

На правах рукописи



СЕТЬКОВА Алина Юрьевна

**НОВЫЕ СЫРЬЕВЫЕ ИСТОЧНИКИ
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РЫБОПРОДУКТОВ ШИРОКОГО
ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО СПРОСА: СОСТАВ,
СВОЙСТВА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ**

Специальность 05.18.04 – «Технология мясных, молочных и
рыбных продуктов и холодильных
производств»

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание
ученой степени кандидата технических наук

**Воронеж
2022**

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

Научный руководитель: **Антипова Людмила Васильевна**
Заслуженный деятель науки РФ,
доктор технических наук, профессор
(ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», главный научный сотрудник НОЦ «Живые системы»)

Официальные оппоненты: **Фатыхов Юрий Адгамович**
доктор технических наук, профессор
(ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
заведующий кафедрой)

Зарубин Никита Юрьевич
кандидат технических наук
(ФГБУН «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», ведущий научный сотрудник)

Ведущая организация: **ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова», г. Саратов**

Защита диссертации состоится «27» сентября 2022 года в 15³⁰ часов на заседании совета по защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Д 212.035.04 на базе ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» по адресу: 394036, г. Воронеж, проспект Революции, 19, конференц-зал.

Отзывы (в двух экземплярах) на автореферат, заверенные гербовой печатью учреждения, просим направлять ученому секретарю диссертационного совета Д 212.035.04.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО «ВГУИТ». Полный текст диссертации размещен в сети Интернет на официальном сайте ФГБОУ ВО «ВГУИТ» www.vsuet.ru «13» июля 2022 г.

Автореферат размещен в сети интернет на официальных сайтах: ВАК Минобрнауки РФ <https://vak3.ed.gov.ru> и ФГБОУ ВО «ВГУИТ» <http://www.vsuet.ru> «25» июля 2022 г.

Автореферат разослан «15» августа 2022 г.

Ученый секретарь совета по защите диссертаций
на соискание ученой степени кандидата наук,
на соискание ученой степени доктора наук
Д 212.035.04, к.т.н., доцент



Е. В. Белокурова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Рыба и рыбопродукты – необходимый источник питания ввиду полезности ингредиентного состава для организма человека. Привлечение этих источников опирается на имеющийся опыт применения рыб внутренних и внешних водоемов страны в питании, включая моря, океаны, реки, озера и искусственные водоемы (пруды и УЗВ). Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса России (утверждена до 2030 г.) состоит в обеспечении национальной продовольственной безопасности, создании человеческого капитала, увеличении совокупности вклада во внутренний валовый продукт страны, сохранении лидирующих позиций на мировом рынке, сведении до минимума негативных воздействий на окружающую среду.

Данные направления согласуются с Доктриной продовольственной безопасности РФ, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 21 сентября 2020 г. №20. В настоящее время поставленные задачи успешно реализуются: ежегодный прирост объемов улова рыбы и гидробионтов составляет 4,2 %, что привело к увеличению сырьевых ресурсов в перерабатывающих отраслях, увеличению объемов производства товарной рыбы и расширению ассортимента рыбопродуктов. Сложившаяся ситуация, связанная с введением санкций, требует проведения незамедлительных мероприятий по импортозамещению и развитию отечественных производств создания ассортиментных линеек высококачественных новых рыбопродуктов на основе инновационных технологических решений. Здесь, представляет реальный практический интерес обобщение опыта по разведению и выращиванию новых видов рыб с глубоким изучением их продовольственных, технологических и потребительских свойств. Просматривая перспективу аквакультурных источников, следует отметить, что они не соответствуют в настоящее время потребностям в высококачественной продукции. Сложившаяся ситуация требует усиления имеющихся традиционных ресурсов прудовых рыб (карповые и растительноядные) высокоценными, среди которых наибольшую популярность и признание имеют осетры и осетрообразные.

В последнее время производители проявляют интерес к веслоносу, который характеризуется рядом положительных качеств для производства пищевых продуктов за счет быстрого наращивания массы тела, отсутствия чешуи, мелких, реберных и межмышечных костей, хорошей развитости мышечной ткани. Однако сведения о химическом составе, пищевой и биологической ценности, приемлемости в применении в технологиях пищевых продуктов различного ассортимента и уровня качества, включая рациональные, в доступной литературе отсутствуют.

Учитывая, что ряд фермерских хозяйств в регионах страны, включая Воронежскую область, на протяжении последних лет успешно производят рыбу веслонос в прудах в условиях поликультурного выращивания, проведение комплексных исследований мяса и других продуктов разделки этой рыбы послужат мощным фактором усиления и стабилизации отечественного рынка рыбопродуктов с высокой пищевой и биологической ценностью гарантированного качества, с высоким уровнем безопасности и широким потребительским спросом. Работа выполнена в рамках государственной НИР НОЦ «Живые системы» ВГУИТ: «Развитие теоретических и практических основ наук о жизни в обеспечении рационального использования с/х биоресурсов и продовольственной безопасности».

Степень разработанности темы. Проблемой, связанной с изучением возможности применения новых источников рыбопродуктов и разработки технологий их переработки занимались многие ученые страны и зарубежья, в том числе: Абрамова Л.С., Антипова Л.В., Байдолинова Л.С., Богдашова В.Д., Бойцева Т.М., Борисенко Л.И., Бредихина О.В., Будина В.Г., Васюкова А.Т., Громова В.А., Гроховский В.А., Дворянинова О.П., Долганова Н.В., Доценко С.М., Иванова Е.Е., Касьянов Г.И., Карельский В.Ф., Мукатова М.Д., Почкина А.П., Рамбеца Е.Д., Рехига Н.И., Сафронова Т.М., Фатыхов Ю.А., а также G. Abbas, M. Akiba, K. Brander, F. King, E. Tanikawa, O. Christians, O. Linton, K. Nakamura, T. Nicherson, P. Greak и др.

Авторы провели глубокие исследования свойств рыб, в том числе новых источников, результаты доказывают возможность их применения в составе рыбопродуктов различных ассортиментных линеек. Однако сведения о свойствах осетрообразных рыб, особенно веслоноса, для научного обоснования возможности и перспектив использования в технологии каких-либо пищевых рыбопродуктов крайне ограничены или вовсе отсутствуют. Не дана критическая оценка их пищевой и биологической ценности, технологичности и эффективности производства, особенно при создании рыбных продуктов с высокой добавленной стоимостью и с максимальным использованием продуктов разделки. Большая часть информации ограничивается биологическими основами разведения и выращивания, что требует продолжения исследований этих объектов для создания пищевых систем.

