На правах рукописи

КИДЯЕВ СЕРГЕЙ НИКОЛАЕВИЧ

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС НА ОСНОВЕ КОЛЛАГЕНОВОГО ФЕРМЕНТОЛИЗАТА И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ИЗ МЯСА ПТИЦЫ

05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов
и холодильных производств
05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологических
активных веществ

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва - 2018

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет пищевых производств»

Научный руководитель академик РАН, доктор технических наук, профессор
Титов Евгений Иванович

Официальные оппоненты:
Серба Елена Михайловна - доктор биологических наук, профессор РАН, Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии (ВНИИПБТ) – филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», заместитель директора по научной работе.
Красуля Ольга Николаевна - доктор технических наук, профессор**,** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева» (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева), профессор кафедры «Технология хранения и переработки продуктов животноводства»
Ведущая организация: Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования Центросоюза Российской Федерации «Российский университет кооперации».

Защита состоится «18» декабря 2018 года в _____часов

на заседании диссертационного совета Д 006.021.02 при ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН по адресу 109316, Москва, Талалихина, 26.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН: www.vniimp.ru

Автореферат разослан «___» _____ 2018 года.

Ученый секретарь диссертационного совета, кандидат технических наук, старший научный сотрудник Захаров А.Н.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. С конца XX - начало XXI вв. появилась концепция создания полезной пищи, состоящей из определенного набора аминокислот, моносахаридов, жирных кислот, витаминов, минеральных веществ и т.д., который должен обеспечивать нормальный рост и развитие организма человека, способствовать повышению работоспособности, профилактике заболеваний и продлению жизни. При этом весьма актуально сочетание растительных и животных ингредиентов для обогащения конечного продукта минорными компонентами. Во всем мире существуют проблемы удовлетворения потребности населения в продуктах питания, содержащих белок, особенно животного происхождения. Это связано с сокращением доходов населения, ростом цен на мясо и мясные продукты и т.д., отсюда специалисты мясной отрасли находятся в постоянном поиске путей решения этой проблемы, используя более глубокую переработку природных ресурсов и разработку новых технологий получения комбинированных продуктов питания.

К перспективным источникам белка относится коллагенсодержащее сырье, но в пищевой промышленности оно используется ограниченно, поскольку трудно перерабатывается и плохо усваивается в организме человека. Наиболее перспективным и безопасным направлением в области модификации коллагена является биомодификация с расщеплением ковалентных связей, которая повышает его биологическую ценность и доступность действию пищеварительных ферментов человека.

Для обогащения коллагена важнейшими минорными компонентами и сбалансированности аминокислотного состава актуально создание функциональных комплексов на его основе. Особый интерес для этого представляет использование белков молока, полноценных по аминокислотному составу. Сочетание биологически активных белков с учетом взаимного влияния их компонентов может обеспечивать создание высокоэффективных препаратов для продуктов диетического профилактического питания широкого спектра действия. Применение биологически активных веществ молочного сырья позволит получать не только сбалансированные по составу и пищевой ценности мясные изделия, но и придать им ряд новых, полезных свойств, характерных продуктам указанного выше назначения.

С активным развитием птицеводства в стране весьма актуальна разработка пищевых продуктов с данным видом сырья. Отличные вкусовые качества, высокое соотношение массы мяса и костей, а также быстрое воспроизводство - эти достоинства привели к повышению популярности птицы во всем мире. Мясо птицы характеризуется более низким, чем говядина и свинина, содержанием жира и холестерина. Оно богато белками, витаминами и минералами, мясо птицы идеально подходит для детского и взрослого питания, являясь низкоаллергенным продуктом.

В связи с вышеизложенным, разработка технологии продукта на основе мяса птицы с использованием многофункционального комплекса на основе коллагенового ферментолизата и биологически активных веществ (БАВ) является актуальным направлением.

Степень разработанности темы. В теорию и практику разных аспектов ферментативной обработки сырья животного происхождения и создания на его основе комбинированных мясных продуктов внесли вклад работы многих российских и зарубежных ученых, такие как, Л.В. Антипова, В.Г. Боресков, А.С. Большаков, Л.А. Бушкова, А.А. Васильев, Н.К. Журавская, Н.Н. Крылова, Л.С. Кудряшов, Н.Н. Липатов, Е.Ф. Орешкин, Д.В. Павлов, П.Е. Павловский, И.А. Рогов, И.А.

Смородинцев, В.И. Соловьев, А.А. Соколов, Е.И. Титов, VickieVaclavik, Elizabeth W. Christian, Yu-ZhongZhang, FidelToldra, SaroatRawdkuen, Dima N. Felicia и др.

Целью диссертационной работы являлось научное обоснование и создание многофункционального комплекса на основе биомодифицированного коллагенсодержащего сырья в сочетании с инулином и концентратом сывороточного белка для использования в технологии продуктов из мяса птицы.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

- Обоснование выбора протеолитических ферментных препаратов для протеолиза коллагенсодержащего сырья, исследование их биокаталитических свойств;
- Обоснование выбора коллагенсодержащего сырья и разработка способа получения продуктов ферментативной обработки губ крупного рогатого скота различного термического состояния;
- Моделирование состава многофункциональных комплексов на основе продуктов ферментативной обработки из губ крупного рогатого скота, инулина и концентрата сывороточных белков, и соответствующая оценка их химического состава и функционально-технологических свойств;
- Разработка технологии и рецептур продуктов на основе мяса птицы с рациональным соотношением компонентов многофункционального комплекса, исследование их химического состава, биологической ценности, показателей качества и безопасности.

Научная новизна работы.

