	1,06
Прирост ихтиомассы, кг	0,48	0,51	0,55	0,56
Стоимость рыбопосадочного материала, руб.	112,20	110,00	111,10	110,44
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	60,00	60,00	60,00	60,00
Скормлено комбикорма на группу, кг	3,71	3,71	3,79	3,80
Затраты корма на 1 кг прироста, кг	222,31	222,50	227,49	228,04
Стоимость скормленного комбикорма, руб.	-	250,00	250,00	250,00
Стоимость 1 л ПГСБ, руб.	-	0,02	0,03	0,04
Скормлено ПГСБ, л	-	5,22	8,03	10,74
Стоимость скормленного ПГСБ, руб.	222,31	227,72	235,52	238,78
Стоимость скормленного комбикорма с ПГСБ, руб.	180,00	180,00	180,00	180,00
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	178,2	181,8	189	190,8
Выручка от реализации рыбы, руб.		3,6	10,8	12,6
Доход от использования ПГСБ, руб.	0,51	0,50	0,51	0,50

Анализ полученных результатов свидетельствует, что прирост ихтиомассы за период исследований повышался в соответствии с увеличением нормы ввода панкреатического гидролизата соевого белка. Так, во II группе, получавшей 0,5 мл панкреатического гидролизата соевого белка на 1 кг живой массы, прирост ихтиомассы был выше на 7,16 %, в III группе, получавшей 0,75 мл на 1 кг живой массы, выше на 15,16 % и в IV группе, получавшей 1,0 мл на 1 кг живой массы, выше на 17,26 %, чем в группе I, не получавшей в рационе панкреатический гидролизат соевого белка. Средние затраты комбикорма на единицу прироста массы за период наблюдений были меньше в группе II на 5,88 %, в группе III на 9,46 % и в группе IV на 11,25 %, в сравнении с группой I. Но, вместе с тем, в опытных группах



повышалась стоимость комбикорма, в том числе за счёт введения добавки. Наибольшие затраты получились в III и IV группах. Дополнительный доход за счет введения панкреатического гидролизата соевого белка увеличился, при этом норма ввода 0,5 мл на 1 кг живой массы повысила доход на 2,0 %, норма ввода 0,75 мл на 1 кг живой массы на 6,1 %, а норма ввода 1,0 мл на 1 кг живой массы на 7,1 %, по сравнению с I группой, не получавшей панкреатический гидролизат соевого белка.

Научно-хозяйственный опыт по выращиванию годовичков карпа парской породы в садках, с использованием в рационе панкреатического гидролизата соевого белка, провели в рыбоводном хозяйстве ООО «Центр индустриального рыбоводства» расположенном в Энгельском районе Саратовской области (таблица 2).

Таблица 2 – Экономическая эффективность садкового выращивания годовичков карпа подопытных групп

Показатель	Группа		
	I	II	III
Ихтиомасса в начале, кг	12,90	12,78	12,60
Ихтиомасса в конце, кг	334,59	398,30	402,02
Валовый прирост рыбы, кг	321,69	385,52	389,42
Стоимость рыбопосадочного материала, тыс. руб.	1,55	1,53	1,51
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	65,00	65,00	65,00
Скормлено всего комбикорма на группу, кг	839,20	925,34	940,65
Затраты корма на 1 кг прироста, кг	2,51	2,40	2,42
Стоимость всего комбикорма, тыс. руб.	54,55	60,15	61,14
Стоимость 1 л ПГСБ, руб.	-	250,00	250,00
Количество скормленного ПГСБ, л	-	18,47	25,07
Стоимость скормленного ПГСБ, тыс. руб.	-	4,62	6,27
Стоимость скормленного комбикорма с ПГСБ, тыс. руб.	54,55	64,77	67,41
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	210,00	210,00	210,00
Выручка от реализации всей рыбы, тыс. руб.	70,26	83,64	84,42
Себестоимость всей рыбы, тыс. руб.	56,10	66,30	68,92
Прибыль от реализации всей рыбы, тыс. руб.	14,17	17,34	15,50
Дополнительно полученная прибыль от реализации всей рыбы, тыс. руб.	-	3,18	1,34
Уровень рентабельности, %	25,26	26,16	22,50

Введение в рацион панкреатического гидролизата соевого белка способствовало увеличению валового прироста рыбы за время эксперимента на 19,8 % в группе II и на 21,1 % в группе III, в сравнении с группой I, не получавшей добавку. При этом, увеличив стоимость всего скормленного комбикорма во II группе на 10,3 %, а в III группе на 12,1 % и, как следствие, себестоимость

выращивания во II группе на 10,2 %, а в III группе на 12,8 %. Не смотря на это, прибыль от реализации всей рыбы была больше в группе II на 3,18 тыс. руб., а в группе III на 1,3 тыс. руб., в сравнении с группой I. А уровень рентабельности выращивания карпа в плавучих садках был выше во II группе на 0,9 %, чем в I группе, а вот в III группе ниже на 2,76 %.

Оценка морфологического состава тела подопытных карпов выявила достоверное изменение тканей и органов. С добавлением в рацион панкреатического гидролизата соевого белка, достоверно увеличилось содержание мышечной ткани во II и III группах, по сравнению с I группой. Так же было отмечено повышение массы съедобных частей на 15,8 % во II группе и на 15,4 % в III группе, по сравнению с I группой.

Результаты анализа химического состава мышечной ткани позволили сказать, что в мышечной ткани карпа, благодаря введению в рацион панкреатического гидролизата соевого белка, достоверно увеличилось содержание сырого протеина во II группе на 4,9 % ( $P \geq 0,95$ ), а в III группе на 3,7 % ( $P \geq 0,95$ ) и жира во II группе на 10,4 % ( $P \geq 0,95$ ), а в III группе на 10,8 % ( $P \geq 0,95$ ), в сравнении с I группой. Удельная доля золы в структуре химического состава ткани отличается не значительно и соответствует содержанию минеральных веществ используемых рационов.

Данные, полученные по аминокислотному составу мышечной ткани карпа, позволили сделать вывод о сбалансированности белка. Показатели содержания лизина, треонина, фенилаланина и валина в I группе превышали значение в группах II и III, получавших гидролизат соевого белка. Установлено, что в белках мышечной ткани карпа превалирует содержание таких незаменимых аминокислот, как лизин, лейцин и изолейцин. Из заменимых аминокислот в белках мышечной ткани карпа превалирует содержание аланина и глутаминовой кислоты (таблица 3).

При расчете аминокислотного сора было выявлено, что в I группе две лимитирующие аминокислоты: гистидин и триптофан, во II и III группах одна лимитирующая аминокислота – гистидин. При этом значение ее аминокислотного сора было выше на 7,73 % и 5,87 %, соответственно, чем в I группе. Данный показатель говорит о том, что усвоение белка происходит не полностью, а лишь на 87,06 % у рыб из I группы, на 94,79 % у рыб из II группы и на 92,93 % у рыб из III группы. Суммарное содержание незаменимых аминокислот в 100 г белка в I группе составило 44,74 г, во II группе 42,29 г и в III 45,08 г. Заменимых аминокислот в I группе было 31,69 г, а во II группе на 1,61 г и в III группе на 1,50 г больше.

При оценке биологической ценности белка нами было выявлено, что лучше всего организмом человека будет использован белок рыб из II группы, где коэффициент утилитарности составил 0,65. Как свидетельствует коэффициент сопоставимой избыточности, из 100 г поступающего белка карпов из II группы только 3,26 г не будет усвоено организмом, при этом из III группы 4,46 г, а из I группы – 4,53 г.