Цель исследований состоит в создании ассортиментных линеек высококачественных рыбопродуктов широкого потребительского спроса, на основе анализа комплекса физико-химических свойств мяса и продуктов разделки веслоноса. В рамках поставленной цели решались следующие задачи:

- провести анализ патентно-информационных источников литературы для обоснования выбора объекта исследования;
- исследовать биологические свойства объекта и особенности масс-метрических характеристик при разделке рыб, выращенных в условиях поликультуры;
- проанализировать микроструктурные характеристики основных тканей как источников пищевых и биологически активных веществ и установить химический состав с оценкой качественного и количественного состава компонентов поликультурных рыб;
- определить пищевую и биологическую ценность пищевого сырья для производства рыбопродуктов из веслоноса с его использованием;
- установить закономерности биохимических превращений и функционально-технические свойства мяса веслоноса в процессе хранения и переработки;
- определить суммарные ароматы и цветность пищевых систем для производства рыбопродуктов инструментальными методами;
- обосновать выбор ассортиментных линеек рыбопродуктов из веслоноса и реализовать новые технологические решения на примере частных технологий с применением математического моделирования компонентов в рецептурах.

Научная новизна. Обоснован выбор нового сырьевого источника для производства высококачественных рыбопродуктов широкого потребительского спроса. Проанализированы масс-метрические характеристики продуктов разделки, исследованы состав и свойства мяса, печени и рострума веслоноса для использования в качестве самостоятельных и комбинированных пищевых систем. Идентифицированы эссенциальные нутриенты, определены пищевая и биологическая ценность сырьевых источников. Изучены особенности биохимических превращений мяса веслоноса при хранении, дана микробиологическая оценка и определены показатели безопасности. Гистоморфологические исследования показали отсутствие костей, развитость мышечной ткани, белки которой содержат минимальное количество соединительно-тканых с превалирующим наличием водо- и солерастворимых фракций. По уровню общей суммы и полноценности белки веслоноса имеют преимущества по сравнению с традиционными поликультурными прудовыми рыбами. Липидная фракция отличается высоким содержанием незаменимых, биологически активных компонентов. Соотношение ω_3 и ω_6 жирных кислот позволяет отнести мясо веслоноса к сырью лечебного и профилактического значения. При хранении и переработке мясо веслоноса подвергается биохимическим превращениям, стадии которых идентичны классическим пред-

ставлениям об автолизе и сопровождаются изменениями функционально-технологических свойств. Установлено, что печень веслоноса имеет массовый выход в 4-6 раз превышающий треску, другие прудовые поликультурные рыбы, она имеет микроструктурные особенности, высокоценный химический состав и может быть использована как самостоятельное сырье и в составе комбинированных пищевых систем. Рострум занимает 1/3 длины тела рыбы, экспериментально доказано, что он состоит из хрящевой ткани, богатой хондроитином, что открывает перспективы его использования для получения биологически активных веществ и добавок, обогащения пищевых систем при профилактике и лечении заболеваний опорно-двигательной системы. Свойства мяса и печени веслоноса позволяют балансировать состав и соотношение эссенциальных нутриентов, повышать выход и улучшать органолептические свойства готовых продуктов. При комбинации с мясом белого толстолобика, рыбная пищевая система приобретает ряд существенных преимуществ как объект для получения рыбопродуктов невысокой стоимости. С использованием инструментальных методов были установлены закономерности изменения суммарных ароматов при хранении мяса веслоноса. Анализ цветовых характеристик при создании пищевых систем позволил рекомендовать рациональную долю введения печени в зависимости от вида продукта. Впервые доказана возможность использования веслоноса для переработки с получением пищевых продуктов разнообразного ассортимента. Обоснованы условия получения фаршевых и пастообразных продуктов, в том числе формованных полуфабрикатов, паштетов и консервов. Разработана и предложена математическая модель с программным обеспечением для практической реализации технических решений.

Теоретическая и практическая значимость. Пищевые системы из веслоноса имеют высокие показатели функционально-технологических свойств, обеспечивающие хороший выход готовых изделий, выраженный приятный аромат при минимальных технологических потерях. Разработанные комбинации рыбного сырья, полученного в условиях поликультуры, позволяют получить продукты невысокой стоимости, сбалансированным химическим составом, в том числе для быстрого приготовления пищи в современных технологических формах. Новые рыбопродукты апробированы при дегустации и выработке в условиях опытно - промышленного производства на МИП ООО «Биопродторг» (г. Воронеж) и на базе научно-производственной лаборатории НОЦ «Живые системы».

Результаты показали экономическую целесообразность и технические преимущества использования веслоноса в качестве нового источника пищевых рыбопродуктов: снижена себестоимость и повышена

рентабельность. Биологические особенности веслоноса, физико-химические свойства, биохимические характеристики обеспечивают высокие показатели пищевой и биологической ценности и гарантированную безопасность. Расчетная прибыль разработанных рыбопродуктов составляет 49418,273 р. на 1 т готовой продукции в год при уровне рентабельности 20 %. Разработаны проекты технической документации на новые рыбопродукты (полуфабрикаты рубленые мясорыбные охлажденные и замороженные, паштет рыбный «Оригинальный», консервы из печени веслоноса. Новизна технических решений подтверждается приоритетными справками по заявкам на патенты РФ. Разработан программный продукт для оптимизации аминокислотного состава мясорыбных полуфабрикатов на языке программирования Python3.7.

Установленные закономерности, качественные и количественные характеристики объектов исследований позволили сформулировать новые знания и значительно расширить имеющиеся в области физико-химических свойств и теоретических основ технологий новых продуктов, которые используются в образовательном процессе при подготовке бакалавров, магистров, аспирантов по направлению «Промышленная экология и биотехнологии».

Методы и методология исследования. В основу методологии положен комплекс методов познания: теоретических, эмпирических, практических, которые базируются на известных естественно-научных законах и закономерностях. В ходе экспериментальных исследований применены общепринятые и специальные методы, включая инструментальные. Представленные данные получены как средние после статистической обработки, путем выборки из 3-5 опытов при степени вероятности эксперимента не менее 95 %.

Научные положения, выносимые на защиту:

1. Преимущества веслоноса как нового сырьевого источника для производства отечественных рыбопродуктов широкого потребительского спроса
2. Характеристика комплекса свойств мяса, печени и роострума веслоноса при хранении и переработке.
3. Технологические решения по производству рыбопродуктов с использованием мяса и печени веслоноса в комбинированных пищевых системах.

Степень достоверности и апробация результатов. Систематизирован и обобщен значительный объем литературных источников, применены современные методы исследования, включая инструментальные, полученные данные статистически обработаны. Проведена обширная апробация результатов диссертационного исследования в

научной общественности и производственных условиях, достаточно полно представлены в печати и на конференциях международного и российского уровня: Международная научно-практическая конференция «Продовольственная безопасность: научные, кадровое и информационное обеспечение» (соответственно Воронеж 2020 г и 2021 г); отчетные научные конференции сотрудников и преподавателей Воронежского государственного университета инженерных технологий (за 2020 и 2021 годы); Международная конференция «Process management and scientific developments» (Birmingham United Kingdom, 2022 г.); Международная научно-практическая конференция «Вопросы науки и образования: новые подходы и актуальные исследования» (Чебоксары, 2021 г); Международная научно-техническая конференция «Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений» (Воронеж, 2022 г.), Международная конференция «Scientific research of the SCO countries: synergy and integration» (Beijing, China, 2022).