Анализ полученных данных дает нам возможность сделать вывод о целесообразности использования нормы ввода панкреатического гидролизата

соевого белка для годовичков карпа в комбикорм равной 0,75 мл на 1,0 кг ихтиомассы.

Таблица 3 – Аминокислотный состав мышечной ткани карпа, г/100 г белка

Аминокислота	Группа			Аминокислотный скор, %		
	I	II	III	I	II	III
<i>Незаменимые</i>						
Лизин	9,58±1,1	8,61±1,0	9,11±1,2	199,65	179,34	189,85
Треонин	4,98±1,2	3,16±1,3	4,36±1,0	199,00	126,35	174,58
Фенилаланин	3,88±0,2	3,24±0,1*	3,69±0,2	154,11	136,40	149,73
Лейцин+изолейцин	13,20±0,8	13,75±0,7	13,62±0,8	145,08	151,09	149,68
Метионин+цистин	3,23±0,7	3,48±0,9	4,12±0,8	136,28	152,48	179,33
Валин	5,51±0,6	5,44±0,5	5,47±0,7	137,73	136,12	136,69
Триптофан	4,47±0,7	5,11±0,8	4,96±0,9	90,46	107,71	116,27
Гистидин	1,39±0,1	1,52±0,2	1,49±0,1	87,06	94,79	92,93
<i>Заменимые</i>						
Тирозин	2,45±0,5	2,37±0,4	2,45±0,6	-	-	-
Пролин	2,50±0,6	2,46±0,4	2,49±0,5	-	-	-
Серин	4,16±0,4	4,44±0,3	4,27±0,2	-	-	-
Аланин	5,19±0,29	5,52±0,30	5,28±0,31	-	-	-
Аргинин	4,57±0,37	4,59±0,39	4,56±0,36	-	-	-
Глицин	3,11±0,23	3,25±0,21	3,17±0,25	-	-	-
Глутаминовая кислота	7,74±1,4	8,91±1,6	9,59±1,7	-	-	-
Аспарагиновая кислота	4,43±0,35	4,13±0,41	3,84±0,50	-	-	-

\* - P>0,95

Научно-хозяйственный опыт по выращиванию двухгодовиков карпа, так же свидетельствует о положительном влиянии панкреатического гидролизата соевого белка на продуктивность рыбы (таблица 4).

Результаты выращивания двухгодовиков карпа свидетельствуют, что за счет введения в рацион панкреатического гидролизата соевого белка в группах II и III наблюдается увеличение валового прироста рыбопродукции на 27,0 и 26,2 %, соответственно. При этом, в этих же группах увеличивается количество скормленного комбикорма, что на 9 % повышает его стоимость, без учета стоимости добавки. Общая стоимость комбикорма с панкреатическим гидролизатом соевого белка увеличивается на 9,9 % во II группе и на 9,5 % в III группе, по сравнению с I группой, не получавшей в своем рационе добавку. Таким образом, себестоимость выращивания двухгодовиков карпа повышается в группах II и III на 10,5 % и 12,5 %, соответственно. Не смотря на данные факторы, дополнительно полученная прибыль

от реализации всей рыбы в группах, получавших панкреатический гидролизат соевого белка, была выше на 4,6 тыс. руб. во II и на 2,2 тыс. руб. в III группах, в сравнении с I группой. Уровень рентабельности выращивания карпа был выше в группе II на 3,4 %, а в группе III на 0,1 %, в сравнении с группой I. Полученные данные дают возможность сделать вывод, что экономически целесообразно использовать панкреатический гидролизат соевого белка в рационе двухгодовиков карпа при норме ввода 0,75 мл на 1,0 кг ихтиомассы.

Таблица 4 – Результаты выращивания двухгодовиков карпа

Показатель	Группа		
	I	II	III
Количество рыбы в начале, шт.	300,00	300,00	300,00
Количество рыбы в конце, шт.	277,00	286,00	284,00
Ихтиомасса в начале, кг	133,38	133,11	133,56
Ихтиомасса в конце, кг	399,88	471,64	469,88
Валовый прирост рыбы, кг	266,50	338,53	336,32
Стоимость рыбопосадочного материала, тыс. руб.	29,34	29,28	29,38
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	62,00	62,00	62,00
Скормлено всего комбикорма на группу, кг	681,56	749,35	746,61
Затраты корма на 1 кг прироста, кг	2,56	2,21	2,22
Стоимость всего комбикорма, тыс. руб.	42,26	46,46	46,29
Стоимость 1 л ПГСБ, руб.	-	250,00	250,00
Количество скормленного ПГСБ, л	-	25,34	33,65
Стоимость скормленного ПГСБ, тыс. руб.	-	6,34	8,41
Стоимость скормленного комбикорма с ПГСБ, тыс. руб.	42,36	52,79	54,70
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	210,00	210,00	210,00
Выручка от реализации всей рыбы, тыс. руб.	83,97	99,04	98,67
Себестоимость всей рыбы, тыс. руб.	71,60	82,08	84,09
Прибыль от реализации всей рыбы, тыс. руб.	12,37	16,97	14,59
Дополнительно полученная прибыль от реализации всей рыбы, тыс. руб.	-	4,59	2,21
Уровень рентабельности, %	17,28	20,67	17,35

Данные, полученные при биохимических анализах крови показывают, что введение в рацион двухгодовиков карпа панкреатического гидролизата соевого белка, усиливает белковый обмен в организме. Содержание белка в сыворотке крови снижалось в зависимости от повышения содержания в рационе протеина, что свидетельствует об интенсивных процессах переаминирования в крови. В начале выращивания содержание в I и II группах белка было в 2 раза меньше, чем по окончании научно-хозяйственного опыта. Изученные показатели крови не превышали физиологической нормы для двухгодовиков карпа.

Оценка товарных качеств рыбной продукции свидетельствует о достоверном увеличении массы мышечной ткани на 16,7 % ( $P \geq 0,999$ ) во II группе и на 16,6 % ( $P \geq 0,999$ ) в III группе, в сравнении с данными I группы. Так же отмечаются достоверные отличия в массе головы и плавников, кожи и костной ткани во II и III группах ( $P \geq 0,999$ ), по сравнению I группой. Общее содержание съедобных частей было выше в группах II и III на 16,3 % ( $P \geq 0,999$ ), в сравнении с группой I. А масса несъедобных частей в группе II была выше на 12,5 %, а в III на 13,6 % по сравнению с I группой, в рационе которой панкреатический гидролизат соевого белка не использовался.

Результаты химического анализа мышечной ткани свидетельствуют, что содержание протеина в тушках двухгодовиков карпа, выращенных в индустриальных условиях, в группе II увеличилось на 15,9 %, а в группе III на 3,7 %, по сравнению с карпами I группы, не потреблявших панкреатический гидролизат соевого белка. Содержание жира в тушках молоди карпа увеличилось на 11,1 % во II группе и на 18,5 % в III группе, по сравнению с I группой. Данные показатели соответствовали стандартной характеристике молоди карпа на данной стадии онтогенетического развития.

Полученные данные позволяют нам сформулировать вывод о высокой эффективности использования панкреатического гидролизата соевого белка для двухгодовиков карпа в составе комбикорма при норме ввода 0,75 мл на 1,0 кг ихтиомассы.