Соответствие диссертации паспорту научной специальности.

Диссертационное исследование соответствует п. 2, 4 паспорта специальности 05.18.04 – «Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств».

Публикации. По теме диссертации опубликовано 16 научных работ, в том числе 4 из числа рекомендованных ВАК РФ, 3 в иностранных изданиях, 9 в российских журналах и материалах конференций различного уровня. Предложенные технические решения охраноспособны. Поданы две заявки на патенты РФ: № 2022113676 от 23.05.2022 г и № 2022118041 от 27.05.2022 г. Разработан программный продукт для оптимизации аминокислотного состава мясорыбных полуфабрикатов на языке программирования Python3.7.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация изложена на 203 страницах печатного текста, состоит из 5 глав, заключения, введения, списка используемых литературных источников – 173 наименований, из них 62 на иностранных языках, иллюстрирована 33 таблицами и 51 рисунком, содержит 10 приложений на 54 страницах.

Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации состоит в критическом анализе и обобщении имеющихся данных в информационных источниках, обосновании выбора объектов исследования, подборе методов и постановке экспериментальных исследований, статистической обработке, иллюстрации и интерпретации полученных данных, апробации в условиях научно-исследовательских лабораторий и предприятий, подготовке рукописей научных статей, разработке программного продукта для оптимизации

аминокислотного состава мясорыбных полуфабрикатов, подготовке двух заявок на патенты РФ.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи, научная новизна и практическая значимость выполненных исследований, изложены основные положения, представляемые к защите.

В первой главе «Аналитический обзор литературы» на основании результатов патентно-информационного поиска систематизированы и обобщены сведения о биотехнологическом потенциале рыб внутренних водоемов, представленных в основном карповыми и растительноядными рыбами, обладающих повышенной пищевой, биологической ценностью, доступностью в наращивании объемов производства и являющихся источником витаминов, минеральных веществ, эссенциальных компонентов.

Проведенный обзор научных источников говорит в пользу необходимости проведения полного, комплексного исследования новых источников рыбного сырья для нужд пищевой промышленности. Привлекательность рыбы веслоноса при производстве пищевых продуктов состоит в быстром накоплении массы, отсутствии чешуи и костей, хорошей адаптации к природно-климатическим условиям. Безусловным достоинством является возможность выращивания в составе поликультуры прудовых хозяйств с растительноядными рыбами. Это создает условия для ее быстрого распространения и наращивания объемов с возможностью освоения промышленного производства высококачественных рыбопродуктов, в том числе при создании сырьевых комбинаций из поликультурных.

Проведен анализ перспектив создания ассортиментных линеек рыбопродуктов из объектов аквакультуры на основе комплексной и глубокой переработки. Устойчивый интерес населения, сложившийся в настоящее время, представляют рубленые формованные полуфабрикаты, паштеты, консервы.

Во второй главе «Объекты и методы исследований» приведена схема экспериментальных исследований (рисунок 1), описаны основные объекты, исследуемые показатели и методы их определения.

Объекты исследования – свежая и охлажденная рыба веслонос американский, выращенная в течение 2 лет в условиях ЗАО «Павловскрыбхоз» (Воронежская область, г. Павловск, с. Гаврильск). В отдельных экспериментальных исследованиях в качестве объектов сравнения использовали традиционную популярную среди населения рыбу

и рыбопродукты, толстолобик белый (лат. *Hypophthalmichthys*), выращенный в том же предприятии в условиях поликультуры совместно с веслоносом.

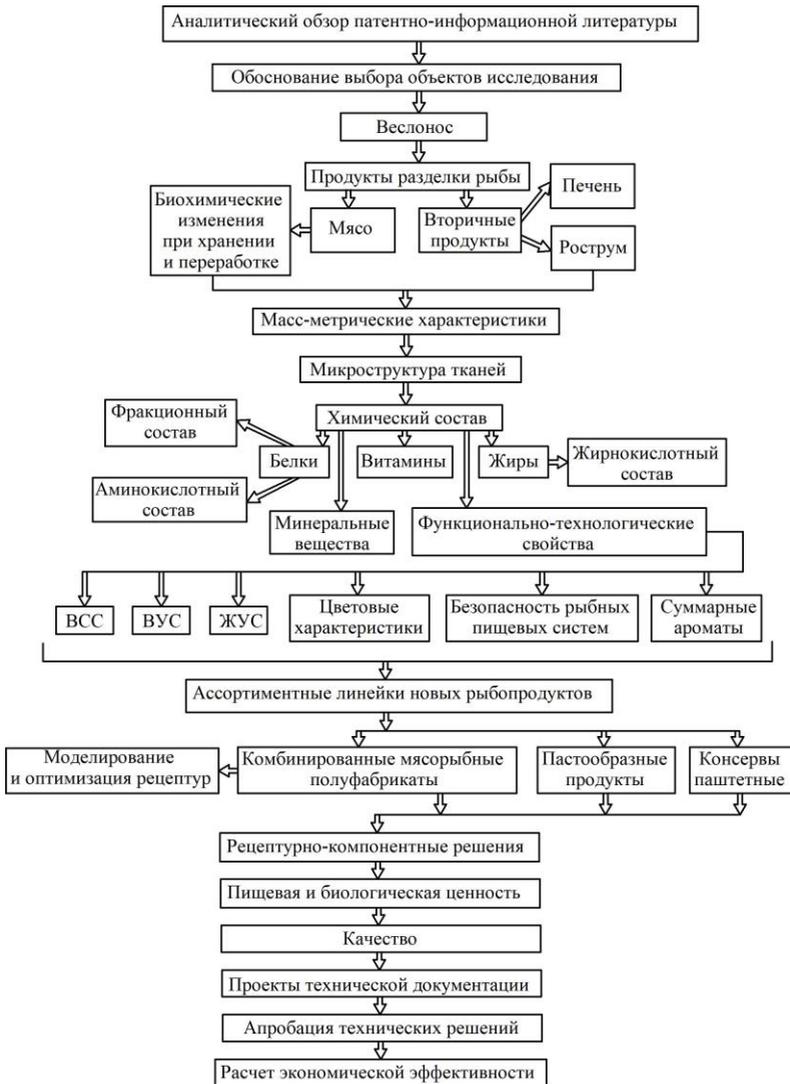


Рисунок 1 – Схема экспериментальных исследований

Для исследования рыбы предварительно промывали проточной водой, обсушивали и подвергали исследованию в соответствии с требованиями пробоподготовки и ходом эксперимента. Из рыбы в процессе разделки выделяли печень, молоки, сердце, селезенку, плавательный пузырь, поджелудочную железу и кишечник. Отделяли плавники, рострум и голову.

Для изготовления модельных полуфабрикатов, пастообразных продуктов и консервов дополнительно использовали следующие сырье и материалы: морковь столовую свежую по ГОСТ Р 51782; лук репчатый свежий по ГОСТ 1723; хлеб из пшеничной муки по ГОСТ 26987; перец черный, молотый по ГОСТ 29050; перец душистый молотый по ГОСТ 29045-91; яйца куриные пищевые по ГОСТ Р 52121; сухари панировочные по ГОСТ 28402; масло растительное подсолнечное по ГОСТ Р 52465; воду питьевую по СанПиН 2.1.4.1074; молоко питьевое пастеризованное по ГОСТ Р 52090; соль поваренную пищевую по ГОСТ Р 51574; рис по ГОСТ 6293; сухую зелень петрушки по ГОСТ 16732-71.

При создании комбинированных пищевых систем использовали сырье растительного и мясного происхождения: свинину полужирную (по ГОСТ 77-24-77), крупу манную (по ГОСТ 7022-97), картофель свежий (ГОСТ Р 51808-2001).

Экспериментальные исследования проводили на базе НИЛ кафедр ВГУИТ, в научно-производственной лаборатории НОЦ «Живые системы», а также в лаборатории центра гигиены и эпидемиологии Воронежской области, БУВО «Воронежская областная ветеринарная лаборатория», в испытательной лаборатории НТЦ «Комбикорм», лабораториях Всероссийского научно-исследовательского ветеринарного института патологии, фармакологии и терапии (г. Воронеж), испытательного центра ВГУИТ. Производственные испытания и дегустации проводили на базе ООО «Биопродторг» (г. Воронеж).

Общие методы исследований. С применением соответствующих ГОСТ и МУ в лабораторных и производственных условиях проводили отбор проб и подготовку их к анализу, определение температуры и массы продукта, массовой доли белка, жира, влаги, золы, органолептических, микробиологических, токсикологических, радиологических показателей продуктов, содержания гормонов и антибиотиков. Исследованы функционально-технологические и структурно-механические свойства сырья: влагосвязывающая способность модельных пищевых систем (ВСС, %), влагоудерживающая способность (ВУС, %), жирудерживающая способность (ЖУС, %), липкость, стабильность эмульсии, эмульгирующая способность, активная кислотность. Фракционный состав белков определяли биуретовым методом. Аминокислотный состав рыбопродуктов определя-

ли методом ионообменной хроматографии на анализаторе марки ААА-Т333 (Чехия). Жирнокислотный состав определяли методом ГЖХ.

Оригинальные и специальные методы исследований. Перевариваемость белков пищевых системах определяли в опытах *in vitro* с использованием системы пищеварительных ферментов пепсин-трипсин. Микроструктуру исследуемых образцов мышечной ткани, печени и рострума исследовали гистологическим методом с использованием световой микроскопии. Приготовление парафиновых срезов производили на санном микротоме МПС-2, окраску образцов – с использованием гематоксилина и эозина. Окрашенные срезы размещали в канадский бальзам, а затем микроскопировали в соответствии с рекомендациями. Определение безвредности и биологической активности проводилось с использованием био-теста (культура *Paramecium caudatum*) (по методу Бузламы В.С.).

Сенсорметрический анализ ароматов пищевых сырья и продуктов проводили с помощью системы «Электронный нос». В соответствии с рекомендациями авторов метода вели пробоподготовку и анализировали образцы с использованием 8 сенсоров, специфичных для определенных химических веществ в газовой среде. По спектру отражения образцов определяли цветность в соответствии с рекомендациями (Антипова Л.В., Титова С.А., 2018 г). Содержание хондроитина в роструме веслоноса определяли в соответствии с методическими рекомендациями. Количество хондроитин-сульфата (ХС) определяли по цветной реакции с карбозолом.

Определение минерального состава объектов проводили с применением пламенного атомно-абсорбционного спектрометра ААS-1N «CarlZeis» (Германия). Определение витаминного состава объектов проводили с применением методов высокоэффективной жидкостной хроматографии и спектрофотометрии.

Для математической обработки результатов исследований использованы методы регрессионного анализа с применением градиентного метода и метода наименьших квадратов, линейного программирования. Для оптимизации состава мясорыбных полуфабрикатов по аминокислотному составу разработан программный продукт на языке программирования Python 3.7.

Аналитические определения для каждой пробы проводили с двух-трехкратным повторением. Графические зависимости реализованы в Компас-График и Microsoft Excel.

В третьей главе «Характеристика продуктов разделки веслоноса как сырьевых источников при его переработке» дана характеристика продуктов разделки веслоноса как объектов для производства пищевых продуктов. С учетом поликультурного выращивания веслоноса совместно с белым толстолобиком и белым амуром, проведена срав-

нительная массовая оценка выхода частей и органов рыб для анализа возможности их использования в пищевых системах для балансирования и обогащения химических компонентов. Результаты исследования масс-метрических характеристик показали, что соотношение продуктов разделки в случае веслоноса определяется особенностями строения тела. Масса головы занимает около 1/3 массы тела из-за массивной части рострума – органа, обеспечивающего питание. Это примерно на 26 % больше, чем голова толстолобика – лидера по этому показателю в ряду традиционных прудовых рыб (рисунок 2).

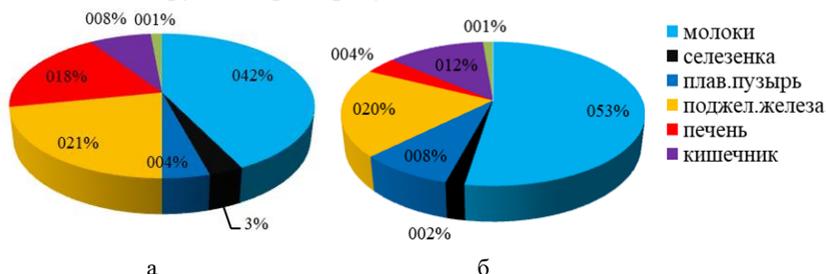


Рисунок 2 – Массовые доли внутренних органов поликультурных рыб: а – веслонос; б - толстолобик

Веслонос как объект переработки выгодно отличается от толстолобика, так как не имеет чешуи, костей, зато имеет развитую мускулатуру. У него менее развит кишечник, молоки, селезенка, поджелудочная железа, меньший выход плавников. При разделке на филе суммарный выход съедобных частей выше. Особое внимание обращает массовый выход печени веслоноса, который превышает традиционные рыбы в 4-6 раз.