В целях проверки результатов, полученных в прогнозируемом и двух научно-хозяйственных опытах, и подтверждения эффективности использования производственного гранулированного комбикорма, с добавлением в него панкреатического гидролизата соевого белка в питания карпа, нами была проведена производственная апробация в ООО «Центр индустриального рыбоводства», расположенном в Энгельском районе Саратовской области.

Для производственной апробации отобрали особей карпа средней навеской около 20 г. По окончании периода выращивания, мы получили массу одной особи в I группе – 704,0 г, а во II группе – 748,0 г. Выживаемость особей была на уровне 96,2 в I группе, не получавшей панкреатический гидролизат соевого белка, это на 1,3 % ниже, чем во II группе. Затраты корма на 1 кг прироста массы в I группе составила 2,38 кг, а во II группе ниже на 0,11 кг.

Частичная замена в рационе карпа, выращенного в индустриальных условиях, рыбной муки на 5,0 % от структуры рациона панкреатическим гидролизатом соевого белка, без потери питательной ценности, способствовала снижению себестоимости выращивания на 3,8 %.

Анализ структуры затрат свидетельствует, что более 65,0 % из них идут на комбикорма, без которых невозможно индустриальное выращивание рыбы, в виду отсутствия естественной кормовой базы. Таким образом, даже незначительное снижение конверсии корма на 0,11 ед. и увеличение валового прироста рыбы на 35,1 кг за счет сбалансированности рационов по аминокислотному составу, привело к получению дополнительной прибыли на 72,1 тыс. руб. и увеличению уровня

рентабельности на 4,6 % в группе, получавшей панкреатический гидролизат соевого белка взамен рыбной муки.

### 3.2 Использование панкреатического гидролизата соевого белка в кормлении радужной форели

Результаты выращивания радужной форели при разработке оптимальной нормы ввода панкреатического гидролизата соевого белка в комбикорм приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты выращивания радужной форели при разработке норм скармливания панкреатического гидролизата соевого белка

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Ихтиомасса в начале опыта, кг	0,56	0,55	0,57	0,56
Ихтиомасса в конце опыта, кг	1,21	1,28	1,43	1,32
Прирост ихтиомассы за период, кг	0,65	0,73	0,86	0,77
Стоимость всего посадочного материала, руб.	197,02	193,66	198,35	194,99
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	126,00	126,00	126,00	126,00
Скормлено комбикорма на группу, кг	1,09	1,13	1,18	1,12
Стоимость комбикорма, руб.	137,02	142,01	148,90	141,70
Стоимость 1 л ПГСБ, руб.	-	250,00	250,00	250,00
Скормлено ПГСБ, л	-	0,042	0,060	0,070
Стоимость скормленной ПГСБ, руб.	-	10,55	14,93	17,59
Стоимость комбикорма с ПГСБ, руб.	137,02	152,56	164,85	159,29
Затраты кормов на 1 кг прироста, кг	1,67	1,55	1,38	1,47
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	450,00	450,00	450,00	450,00
Выручка от реализации рыбы, руб.	545,79	576,90	643,11	595,29
Себестоимость всей рыбы, руб.	334,03	346,22	363,19	354,28
Себестоимость 1 кг рыбы, руб.	275,41	270,06	254,13	267,81
Прибыль от реализации рыбы, руб.	211,75	230,68	279,92	241,01
Прибыль от реализации 1 кг рыбы, руб.	174,59	179,94	195,87	182,19
Доход от использования ПГСБ, руб.	-	5,35	21,28	7,60

Наибольшее количество комбикорма было съедено в III группе, однако эффективность использования комбикорма здесь также выше на 17,5 %, в сравнении с I группой. Использование панкреатического гидролизата соевого белка, увеличило стоимость комбикормов на 11,3 % в группе II, на 20,3 % в группе III и на 16,3 % в группе IV, повысив, в свою очередь, общую себестоимость выращивания радужной форели. В то же время, за счет реализации дополнительной товарной продукции, увеличилась выручка в группе II на 5,7 %, в группе III на 17,8 % и в группе IV на

9,1 %, в сравнении с группой I. Таким образом, оптимальная норма ввода панкреатического гидролизата соевого белка при выращивании радужной форели составляет 1,0 мл на 1 кг ихтиомассы.

Результаты научно-хозяйственного опыта по выращиванию радужной форели свидетельствовали о положительном влиянии панкреатического гидролизата соевого белка на продуктивность и рентабельность отрасли (таблица 6).

Благодаря введению в рацион форели панкреатического гидролизата соевого белка, увеличивается валовый прирост рыбы на 18,1 %, способствуя росту выручки от реализации рыбы на 14,8 %. Денежные средства, потраченные на приобретение добавки, окупились и дополнительно полученная прибыль за счет ее использования составила 2,72 тыс. руб. Уровень рентабельности товарного выращивания форели с введением в ее рацион панкреатического гидролизата соевого белка повысился на 1,91 %.

Таблица 6 – Результаты выращивания радужной форели

Показатель	Группа	
	I	II
Количество рыбы в начале, шт.	310	310
Количество рыбы в конце, шт.	299	306
Ихтиомасса в начале, кг	17,16	17,21
Ихтиомасса в конце, кг	92,82	106,55
Валовый прирост рыбы, кг	75,66	89,34
Стоимость рыбопосадочного материала, тыс. руб.	7,72	7,74
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	153,00	153,00
Скормлено всего комбикорма на группу, кг	116,04	127,56
Стоимость всего комбикорма, тыс. руб.	17,75	19,52
Стоимость 1 л ПГСБ, руб.	-	250
Количество скормленного ПГСБ, л	-	6,61
Стоимость скормленного ПГСБ, тыс. руб.	-	1,65
Стоимость скормленного комбикорма с ПГСБ, тыс. руб.	17,99	21,43
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	450,00	450,00
Выручка от реализации всей рыбы, тыс. руб.	41,77	47,95
Себестоимость всей рыбы, тыс. руб.	25,71	29,17
Прибыль от реализации всей рыбы, тыс. руб.	16,06	18,78
Уровень рентабельности, %	62,47	64,38

Выявленные данные, после анализа морфологического состава тела радужной форели, показывают, что, в связи с повышенной интенсивностью роста особей во II группе, масса всех частей тела была больше, чем в I группе. При этом достоверно увеличилась масса мышечной ткани на 19,5 % и достоверно уменьшилась масса внутренних органов на 10,7 %. Как следствие, масса съедобных частей во II группе

была достоверно выше на 15,8 %, по сравнению с I группой, не получавшей в своем рационе панкреатический гидролизат соевого белка.

Результаты химического анализа мышечной ткани показали, что введение панкреатического гидролизата соевого белка в рацион радужной форели II группы достоверно ( $P \geq 0,95$ ) увеличили в ней на 15,2 % содержание сырого протеина и достоверно ( $P \geq 0,95$ ) уменьшили содержание сырого жира на 11,4 %.

Проанализировав данные, полученные по аминокислотному составу мышечной ткани радужной форели можно сделать вывод о сбалансированности белка. По содержанию всех эссенциальных аминокислот показатели во II группе были выше. При этом достоверные различия обнаружались во II группе по содержанию треонина, фенилаланин+тирозина, лейцин+изолейцина, метионин+цистина и валина, по сравнению с I группой. Из заменимых аминокислот в белках мышечной ткани форели превалирует содержание аланина и аспарагиновой кислот (таблица 7).