Микроструктурные исследования мяса веслоноса (рисунок 3) доказали отсутствие мелких костей, развитость скелетной мускулатуры с минимальным содержанием прослоек соединительной ткани.

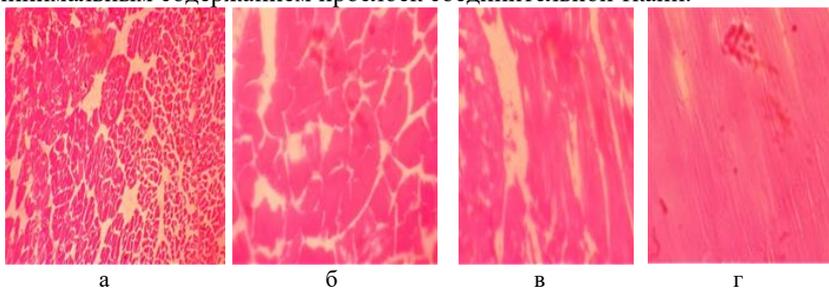


Рисунок 3 – Большая боковая мышца веслоноса: а - поперечный срез Ув. Ок. 10, об. 10; б - поперечный срез Ув. Ок. 10, об. 40; в - продольный срез Ув. Ок. 10, об. 10; г - продольный срез Ув. Ок. 10, об. 40.

В ходе экспериментальных исследований установлено, что веслонос более жирная и высокобелковая рыба, имеет более высокую энергетическую ценность (таблица 1). По содержанию белков веслонос превышает мясо сельскохозяйственных животных.

Таблица 1- Сравнительный химический состав мяса поликультурных прудовых рыб

Образец	Влага, %	Жир, %	Зола, %	Белок, %	Энергетическая ценность, ккал/100г
Толстолобик	75,3±0,84	6,4 ±0,75	2,3±0,40	17,5±0,09	121,60
Веслонос	63,3±3,33	8,4±2,48	2,5±0,50	25,8±1,02	178,80

Белки исследуемых рыб представлены малым количеством щелочерастворимых (в среднем 5,6 %) при минимуме в веслоносе. Подавляющее содержание водо – и солерастворимых фракций в белках веслоноса предполагает его технологичность в пищевых системах.

По составу аминокислот белка веслонос также характеризуется наиболее высоким содержанием незаменимых по сравнению с толстолобиком, что говорит в пользу возможности создания комбинированных пищевых систем при снижении себестоимости и выравнивания баланса аминокислот. Обращает внимание, что в веслоносе значительно выше содержание наиболее дефицитных в питании аминокислот. Это доказывает генетическое родство веслоноса с другими осетровыми рыбами.

Преимущества веслоноса как ценного источника питания и объекта для создания сбалансированных по составу нутриентов доказывает анализ его липидной фракции (таблица 2).

Таблица 2 – Жирнокислотный состав липидов исследуемых объектов (содержание жирных кислот в %)

Наименование жирных кислот	Индекс ЖК	филе толстолобика	филе веслоноса
Миристиновая	14:0	2,41±0,01	0,09±0,01
Пальмитиновая	16:0	24,60±0,03	16,6±0,03
Стеариновая	18:0	5,12±0,02	1,37±0,02
Арахидиновая	20:0	0,11±0,01	0,07±0,01
Сумма насыщенных кислот		32,24±0,02	18,13±0,02
Пальмитолеиновая	16:1 9-цис	8,19±0,02	5,58±0,03
Олеиновая	18:1 9-цис	26,06±0,03	27,67±0,04
Линолевая	18:2	11,55±0,02	20,36±0,04
γ - линоленовая	18:3 ω-6	0,14±0,01	0,77±0,01
Сумма ненасыщенных кислот		45,94±0,02	54,38±0,02
Отношение ненасыщенных к насыщенным		1,4	2,9

Мясо веслоноса имеет в своем составе набор витаминов и минеральных веществ необходимых человеку.

Высокий выход печени веслоноса ставит задачу проведения анализа содержания питательных веществ. За объект сравнения выбрана печень трески, емкость рынка которой составляет 2,0 % общего объема рыбопродуктов. Она длительное время пользуется популярностью среди потребителей. Из-за малого массового выхода печень трески имеет достаточно высокую цену (выход 4,8-6,2 % целой рыбы).

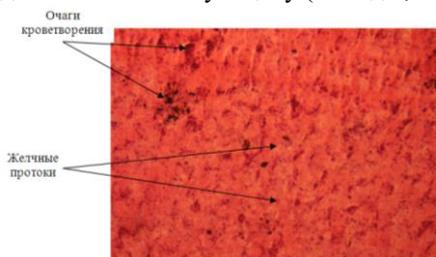


Рисунок 4 – Гистологическое строение печени веслоноса. Окраска гематоксилин – эозином. Увеличение окуляра $\times 10$, объектива $\times 40$

Микроструктура печени веслоноса имеет заметные отличия в строении от печени трески. Они связаны с экологическими условиями среды их обитания, с качеством и количеством потребляемой пищи.

Анатомически печень веслоноса представляет собой двухдольчатый паренхиматозный орган ярко красного цвета, непосредственно к которому прилегает желчный пузырь темно – зеленого цвета (рисунок 4).

Таким образом, установлено, что печень веслоноса может выступать альтернативным сырьевым источником в технологиях рыбопродуктов широкого потребительского спроса. В целом, печень веслоноса, отличается высокой пищевой и биологической ценностью по сравнению с печенью млекопитающих: она богата ПНЖК, в том числе ω -3 и ω -6, богата витаминами А и Д, а также группы В, депонирует в клетках микроэлементы.

Выявлено, что тканевой основой назального органа (рострум) веслоноса является хрящевая грубоволокнистая ткань, предшествующая формированию кости. Результаты анализа химических компонентов рострума веслоноса представлены в таблицах 3, 4.

Выявлено, что орган содержит значительную долю белков и жиров, богат минеральными веществами. Привлекает внимание наличие кальция и фосфора, уровень которых соответствует твердым тканям животных организмов (хрящ, кость). В химическом составе идентифицированы железо и цинк в значительном количестве, а также малые дозы химических токсикантов. Особенности состава минеральных веществ доказывают возможность использования рострума в качестве источника белков и особенно жиров, - в частности, в составе кормовых

или пищевых добавок, улучшающих состав и технологические свойства пищевых и кормовых систем.

Таблица 3 – Химический состав рострума веслоноса

Наименование образца	Влага, %	Сырой протеин, %	Сырой жир, %	Сырая зола, %	Кальций, %	Фосфор, %
Рострум веслоноса	6,72	25,99	45,00	14,7	3,76	2,11

Рострум веслоноса богат хондроитином, препараты которого оказывают значительное терапевтическое воздействие на состояние опорно-двигательной системы человека. Содержание хондроитина в роструме позволяет подчеркнуть актуальность целенаправленного сбора данного сырья в процессе разделки веслоноса, с последующей технологической обработкой сырья для создания инновационных препаратов на его основе, в том числе пищевого назначения.