Таблица 7 – Аминокислотный состав мышечной ткани радужной форели, г/100 г белка

Аминокислота	Группа		Аминокислотный скор, %	
	I	II	I	II
<i>Незаменимые</i>				
Лизин	10,33±0,7	12,11±0,9	215,22	252,24
Треонин	5,17±0,4	7,62±0,7*	206,61	304,93
Фенилаланин+тирозин	5,17±0,3	7,62±0,4***	251,97	262,50
Лейцин+изолейцин	14,98±0,8	18,83±1,0**	164,61	206,97
Метионин+цистин	5,17±0,1	7,62±0,3***	224,58	331,45
Валин	5,68±0,6	8,52±0,8*	142,05	213,00
Гистидин	3,10±0,4	4,04±0,5	193,70	252,24
<i>Заменимые</i>				
Пролин	3,10±0,1	3,59±0,2	-	-
Серин	4,65±0,2	6,73±0,4***	-	-
Аланин	7,75±0,4	9,87±0,6**	-	-
Аргинин	8,26±0,7	5,83±0,5*	-	-
Глицин	5,68±0,4	6,73±0,5	-	-
Глутаминовая кислота	3,62±0,3	3,59±0,3	-	-
Аспарагиновая кислота	9,81±0,7	10,31±0,9	-	-

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

При расчете аминокислотного сора было выявлено, что аминокислотный состав мышечной ткани радужной форели во всех подопытных группах является сбалансированным, так как аминокислотный скор выше 100 %. Тем не менее, для построения белковой структуры первой лимитирующей кислотой у рыб в I группе является валин, ее скор равен 142,1 %. Во II группе лимитирующим стал комплекс аминокислот лейцин+изолейцин, скор которого равен 206,9 %. Суммарное содержание незаменимых аминокислот в 100 г белка в группе I составило 54,8 г, а в



группе II – 69,5 г. Заменяемых аминокислот в группе I содержалось 42,9 г, а в группе II на 3,8 г больше.

Полученные данные по оценке биологической ценности радужной форели, позволяют сказать, что лучше всего организмом человека будет использован белок рыб из II группы, где коэффициент утилитарности составил 0,85. Как свидетельствует коэффициент сопоставимой избыточности, из 100 г поступающего белка мышечной ткани радужной форели из II группы только 3,75 г не будет усвоено организмом, при этом из I группы 4,04 г, что на 7,2 % больше. Коэффициент различия аминокислотного сора в исследуемых образцах показывает, что белок рыб II группы имеет меньшие различия в составе незаменимых аминокислот, что в последствие увеличивает его биологическую ценность на 3,73 %, по сравнению с I группой.

Для производственной апробации отобрали особей радужной форели средней навеской около 60 г. По окончании периода выращивания мы получили массу одной особи в I группе – 323,0 г, во II группе – 348,0 г. Выживаемость особей была на уровне 97,5 в I группе, не получавшей панкреатический гидролизат соевого белка, что на 1,4 % меньше, чем во II группе. Коэффициент конверсии корма в I группе составила 1,56 кг, а во II группе ниже на 0,07 кг. Введение в рацион радужной форели, выращенной в индустриальных условиях, панкреатического гидролизата соевого белка в количестве 9,0 % от структуры рациона, без потери питательной ценности, способствовала снижению себестоимость выращивания на 5,0 %.

Основными затратами при индустриальном выращивании радужной форели были комбикорма, которые составили более 65,0 % структуры рациона. В связи с этим, наблюдается снижение затрат комбикорма на единицу прироста на 4,5 % и интенсивный рост рыбы во II группе. За счет сбалансированности рационов по аминокислотному составу получили дополнительную прибыль на 12,1 % в группе, получавшей панкреатический гидролизат соевого белка. Таким образом, уровень рентабельности товарного выращивания радужной форели на комбикормах с содержанием панкреатического гидролизата соевого белка был выше на 7,5 %.

### **3.3 Использование панкреатического гидролизата соевого белка в кормлении ленского осетра**

Результаты выращивания ленского осетра при разработке оптимальной нормы ввода панкреатического гидролизата соевого белка в комбикорм приведены в таблице 8.

Введение панкреатического гидролизата соевого белка в рацион ленского осетра повышает затраты на кормление, но его воздействие на организм рыбы способствует увеличению ихтиомассы, что положительно отражается на выручке от реализации товарной рыбы. Наибольший доход от продажи рыбы с учетом затрат на комбикорма и рыбопосадочный материал был получен в III группе, получавшей с комбикормом 1,0 мл панкреатического гидролизата соевого белка на 1 кг массы

рыбы в период исследований. Это позволяет считать данную норму оптимальной для скармливания ленскому осетру при выращивании в промышленных условиях.

По результатам научно-хозяйственного опыта валовая себестоимость выращивания ленского осетра была выше во II группе, за счет использования панкреатического гидролизата соевого белка на 2,6 %, чем в I группе. Но при пересчете данного показателя на 1 кг ихтиомассы рыбы, мы видим, что во II группе он ниже на 10,1 % (таблица 9).

Таблица 8 – Результаты выращивания ленского осетра при разработке нормы ввода панкреатического гидролизата соевого белка

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Ихтиомасса рыбы в начале исследований, кг	1,50	1,52	1,51	1,50
Ихтиомасса рыбы в конце исследований, кг	2,32	2,62	2,83	2,83
Рыночная стоимость рыбопосадочного материала, руб.	1500,00	1500,00	1500,00	1500,00
Рыночная стоимость 1 кг комбикорма, руб.	140,00	140,00	140,00	140,00
Общие затраты комбикорма за период на группу, кг	1,21	1,27	1,35	1,36
Стоимость комбикорма за период, руб.	169,40	177,80	189,00	190,40
Рыночная стоимость 1 л добавки, руб.	-	250,00	250,00	250,00
Общие затраты добавки за период, л	-	0,04	0,08	0,13
Стоимость кормовой добавки за период, руб.	-	9,90	21,10	31,87
Общая стоимость корма с добавкой, руб.	169,40	187,70	210,10	222,27
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	700,00	700,00	700,00	700,00
Выручка от реализации рыбы, руб.	1624,00	1834,00	1981,00	1981,00
Доход от продажи с учетом затрат на корма и рыбопосадочный материал, руб.	-	146,30	270,90	258,73

После реализации товарной продукции, мы получили дополнительную прибыль от продажи особей во II группе в размере 6900 руб. Уровень рентабельности выращивания был выше так же в этой группе на 13,67 %, по сравнению с группой I. На основе этих данных, можно сказать о более высокой экономической эффективности выращивания в садках ленского осетра, при использовании в его кормлении панкреатического гидролизата соевого белка.

Введение панкреатического гидролизата соевого белка в рацион ленского осетра выращенного в садках способствовало достоверному увеличению количества мышечной ткани во II группе на 5,2 %, по сравнению с I группой. Вследствие чего увеличился и выход съедобных частей на 2 %. Так же следует отметить недостоверное уменьшение массы внутренних органов и жира, что отмечалось ранее у карповых и лососевых видов. В I группе, не получавшей в своем рационе панкреатический гидролизат соевого белка, удельная доля несъедобных частей была выше на 1,3 %.