Таблица 4 – Содержание микроэлементов в роструме веслоноса

Наименование образца	Железо, мг/кг	Медь, мг/кг	Цинк, мг/кг	Марганец, мг/кг	Мышьяк, мг/кг	Кадмий, мг/кг
Рострум веслоноса	9,94	0,72	8,93	0,92	0,10	0,001

В целом белковые системы всех исследуемых образцов подлежат коррекции с целью удовлетворения физиологических норм в питании, что может быть достигнуто проектированием и созданием сбалансированных пищевых систем за счет привлечения других источников, например, мясных или растительных, а также сырьевых комбинаций из поликультурных прудовых рыб.

В четвертой главе «Функционально-технологические свойства продуктов разделки веслоноса в процессе хранения и переработки» изложены результаты по изучению функционально-технологических свойств продуктов разделки веслоноса в процессе хранения и переработки.

Функционально-технологические свойства пищевых систем прогнозируют направления возможного и эффективного использования при реализации различного ассортимента продуктов. Особенно важна роль вспомогательных материалов и добавок, с помощью которых можно в значительной степени корректировать и управлять технологией в получении продуктов заданного уровня качества.

Знание ФТС сырья дает возможность направленно регулировать качественные показатели пищевых систем на всех этапах технологической обработки.

Для цели анализа использовали охлажденную рыбу, хранившуюся не более суток. Графическая интерпретация результатов определения ФТС мяса и печени веслоноса представлена на рисунке 5.

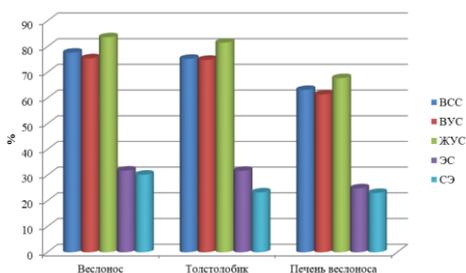


Рисунок 5 – Функционально-технологические свойства сырья

В процессе определения ФТС продуктов разделки веслоноса (мясо, печень) выбирали рекомендуемый перечень показателей: водосвязывающая (ВСС) и эмульгирующая (ЭС) способности сырья, жирности и водоудерживающая способность (ЖУС и ВУС), а также стабильность эмульсии (СЭ).

Как видно из рисунка 5, значения ВСС рыбного фарша из веслоноса и толстолобика количественно близки (77,7% и 75,3% соответственно), значительно меньше данный показатель для печени веслоноса (63,2%).

Как известно, в мышечной ткани сосредоточены белки, прижизненная функция которых связана с движением. Данная функция оказывает значительное влияние и на свойства белков в посмертный период. Сократительная функция белков миофибрилл оказывает аналогичное действие, вызывая укорочение мышц, отдачу воды, снижение pH и, как следствие, увеличение прочностных характеристик и снижения ФТС.

В процессе экспериментальных исследований рыбу хранили при температуре $+1 \div +4^{\circ}\text{C}$ в холодильнике, отбирая пробы ежедневно для качественной оценки показателей. Фотографии, представленные на рисунке 6, иллюстрируют внешний вид веслоноса в начальный и последующий периоды хранения. В начальный период тушка рыбы мягкая, хвост свисает с горизонтальной поверхности, затем к 2-4 суткам хранения достигает горизонтальной линии. Визуальные наблюдения доказывают развитие автолиза, что подтверждается изменением ВСС и pH образцов мяса веслоноса.

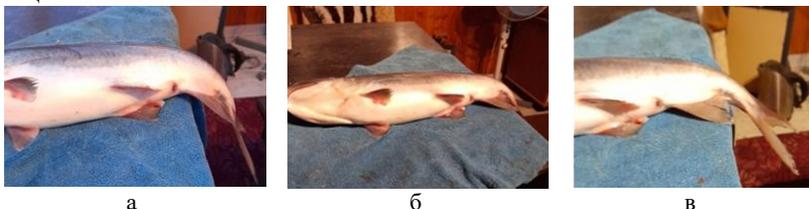


Рисунок 6 – Фотографии веслоноса в различные периоды хранения: а) начальный период (6-12 ч.); б) через 2 суток; в) через 4 суток;

Веслонос – предполагаемый новый источник рыбопродуктов, в связи с чем, необходимо проанализировать его исходные органолептические свойства как важной составляющей качества сырых продуктов и продуктов кулинарной готовности.

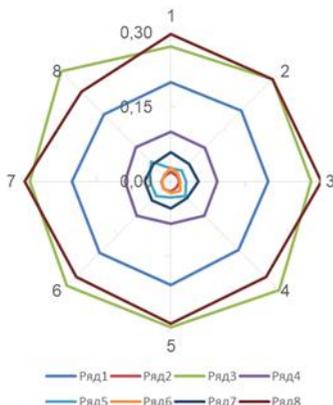


Рисунок 7 – Изменение нормированных сигналов 7 и 8 сенсоров от времени хранения (часы)

При использовании сенсорного метода установлено, что при хранении в течение выбранного срока не все группы веществ изменяются существенно. Графическое представление изменения параметров в виде круговых диаграмм позволяет сразу наглядно выделить сенсоры, которые заметно изменяют сигнал при хранении: сенсоры 8, 7 – проявляющие избирательность к кислотам и аминам соответственно. Скорость изменения содержания кислот и аминов можно отследить по нормированным значениям сигналов этих сенсоров (рисунок 7).

Выявлено, что накапливаются более интенсивно амины, хотя в начальное время хранения (24 часа) доминирует прокисание. Порядка 55 % выделенных параметров качественного состава различаются для проб, начиная с 4-х часов хранения. На рисунке 7 приведена контурная диаграмма качественных параметров «электронного носа» для проб филе в начальный момент времени (ряд 1), и в разных точках хранения (ряды 2-8).

Цвет продуктов – один из важнейших показателей качества, определяющих потребительские свойства. Печень имеет выраженный красный цвет, она снабжена системами кровотока и кровоснабжения, поэтому весьма важно исследовать цветовую совместимость и цветовые характеристики пищевых систем с ее использованием.

Модельные фарши для определения цветовых характеристик готовили следующим образом: фарш из мяса веслоноса – 40% и печень веслоноса - 20 %. Контролем служили: рыбный фарш (толстолобик + веслонос) - 100% и печень веслоноса – 100%. Для изучения цветовых характеристик модельных фаршей были сняты спектральные кривые на спектрофотометре СФ-18 в видимой области (400-740 нм).

Как видно на рисунке 8 спектральная кривая для печени веслоноса находится ниже кривой фарша из 100 % мяса рыбы, что обусловлено естественной темно-красной окраской продукта. Спектральные кривые

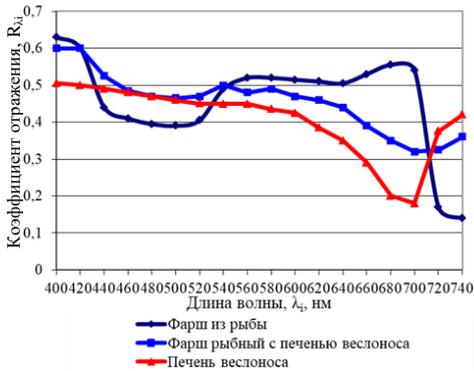


Рисунок 8 – Спектрограммы отражения модельных фаршей

печени ухудшают внешнее восприятие продукта при приготовлении фаршей для колбасного производства при отклонении цвета от традиционного. В случае приготовления фарша для производства паштетов доза введения в фаршевую систему печени, может быть не ограничена, так как традиционный цвет высококачественных паштетов, составленных из печени, имеет аналоговые цветовые характеристики.

В пятой главе «Разработка новых технологических решений при формировании ассортиментных линеек рыбопродуктов из веслоноса» приведены частные технологии рыбопродуктов из новых источников сырья.

Формирование отечественного рынка рыбопродуктов, как отмечалось выше, связано с привлечением новых источников сырья и созданием широкого спектра конкурентоспособного ассортимента в виде линеек, соответствующих потребительскому спросу, отвечающих современным требованиям к качеству и безопасности. Основываясь на статистических данных, интерес представляют формованные изделия для быстрого приготовления, пастообразные продукты готовые к употреблению, а также консервы.

В реализации производства данных ассортиментных линеек с использованием продуктов разделки веслоноса показаны широкие возможности этого вида сырья в обеспечении заданных свойств, высокого качества и технологических преимуществ. В ходе экспериментальных исследований разработаны рецептурно-комплексные решения, усовершенство-

модельного фарша с использованием печени веслоноса находятся между кривыми фаршей из 100 % мяса рыб и печенью, что обуславливается смешиванием компонентов. Таким образом, при включении в состав фарша печени 20 % печени веслоноса, продукт приобретает светло - коричневый цвет, что положительным образом сказывается на внешнем виде изделия. Увеличение массовой доли

ваны технологические процессы, улучшены потребительские свойства, качество, пищевая и биологическая ценность конечных продуктов - паштета рыбного «Оригинальный», консервов рыбных «Паштет из печени веслоноса», «Полуфабрикаты рубленые мясорыбные охлажденные и замороженные». Характеризуясь как высококачественные, разработанные рыбопродукты привлекательны по цене за счет комбинаций сырьевых ресерсов.

Разработанные пищевые системы экспонировались на выставках и смотрах-конкурсах различного уровня, отмечены дипломами и благодарностями. Разработанная технология апробирована и внедрена в производственных условиях, разработаны проекты технической документации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Веслонос - перспективный источник для производства рыбопродуктов широкого потребительского спроса в условиях России: способен к быстрому росту массы и геометрических размеров тела, что обеспечивает быстрое наращивание объемов производимого сырья и готовой продукции. Аналогичные традиционным прудовым рыбам требования к питанию и условиям обитания позволяют выращивать веслоноса в большинстве регионов страны в прудах в составе поликультуры совместно с растительноядными рыбами.

- Биологические свойства, анатомическое строение и массметрические характеристики рыбы и продуктов ее разделки прогнозируют эффективность использования в технологии пищевых продуктов. Обращает внимание высокий выход печени, в разы превышающий выход аналогов из других рыб, включая треску. По содержанию жира (8,4 %) веслонос относится к рыбам II-III категории, а по содержанию белка (25,8 %) к высокобелковым, при соотношении жира к воде 7,5:1. Фракционный состав белков представлен в основном соле- и водорастворимыми при минимальном содержании щелочерастворимых (соединительно-тканых) белков - 1,6 %.

- Состав аминокислот в белках полноценен, скор наиболее дефицитных (лизин, треонин, лейцин, метионин+цистин) 100 % и более. Расчетная биологическая ценность белков и определенная в опытах *in vitro* соответствует высококачественным рыбам и превышает белки мяса наземных животных. В составе мяса идентифицированы важнейшие минеральные вещества (Cu, Zn, Mn, Fe) и витамины (B₁, B₂, PP, C). Мясо веслоноса безопасно по микробиологическим показателям и содержанию токсикантов.

- Мясо веслоноса имеет высокие ФТС (ВСС 77 %, ВУС 72 %, ЖУС 82 %. ЭС 30 %, СЭ 29 %, что доказывает его преимущества и

перспективность по сравнению с поликультурными аналогами, технологичность при формировании структуры, консистенции и обеспечивают высокий выход пищевых систем.

- В процессе хранения мясо веслоноса подвергается биохимическим превращениям (автолизу) в соответствии с классическими представлениями. Стадии автолиза идентифицируются визуально, а также при анализе ФТС и физико-химических показателей, изменяющихся во времени при хранении (+ 4 °С).

- Сенсорный анализ суммарных ароматов мяса веслоноса подтвердил хорошую органолептику и устойчивость приятного запаха при хранении. Применение печени в составе комбинированных продуктов стабилизирует и улучшает цветность при внесении в состав комбинированных систем до 20 % к массе.

- Рострум – источник большого количества белков (25 %), жиров (45 %) и особенно минеральных веществ, благополучен по содержанию токсикантов, что открывает возможность его использования в качестве белково-минеральной кормовой добавки. Содержание значительной доли хондроитина позволяет рекомендовать его в качестве сырьевого источника для получения препаратов и пищевых добавок для профилактики и лечения заболеваний опорно-двигательной системы.

- Разработаны и апробированы рецептурно-компонентные решения в технологиях фаршевых и пастообразных рыбопродуктов, в том числе с длительным сроком хранения (консервы). При создании комбинированных пищевых систем возможно улучшить сбалансированность состава ингредиентов, а также рационально использовать имеющиеся отечественные ресурсы при обеспечении масштабного производства высококачественных рыбопродуктов.

- На примере комбинированных формованных полуфабрикатов «Котлеты мясо-рыбные «Рыбачькие» показано, что полученные фарши характеризуются высокими ФТС, за счет использования фарша из мяса веслоноса. При термической обработке (жарение и запекание) достоверно и значительно сокращаются технологические потери (масса) готовых изделий.

- Проведена оптимизация состава мясорыбных полуфабрикатов по аминокислотному составу с помощью разработанного программного продукта на языке программирования Python 3.7, обеспечивающего максимальную степень сбалансированности состава незаменимых аминокислот на основе оценки коэффициента утилитарности аминокислотного состава и показателя сопоставимой избыточности содержания аминокислот в белковом компоненте.