Анализ химического состава мышечной ткани свидетельствовал, что содержание влаги в группе I, не получавшей панкреатический гидролизат соевого

белка выше на 1,8 %, при этом снижается содержание жира и золы на 0,2 %, а протеина на 1,5 %. Достоверное повышение содержания протеина ( $P \geq 0,95$ ) в группе II свидетельствует об интенсивном белковом обмене.

Качество протеина характеризуется его биологической ценностью, а именно качественным и количественным составом аминокислот. Результаты, полученные нами при анализе аминокислотного состава мышечной ткани ленского осетра, свидетельствуют о сбалансированности белка по содержанию всех эссенциальных аминокислот. При этом в группе II, потреблявшей панкреатический гидролизат соевого белка, показатели чуть выше, чем в I группе, без достоверной разницы (таблица 10).

Таблица 9 – Результаты выращивания ленского осетра в садках

Показатель	Группа	
	I	II
Количество рыбы в начале, шт.	100,00	100,00
Количество рыбы в конце, шт.	93,00	98,00
Ихтиомасса в начале, кг	9,97	10,02
Ихтиомасса в конце, кг	77,81	87,95
Валовый прирост рыбы, кг	67,84	77,93
Стоимость рыбопосадочного материала, тыс. руб.	15,00	15,00
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	130,00	130,00
Скормлено всего комбикорма на группу, кг	96,72	106,03
Стоимость всего комбикорма, тыс. руб.	12,57	13,78
Стоимость 1 л ПГСБ, руб.	-	250,00
Количество скормленного ПГСБ, л	-	6,89
Стоимость скормленного ПГСБ, тыс. руб.	-	1,72
Стоимость скормленного комбикорма с ПГСБ, тыс. руб.	12,57	15,51
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	800,00	800,00
Выручка от реализации всей рыбы, тыс. руб.	62,25	70,36
Себестоимость всей рыбы, тыс. руб.	46,15	47,36
Себестоимость выращивания 1 кг рыбы, руб.	59,31	53,86
Прибыль от реализации всей рыбы, тыс. руб.	16,10	22,99
Уровень рентабельности, %	34,88	48,54

Расчет аминокислотного сора позволил констатировать высокую биологическую ценность белка мышечной ткани ленского осетра. Во всех подопытных группах показатель сора выше 100 %, не смотря на это содержание аминокислот не одинаково. В I группе лимитирующей для построения белка стал валин, его аминокислотный скор равен 120,2 %, во II группе лимитирующим стал лейцин, аминокислотный скор которого равен 136,1 %. Суммарное содержание незаменимых аминокислот в 100 г белка в I группе составило 45,06 г, во II группе 48,60 г, заменимых в I группе 47,56 г, во II группе на 3,55 г больше.

Большей питательной ценностью обладала мышечная ткань ленского осетра II группы, где коэффициент утилитарности составил 0,80. Из 100 г съеденного человеком белка рыб из II группы, только 3,14 г не будет усвоено организмом, при этом из I группы 3,32 г. Об этом свидетельствует коэффициент сопоставимой избыточности. Белок мышечной ткани ленского осетра II группы имеет меньшие различия в составе эссенциальных аминокислот. Биологическая ценность белка этой группы увеличивается на 2,22 %, по сравнению с I группой.

Таблица 10 – Аминокислотный состав мяса ленского осетра выращенного в садках, г/100 г белка

Аминокислота	Группа		Аминокислотный скор, %	
	I	II	I	II
<i>Незаменимые</i>				
Лизин	9,94±0,5	10,00±0,7	207,00	208,33
Треонин	4,29±0,2	4,56±0,2	171,79	182,46
Фенилаланин+тирозин	7,37±0,1	8,25±0,2*	179,80	201,11
Лейцин	7,76±0,3	8,30±0,4	127,15	136,13
Изолейцин	4,55±0,2	4,85±0,1	151,71	161,79
Метионин+цистин	3,21±0,2	3,57±0,1	139,35	155,10
Валин	4,81±0,3	5,56±0,2	120,19	138,89
Гистидин	3,14±0,1	3,51±0,2	196,31	219,30
<i>Заменимые</i>				
Пролин	3,01±0,3	3,27±0,2	-	-
Серин	3,91±0,2	4,27±0,4	-	-
Аланин	5,58±0,5	5,85±0,4	-	-
Аргинин	5,38±0,3	6,02±0,3	-	-
Глицин	4,23±0,2	4,74±0,1	-	-
Глутаминовая кислота	15,26±1,4	16,20±1,2	-	-
Аспарагиновая кислота	10,19±1,5	10,76±1,3	-	-

\* -  $P \geq 0,95$

Экономическая оценка выращивания ленского осетра в рециркуляционной установке с использованием ПГСБ свидетельствует о получении дополнительной прибыли за счет оптимизации кормления (таблица 11).

Использование кормовой добавки повышает себестоимость выращивания ленского осетра на 7,9 %. Но увеличение, за счет панкреатического гидролизата соевого белка, валового прироста на 15,5 % способствует получению дополнительной прибыли в размере 1,9 тыс. руб. и повышает рентабельность выращивания на 4,3 %.

Таким образом, можно сказать о повышении экономической эффективности товарного выращивания ленского осетра в установках замкнутого водоснабжения за счет использования в кормлении панкреатического гидролизата соевого белка.

Морфологический состав тела ленского осетра отражает достоверное увеличение во II группе на 15,65 % содержание мышечной ткани, по сравнению с I группой, в состав рациона которой не входил панкреатический гидролизат соевого белка. Так же имелись достоверные различия в массе плавников, головы, кожи,

внутреннего жира и хрящевой ткани. Общая масса съедобных частей была достоверно выше во II группе на 11,42 %, а съедобных и условно съедобных на 18,85 %, чем в I группе, не получавшей в рационе панкреатический гидролизат соевого белка.

Результаты анализа химического состава мышечной ткани позволили сказать, что содержание влаги в группе I, не получавшей панкреатический гидролизат соевого белка, выше на 2,9 %, при этом снижается содержание жира на 1,7 %, золы на 0,2 % и протеина на 4,4 %, по сравнению со II группой. Повышение содержания протеина во II группе является достоверным ( $P \geq 0,95$ ) и свидетельствует об интенсивных процессах обмена белка в организме.

Таблица 11 – Результаты выращивания ленского осетра в установке замкнутого водоснабжения

Показатель	Группа	
	I	II
Количество рыбы в начале, шт.	100	100
Количество рыбы в конце, шт.	92	96
Ихтиомасса в начале, кг	10,40	10,20
Ихтиомасса в конце, кг	46,74	52,18
Валовый прирост рыбы, кг	36,34	41,98
Стоимость рыбопосадочного материала, тыс. руб.	12,00	12,00
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	120,00	120,00
Скормлено всего комбикорма на группу, кг	51,41	59,10
Стоимость всего комбикорма, тыс. руб.	6,17	7,09
Стоимость 1 л ПГСБ, руб.	-	250,00
Количество скормленного ПГСБ, л	-	5,74
Стоимость скормленного ПГСБ, тыс. руб.	-	1,43
Стоимость скормленного комбикорма с ПГСБ, тыс. руб.	6,17	8,53
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	800,00	800,00
Выручка от реализации всей рыбы, тыс. руб.	37,39	41,74
Себестоимость всей рыбы, тыс. руб.	29,67	32,03
Себестоимость выращивания 1 кг рыбы, руб.	634,82	613,82
Прибыль от реализации всей рыбы, тыс. руб.	7,72	9,71
Дополнительно полученная прибыль от реализации всей рыбы, тыс. руб.	-	1,99
Уровень рентабельности, %	26,02	30,33

Результаты, полученные при анализе аминокислотного состава мышечной ткани ленского осетра, выращенного в установке замкнутого водоснабжения свидетельствуют о сбалансированности белка по содержанию всех эссенциальных аминокислот. При этом в группе II, потреблявшей панкреатический гидролизат соевого белка, показатели выше, чем в I группе, но без достоверной разницы (таблица 12).

Расчет аминокислотного скора позволил констатировать высокую биологическую ценность белка мышечной ткани ленского осетра. Во всех

подопытных группах показатель сора выше 100 %. Несмотря на это, содержание аминокислот не одинаково и в I группе лимитирующей для построения белка стал валин, его аминокислотный скор равен 115,11 %. Во II группе лимитирующим так же стал валин, аминокислотный скор которого равен 127,74 %. Суммарное содержание незаменимых аминокислот в 100 г белка составило в группе I – 50,22 г, в группе II – 51,89 г. Заменяемых аминокислот в группе I – 49,78 г, а в группе II на 1,55 г больше.

Полученные результаты показывают, что большей питательной ценностью будет обладать мышечная ткань ленского осетра II группы, где коэффициент утилитарности составил 0,70. Коэффициент сопоставимой избыточности свидетельствует, что из –100 г поступающего белка из II группы только 4,82 г, не будет усвоено организмом, при этом из I группы 5,31 г. Белок мышечной ткани ленского осетра II группы имеет меньшие различия в составе эссенциальных аминокислот. Биологическая ценность белка этой группы увеличивается на 5,38 % по сравнению с I группой.

Таблица 12 – Аминокислотный состав мяса ленского осетра выращенного в УЗВ, г/100 г белка

Аминокислота	Группа		Аминокислотный скор, %	
	I	II	I	II
<i>Незаменимые</i>				
Лизин	11,29±0,3	10,52±0,5	235,31	219,23
Треонин	5,04±0,2	4,93±0,2	201,44	197,08
Фенилаланин+тирозин	7,70±0,1	9,31±0,2*	187,75	226,99
Лейцин	8,85±0,3	8,82±0,4	145,06	144,59
Изолейцин	5,32±0,2	5,54±0,1	177,46	184,51
Метионин+цистин	3,88±0,2	3,95±0,1	168,91	171,90
Валин	4,60±0,3	5,11±0,2	115,11	127,74
Гистидин	3,53±0,1	3,71±0,2	220,32	231,90
<i>Заменяемые</i>				
Пролин	3,24±0,3	3,53±0,2	-	-
Серин	3,67±0,2	4,93±0,4	-	-
Аланин	7,84±0,5	7,48±0,4	-	-
Аргинин	6,69±0,3	6,39±0,3	-	-
Глицин	6,19±0,2	6,51±0,1	-	-
Глутаминовая кислота	14,60±1,4	14,35±1,2	-	-
Аспарагиновая кислота	7,55±1,5	8,15±1,3	-	-

\* -  $P \geq 0,95$

Для производственной апробации отобрали особей ленского осетра средней навеской около 250,0 г. По окончании периода выращивания, мы получили массу одной особи в I группе – 863,0 г, а во II группе – 954,0 г. Выживаемость особей была на уровне 98,0 % в I группе, не получавшей панкреатический гидролизат соевого

белка, а во II группе на 1,0 % выше. Коэффициент конверсии корма в I группе составила 1,5 кг, а во II группе на 0,2 кг ниже.

Использование в кормлении рыб комбикорма, в состав которого входит панкреатический гидролизат соевого белка, способствовало более высокой выживаемости особей II группы. Для производства рыбной продукции, нам бы понадобилось меньшее количество особей, а, следовательно, снизились и затраты на рыбопосадочный материал на 10,5 %. Разработанный нами состав комбикорма, был сбалансирован по всем основным группам питательных веществ и аминокислотному составу. Это позволило частично заменить в комбикорме дорогостоящую рыбную муку и одновременно повысить показатели продуктивности рыбы на 10,5 %, а также снизить затраты корма на единицу прироста на 13,3 %. В итоге, себестоимость выращенной рыбы снизилась за счет использования панкреатического гидролизата соевого белка в комбикорме на 10,7 %. Это позволило повысить уровень рентабельности выращивания ленского осетра в установке замкнутого водоснабжения на 19,02 %, по сравнению с I группой.

## 4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### 4.1 Выводы

Анализ и обобщение данных полученных в результате научных исследований по формированию научных основ использования панкреатического гидролизата соевого белка в кормлении рыб позволяют сделать следующие выводы:

1. Оптимальная норма ввода панкреатического гидролизата соевого белка в комбикорм, при выращивании в промышленных условиях, для карпа составляет 0,75 мл на 1,0 кг ихтиомассы, для радужной форели и ленского осетра 1,0 мл на 1,0 кг ихтиомассы.

2. Скармливание панкреатического гидролизата соевого белка годовикам и двухгодовикам карпа при выращивании в садках при норме ввода 0,75 мл на 1 кг ихтиомассы способствовало повышению продуктивности соответственно на 15,2 % ( $P \geq 0,999$ ) и 15,1 % ( $P \geq 0,999$ ), увеличению коэффициента упитанности на 10,1 % и выживаемости особей соответственно на 3,0 и 2,8 %, по отношению к группе, не получавшей кормовую добавку. Введение добавки в рацион радужной форели, при промышленном выращивании, при норме ввода 1,0 мл на 1,0 кг ихтиомассы способствовало увеличению продуктивности на 12,2 % ( $P \geq 0,99$ ), коэффициента упитанности на 1,0 % и выживаемости особей на 2,2 % по отношению к группе, не получавшей панкреатический гидролизат соевого белка. Использование панкреатического гидролизата соевого белка, при норме ввода 1,0 мл на 1,0 кг ихтиомассы, в кормлении ленского осетра при садковом выращивании и в установках замкнутого водоснабжения повысило продуктивность соответственно на

7,3 % ( $P \geq 0,999$ ) и 6,9 % ( $P \geq 0,95$ ), выживаемость особей на 5,0 % и 4,0 % и коэффициент упитанности на 12,5 %.

3. Панкреатический гидролизат соевого белка, балансирует комбикорм по аминокислотному составу и снижает конверсию корма у годовиков карпа на 7,9 %, двухгодовиков карпа на 13,5 %, радужной форели на 6,9 %, ленского осетра выращенного в садках на 4,9 %, а выращенного в установках замкнутого водоснабжения на 19,3 %.

4. Включение в состав комбикорма для рыб панкреатического гидролизата соевого белка активизирует обменные процессы в организме рыб и способствует усиленному течению реакции переаминирования и белкового обмена, положительно влияя на гистологическое состояние внутренних органов. При увеличении нормы ввода панкреатического гидролизата соевого белка в комбикормах содержание белка и уровень активности АсТ и АлТ в плазме крови уменьшается.

5. Поедание панкреатического гидролизата соевого белка рыбами улучшило их товарные качества и повысило содержание сырого протеина в мышечной ткани у карпа на 4,9 % ( $P > 0,95$ ), радужной форели на 15,2 % ( $P \geq 0,95$ ), ленского осетра на 1,5 % ( $P \geq 0,95$ ). Биологическая полноценность белка мышечной ткани, за счет сбалансированности рационов по аминокислотному составу, повысилась у карпа на 15,86 %, у радужной форели на 3,7 % и ленского осетра на 2,2 %.