- Разработаны пастообразные рыбопродукты при комбинировании мяса толстолобика, веслоноса и печени веслоноса с добавлением круп. На примере паштета рыбного «Оригинальный» показано, что готовый продукт обладает высоким качеством, сбалансирован по химическому составу, обогащен клетчаткой и витаминами за счет растительных компонентов.

- Преимущества печени как самостоятельного источника реализованы при разработке консервов «Паштет из печени веслоноса» как альтернативы традиционным аналогам (из печени трески, минтая и др.). Результаты апробации показали целесообразность и преимущества использования нового сырьевого источника по существующей в отрасли технологической схеме.

- На разработанные продукты с использованием новых сырьевых источников- продуктов разделки веслоноса (мясо и печень) составлены проекты технической документации. Технологии апробированы в опытно-производственных условиях ООО «Биопродторг» (г. Воронеж) и опытно-лабораторных условиях.

- Расчетные показатели экономической эффективности: расчетная прибыль (на примере котлет мясорыбных «Рыбацкие», паштета рыбного «Оригинальный», консервов «Паштет из печени веслоноса») составила 49418,273 тыс. р. на 1 т. готовой продукции в год при рентабельности 20 %.

- Результаты экспериментальных и теоретических исследований, согласно акту, используются в образовательном процессе при подготовке при подготовке бакалавров и магистров по направлениям 19.03.03, 19.04.03 «Продукты питания животного происхождения» на базе ФГБОУ ВО ВГУИТ, технологического факультета.

Список наиболее значимых работ, опубликованных по материалам диссертации

Статьи в журналах, рецензируемых ВАК Минобрнауки РФ

1. Антипова, Л. В. Веслонос - перспективный сырьевой источник для развития отечественного рынка рыбопродуктов / Л. В. Антипова, А. Ю. Сетькова, О. П. Дворянинова // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2021. – Т. 83. – № 2(88). – С. 154-163.

2. Антипова, Л. В. Функционально-технологические и ароматические свойства веслоноса для производства пищевых рыбопродуктов / Л. В. Антипова, А. Ю. Сетькова // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2021. – № 3. – С. 43-50.

3. Антипова, Л. В. Применение продуктов разделки веслоноса в технологии паштетов и котлет / Л. В. Антипова, А. Ю. Сетькова // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2021. – № 3. – С. 74-81.

4. Антипова, Л. В. Характеристика объектов поликультурного выращивания прудовых рыб для расширения ассортимента рыбопродуктов / Л. В. Антипова, А. Ю. Сетькова // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 2022. – № 4.

Статьи и материалы конференций

5. Antipova, L. V. Rational use of paddlefish cutting products in combined food systems / L. V. Antipova, V. S. Slobodyanik, A. Yu. Setkova // Process Management and Scientific Developments : Proceedings of the International Conference, Birmingham, United Kingdom, 12 января 2022 года. – Birmingham: Инфинити, 2022. – P. 171-175.

6. Антипова, Л. В. Физико-химические и биохимические изменения веслоноса в процессе хранения / Л. В. Антипова, А. Ю. Сетькова // Сборник научных статей и докладов VIII Международной научно-практической конференции «Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение». – Воронеж: ВГУИТ, 2022. - С. 476-479.

7. Антипова, Л. В. Безопасность новых видов рыбного сырья как вектор развития отечественного рынка рыбопродуктов / Л. В. Антипова, А. Ю. Сетькова // Матрица научного познания. – 2021. – № 8-1. – С. 25-30.

8. Сетькова, А.Ю. Обоснование целесообразности создания продуктов питания из веслоноса / А. Ю. Сетькова // Сборник статей по материалам IX международной научно-практической конференции. – Воронеж-Ганновер, 2021. - С. 75-78.

9. Антипова, Л. В. Новые биоресурсы для развития отечественного производства рыбопродуктов / Л. В. Антипова, А. Ю. Сетькова // Материалы LIX отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2020 год [Текст] : В 3 ч. Ч. 1. / под ред. О.С. Корнеевой; Воронеж.гос. ун-т инж. технол. – Воронеж: ВГУИТ, 2021. – С. 72.

10. Антипова, Л. В. Печень веслоноса как новый источник производства продуктов питания / Л. В. Антипова, О. П. Дворянинова, А. Ю. Сетькова // Сборник научных статей и докладов VII Международной научно-практической конференции «Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение». – Воронеж: ВГУИТ, 2021. - С. 240-241.

11. Антипова, Л. В. Веслонос - источник рыбного сырья для создания ассортиментных линеек продуктов здорового питания / Л. В. Антипова, А. Ю. Сетькова // Материалы XXVI международной научно-практической конференции «Фундаментальная наука и технологии - перспективные разработки». - Morrisville: Lulu Press, Inc., 2021. – С. 90-94.

12. Антипова, Л. В. Пищевая и биологическая ценность прудовых рыб при поликультурном выращивании / Л. В. Антипова, А. Ю. Сетькова // Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Вопросы науки и образования: новые подходы и актуальные исследования». – Чебоксары: ООО «Центр научного сотрудничества «Интерактив плюс», 2021. – С. 101-103.

13. Антипова, Л. В. Применение веслоноса в технологиях новых отечественных рыбопродуктов / Л. В. Антипова, А. Ю. Сетькова // Материалы LX отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2021 год [Текст] : В 3 ч. Ч. 1. / под ред. О.С. Корнеевой; Воронеж.гос. ун-т инж. технол. – Воронеж: ВГУИТ, 2022. – С. 67.

14. Сетькова, А.Ю. Веслонос – новый источник рыбопродуктов с высокой пищевой и биологической ценностью /А. Ю. Сетькова // Сборник научных статей и докладов VII Международной научно-практической конференции «Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение». – Воронеж: ВГУИТ, 2021. - С. 241-242.

15. Антипова, Л. В. Биотехнологический потенциал веслоноса в получении продуктов питания функционального назначения / Л. В. Антипова, А. Ю. Сетькова // Сборник статей X Международной научно-технической конференции «Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений». – Воронеж: ВГУИТ, 2022. - С. 330-334.

16. Antipova, L. V. Application paddlefish meat in the technology of combinate products / L. V. Antipova, V.S. Slobodyanik, A. Yu. Setkova // Материалы Международной конференции «Scientific research of the SCO countries: synergy and integration». - Beijing, China, 2022.- P. 89-92.

Подписано в печать 25.07.2022. Формат 60×84^{1/16}.

Усл. печ. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ 65.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (ФГБОУ ВО «ВГУИТ»)

Отдел полиграфии ФГБОУ ВО «ВГУИТ»

Адрес университета и отдела полиграфии

394036, Воронеж, пр. Революции, 19