6. Экономическая эффективность индустриального выращивания рыб при использовании в кормлении панкреатического гидролизата соевого белка повышается. Так, уровень рентабельности выращивания карпа увеличивается на 7,2 %, радужной форели на 11,4 %, ленского осетра при выращивание в садках на 10,0 %, а при выращивании в установках замкнутого водоснабжения на 28,1 %.

## 4.2 Рекомендации производству

В целях повышения качества товарной рыбной продукции и уровня рентабельности рыбохозяйственной отрасли, рекомендуем использовать панкреатический гидролизат соевого белка в кормлении рыб по следующим нормам:

1. В кормлении карповых рыб норма ввода панкреатического гидролизата соевого белка на 1 т комбикорма, л

Масса рыбы, г	Температура воды, °С			
	10 - 15	15 - 20	20 - 25	25 - 30
20-50	17,0	14,0	11,0	9,0
50-100	23,0	17,0	12,0	10,0
100-200	33,0	20,0	15,0	12,0
200-500	42,0	28,0	21,0	17,0
500-1000	50,0	39,0	34,0	31,0



2. В кормлении лососевых рыб норма ввода панкреатического гидролизата соевого белка на 1 т комбикорма, л

Масса рыбы, г	Температура воды, °С			
	12	14	16	18
50-100	60,0	50,0	40,0	50,0
100-200	70,0	60,0	50,0	60,0
200-300	80,0	60,0	50,0	60,0
300-400	80,0	70,0	60,0	70,0
400-500	90,0	70,0	60,0	70,0
500-750	90,0	80,0	60,0	80,0
750-1000	100,0	80,0	70,0	80,0

3. В кормлении осетровых рыб норма ввода панкреатического гидролизата соевого белка на 1 т комбикорма, л

Масса рыбы, г	Температура воды, °С					
	17	19	21	23	25	27
50-100	90,0	80,0	70,0	70,0	70,0	80,0
100-200	100,0	90,0	80,0	80,0	80,0	100,0
200-800	110,0	100,0	90,0	90,0	100,0	110,0
800-1000	130,0	110,0	100,0	100,0	120,0	140,0
1000-2000	140,0	130,0	120,0	110,0	130,0	170,0
2000-3000	200,0	170,0	150,0	140,0	170,0	200,0
3000-5000	270,0	230,0	210,0	190,0	210,0	270,0
более 5000	330,0	290,0	260,0	230,0	260,0	330,0

### 4.3 Перспективы дальнейшей разработки темы

Дальнейшая научная работа предполагает изучение влияния панкреатического гидролизата соевого белка в кормление молоди ценных видов рыб при переходе на смешанное питание и стартовые комбикорма.

### Список работ, опубликованных по теме диссертации

#### Публикации в рецензированных изданиях

1. Гусева, Ю. А. 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.

2. Гусева, Ю. А. Влияние препарата «Абиопептид» на продуктивность ленского осетра (*Acipenser baeri*) при выращивании в садках / Ю. А. Гусева,

А. П. Коробов, А. А. Васильев, А. Р. Сарсенов // Рыбное хозяйство. – 2011. – № 2. – С. 23-24.

3. Искра, Т. Д. Влияние аномальной температуры на гематологические показатели карпа при выращивании в садках / Т. Д. Искра, А. Ю. Кутепов, **Ю. А. Гусева** // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2011. – Т. 207. – С. 215-220.

4. Коробов, А. П. Выращивание ленского осетра в садках с использованием препаратов «Абиопептид» и «Ферропептид» / А. П. Коробов, **Ю. А. Гусева** // Главный зоотехник. – 2012. – № 7. – С. 43-51.

5. Китаев, И. А. Эффективность использования препаратов «Абиопептид» и «Ферропептид» в кормлении ленского осетра в установках замкнутого водоснабжения / И. А. Китаев, А. А. Васильев, **Ю. А. Гусева**, С. С. Мухаметшин // Аграрный научный журнал. – 2014. – № 7. – С. 9-11.

6. Китаев, И. А. Выращивание ленского осетра в промышленных условиях с применением кормовой добавки «Абиопептид» / И. А. Китаев, А. А. Васильев, **Ю. А. Гусева**, С. С. Мухаметшин // Аграрный научный журнал. – 2014. – № 12. – С. 10-12.

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

8. Максимова, О. С. Интенсивность роста радужной форели при использовании в составе рациона гидролизата соевого белка / О. С. Максимова, **Ю. А. Гусева**, А. А. Васильев // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 10. – С. 19-23.

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

10. **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.

**Публикации в зарубежных журналах,  
включенные в Международную базу цитирования Scopus**

11. **Guseva, Y. A.** The Effect of Pancreatic Hydrolysate of Soy Protein on Growth, Development and Amino Acid Composition of Muscle Tissues in Lena Sturgeons / Y. A. Guseva, A. A. Vasiliev, S. P. Moskalenko, M. V. Zabelina, V. P. Lushnikov, I. I. Kalyuzhny // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. – Vol. 9. – Issue 12 December 2017. – P. 2516-2519.

12. **Guseva, Y. A.** Growth Rate And Commercial Qualities Of The Muscle Tissue Of Rainbow Trout With Hydrolysate Of Soya Protein Used For Feeding / Y. A. Guseva,

A. A. Vasiliev, I. V. Poddubnaya, M. V. Zabelina, I. P. Fedorov, V. G. Dikusarov, D. A. Randelin // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. – Vol. 10 (8). – 2018. – P. 1956-1958.

13. **Guseva, Y. A.** The effect of pancreatic hydrolysate of soy protein on the growth intensity and the physiological state of the Lena sturgeon in industrial conditions / Y. A. Guseva, A. A. Vasiliev, M. V. Zabelin, V. P. Lushnikov, V. G. Dikusarov, D. A. Randelin, V. V. Salomatin, R. N. Murtazaeva // International Journal of Pharmaceutical Research. - October- December 2018. – Vol. 10. – Issue 4. – P. 646-650.

14. **Guseva, Y. A.** The relationship between introducing pancreatic hydrolysate of soy protein into the diet and the amino acid content in the muscle tissue of rainbow trout

/ Y. A. Guseva, A. A. Vasiliev, A. V. Bannikova, I. A. Kitaev, V. A. Kokorev, Kh. B. Baimishev, V. V. Zaitsev // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. - Vol. 10 (12). – 2018. – P. 3330-3332.

#### **Охранные документы на результаты интеллектуальной деятельности**

15. Патент на полезную модель № 95972 Российская Федерация, МПК: А 01 К 63 00. Лабораторная установка для научных исследований по кормлению и выращиванию рыбы / А. А. Васильев, А. А. Волков, **Ю. А. Гусева**, А. П. Коробов, Г. А. Хандожко; патентообладатель федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова». – 2010109565/22; заявл. 15.03.2010; опубл. 20.06.2010, Бюл. № 8.

16. Патент на изобретение №2400061 Российская Федерация, МПК: А01К61/00. Способ скармливания кормов для рыб в садках / А. П. Коробов, А. А. Васильев, **Ю. А. Гусева**, Г. А. Хандожко; патентообладатель общество с ограниченной ответственностью «Телемак-Наука». – 2009100176/21; заявл. 11.01.2009; опубл. 27.09.2010, Бюл. № 5

17. Аминокислотный состав кормов для рыб. Электронная база данных / А. А. Васильев, **Ю. А. Гусева**, О. С. Максимова, В. В. Смирнов. – Саратов, 2015; свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2015621332 от 06.07.2015.

18. Аминокислотный состав мышечной ткани рыб. Электронная база данных / А. А. Васильев, **Ю. А. Гусева**, О. С. Максимова, В. В. Смирнов. – Саратов, 2017; свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2017620465 от 26.04.2017.

19. Биодоступность аминокислот кормов для разного вида рыб. Электронная база данных / А. А. Васильев, Ю. А. Гусева, И. П. Федоров, В. В. Смирнов, А. А. Коробов. – Саратов, 2018; свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2018621202 от 07.08.2018.

### **Публикации в российских отраслевых научных изданиях, сборниках научных трудов и материалах конференций**

20. Гусева, Ю. А. Использование «Абиопептида» при кормлении ленского осетра / Ю. А. Гусева, А. А. Васильев, А. П. Коробов, Л. А. Сивохина, А. Р. Сарсенов // Материалы конференции, посвященной 80-летию доктора ветеринарных наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ Демкина Г. П. – Саратов: Изд-во «КУБик». – 2011. – С. 18-21.

21. Гусева, Ю. А. Выращивание ленского осетра в садках с использованием препарата «Абиопептид» / Ю. А. Гусева, А. А. Васильев, А. П. Коробов, Г. А. Хандожко, Л. А. Сивохина, А. Р. Сарсенов // Шестой Саратовский салон изобретений, инноваций и инвестиций: в 2 ч., - Саратов: Саратовский ГАУ. - 2011. - Ч.2. – С. 39-40.

22. Гусева, Ю. А. Использование препарата Абиопептид в кормлении ленского осетра / Ю. А. Гусева, А. А. Пальцева, А. А. Васильев // Специалисты АПК нового поколения: Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции / Под ред. И.Л. Воротникова - ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». - 2012. – С. 131-133.

23. Гусева, Ю. А. Химический состав мышечной ткани ленского осетра в зависимости от кормления / Ю. А. Гусева, А. А. Васильев, О. М. Попова, М. В. Чугунов // Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы: Сборник статей VI Всероссийской научно-практической конференции. Часть II / Под ред. И. Л. Воротникова. – Саратов: Издательство «КУБик». - 2012. – С. 23-26.

24. 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 / Под ред. А.А. Волкова. – ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – 2012. – С. 64-66.

25. Китаев, И. А. Особенности питания ленского осетра в УЗВ / И. А. Китаев, Ю. А. Гусева, А. А. Васильев // Сборник по результатам III Международной научно-практической конференции «Научный перспективы XXI века. Достижения и перспективы нового столетия». – Новосибирск. – 2014. – С. 106-108.

26. Китаев, И. А. Повышение продуктивности ленского осетра при его выращивании в установках замкнутого водоснабжения / И. А. Китаев,

**Ю. А. Гусева**, А. А. Васильев, С. С. Мухаметшин // Международный научно-исследовательский журнал: Сборник по результатам XXIX заочной научной конференции Research Journal of International Studies. – Екатеринбург. – 2014. – С. 63-65.

27. Китаев, И. А. Влияние использования гидролизата соевого белка на товарные качества ленского осетра / И. А. Китаев, **Ю. А. Гусева** // В сборнике: 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 - / главный редактор А.С. Овчинников. – Волгоград. – 2015. – С. 308-311.

28. **Гусева, Ю. А.** Пути решения проблемы белкового питания ценных пород рыб / Ю. А. Гусева, О. С. Максимова // В сборнике: Проблемы агропромышленного комплекса стран Евразийского экономического союза. Материалы I Международной научно-практической конференции. – Саратов. – 2015. – С. 199-201.

29. Китаев, И. А. Влияние кормовых добавок «Абиопептид» и «Ферропептид» на аминокислотный состав белка мышечной ткани ленского осетра при выращивании в УЗВ / И. А. Китаев, А. А. Васильев, **Ю. А. Гусева** // В сборнике: Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Саратов. – 2015. – С. 160-164.

30. **Гусева, Ю. А.** Опыт использования гидролизата соевого белка в кормлении ленского осетра / Ю. А. Гусева, И. А. Китаев // В сборнике: Наука в современном информационном обществе. Материалы VII международной научно-практической конференции. – North Charleston, USA. – 2015. – С. 122-125.

31. Максимова, О. С. Экономическая эффективность использования гидролизата соевого белка в кормлении форели / О. С. Максимова, **Ю. А. Гусева**, И. В. Сергеева // В сборнике: Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны. – 2016. – С. 80-84.

32. Максимова, О. С. Влияние гидролизата соевого белка на адаптационные способности радужной форели / О. С. Максимова, **Ю. А. Гусева** // В сборнике: Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий. Сборник статей. – 2016. – С. 190-193.

33. **Гусева, Ю. А.** Влияние уровня протеина в комбикормах на товарные качества радужной форели / Ю. А. Гусева // Основы и перспективы органической биотехнологии. – 2018. – № 2. – С. 8-12.

34. **Гусева, Ю. А.** Белковое питание радужной форели при индустриальном выращивании / Ю. А. Гусева // В сборнике: Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны: материалы III национальной научно-

практической конференции, Казань, 3-5 октября 2018 г. / под ред. А.А. Васильева – Саратов: Амирит. – 2018. – С. 74-79.

35. **Гусева, Ю. А.** Результаты выращивания рыб ценных пород с использованием в кормлении гидролизата соевого белка / Ю. А. Гусева, И. П. Федоров // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий: Материалы Международной научно-практической конференции / под редакцией А.В. Молчанова, В.В. Строгова. – Саратов: Саратовский ГАУ. – 2018. – С. 172-177.

36. **Гусева, Ю. А.** Скорость роста и товарные качества мышечной ткани радужной форели при использовании в кормлении гидролизата соевого белка / Ю. А. Гусева // Национальная научно-практическая конференция в рамках Саратовского форума ветеринарной медицины и продовольственной безопасности Российской Федерации, посвященной 100-летию факультета ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова. – Саратов: Саратовский ГАУ. – 2018. – С. 308 – 314.

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

### Монографии

38. Васильев, А. А. Выращивание осетровых в садках: монография / А. А. Васильев, Г. А. Хандожко, **Ю. А. Гусева** // Приволжское книжное издательство, – Саратов, 2012. – 128 с.

39. **Гусева, Ю. А.** Индустриальное выращивание ленского осетра: монография / Ю. А. Гусева, А. А. Васильев // LAP LAMBERT Academic publishing GmbH&Co.KG. Saarbrucken. – Germany, 2013. – 108 с.

40. **Гусева, Ю. А.** Применение «Абиопептида» - гидролизата соевого белка в кормлении ленского осетра: монография / Ю. А. Гусева, И. А. Китаев, А. А. Васильев // ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. - Саратов, 2016. – 134 с.

ЛР №020444 от 10.03.98 г.

Подписано в печать 23.10.2019 г.

Формат 60x84 1/16. Печ.л.1 Заказ № 457.

Тираж 100 экз.

Редакционно-издательский центр Самарский ГАУ.  
446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский,  
ул. Учебная 2.

Тел.: 8-(846-63) 46-2-44, 46-2-47. Факс: 46-2-44. E-mail: ssaariz@mail.ru