- Расширены теоретические сведения о биохимических и физико-химических характеристиках ферментных препаратов - микробиальной Протеазы В и грибковой Протеазы С. Проведена сравнительная оценка глубины гидролитических процессов, определены кинетические характеристики ферментных реакций и сродства выбранных ферментов в препаратах к исследуемым субстратам.
- Впервые установлена закономерность превращения белков животного происхождения при ферментативной обработке, характер изменения их функционально-технологических и структурно-механических свойств, которые позволили обосновать область применения выбранных ферментных препаратов при обработке коллагенсодержащих продуктов убоя – губ крупного рогатого скота различного термического состояния.
- Выявлено, что ферментативная обработка грибковой Протеазой С охлажденного и замороженного коллагенсодержащего сырья позволяет получить ферментолизат с наибольшей степенью деструкции коллагена и минимальными потерями белка, обеспечивающими высокие значения функционально-технологических и структурно-механических свойств.
- С помощью аппарата математического моделирования разработан многофункциональный комплекс с оптимальным соотношением рецептурных ингредиентов на основе биомодифицированного коллагенсодержащего сырья, концентрата сывороточного белка и инулина, обеспечивающий полезный симбиоз и сохранность биологической активности выбранных ингредиентов в процессе технологической обработки.
- Опираясь на принципы пищевой комбинаторики и современной нутрициологии, теоретически и экспериментально обоснованы технологии поликомпонентных мясных продуктов с функциональными ингредиентами.

Практическая значимость работы.

- Разработан и экспериментально подтвержден способ модификации субпродуктов крупного рогатого скота, отработаны режимы и параметры модификации. Техническое решение, представленное в диссертационной работе, подтверждено заявкой на патент РФ 2016131914 «Способ получения коллагенового препарата с использованием грибковых щелочных протеиназ для получения многофункциональной добавки».

- Разработаны научно обоснованные составы многофункциональных комплексов на основе губ крупного рогатого скота ферментативной обработки, концентрата сывороточных белков и инулина.

- Разработаны нормативная документация на паштеты из мяса птицы стерилизованные с использованием многофункционального комплекса (ТУ 9216-009-02068634-17);

- В производственных условиях ОАО «Мясокомбинат Раменский» (Московская обл., г. Раменское) проведена промышленная апробация разработанных мясных продуктов.

- Установлена экономическая эффективность использования многофункционального комплекса в технологии мясных изделий – 13,5 тыс. руб. на 1 тонну продукции.

Научные положения, выносимые на защиту.

- теоретически обоснованный научный подход, в использовании щелочных протеиназ при определенных параметрах биотехнологического процесса с целью получения коллагенового ферментолизата;

- биотехнология коллагенового ферментолизата как компонента многофункционального комплекса;

- теоретические аспекты подбора ингредиентов и экспериментальные результаты проектирования рецептурного состава многофункционального комплекса на основе биомодифицированного коллагенсодержащего сырья, концентрата сывороточных белков и инулина;

- доказательство результатов эффективности технологий с применением многофункционального комплекса в мясных продуктах профилактической направленности.

Методология и методы исследования. В основе методологии данной диссертационной работы лежат труды отечественных и зарубежных ученых, посвященные решению проблем создания комбинированных продуктов питания на основе сырья животного и растительного происхождения.

Для реализации поставленных задач применялись общепринятые, специальные и инструментальные в отрасли методы исследований: физико-химические, функционально-технологические, реологические свойства, гистологические, микробиологические, органолептические показатели, а также компьютерное моделирование рецептуры, статистическая обработка данных.

Личный вклад соискателя. Научное обоснование, постановка цели и задач исследования, организация, планирование и проведение эксперимента, обработка и обобщение результатов исследований, подготовка результатов к публикации, подготовка заявки на изобретение, участие в конференциях и смотр-конкурсах, участие в проведении апробации.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертация соответствует пунктам 2, 5, 7 паспорта специальности 05.18.04 – «Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств» и пунктам 5, 13

паспорта специальности 05.18.07 – «Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ».

Степень достоверности и апробация работы. Степень достоверности результатов исследований подтверждается уровнем экспериментальных исследований с использованием современных методов исследований и приборно-измерительной техники, промышленная апробация работы. Обработка экспериментальных данных осуществлялась методами математической статистики. Повторность анализов при выполнении экспериментальных исследований 3-х кратная, количество параллельных определений – 3-5-ти кратное. Использовали критерий Стьюдента на уровне значимости p=0,05.

Основные положения работы и результаты исследований представлены на конкурсах и конференциях: XII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Живые системы и биологическая безопасность населения» (Москва, 2014, 2015г.); III Международная научно-практическая конференция «Инновации: перспективы, проблемы, достижения» (Москва, 2015 г.); Международная научно-практическая конференция «Инновации в интенсификации производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (Волгоград, 2015 г.); XXI Международная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы науки» (Москва, 2015 г.); 18-ая Международная научно-практическая конференция, посвященной памяти Василия Матвеевича Горбатова (Москва, 2015 г.); 8-ой Международный научно-практический симпозиум «Перспективные ферментные препараты и биотехнологические процессы в технологиях продуктов питания и кормов» (Москва, 2016 г.); Международная научно-практическая конференция «Разработка инновационных технологий производства животноводческого сырья и продуктов питания на основе современных биотехнологических методов» (Волгоград, 2016 г.); X Международная научно-практическая конференция молодых учёных и специалистов отделения сельскохозяйственных наук Российской академии наук (Москва, 2016 г.); Научная конференция с международным участием «Развитие пищевой и перерабатывающей промышленности России: кадры и наука» (Москва, 2017 г.); VI международная научно-практическая конференция «Пищевая и морская биотехнология» (Калининград, 2017 г.); Международная научно-практическая конференция «Экологические, биотехнологические проблемы и их решение при производстве и переработке продукции животноводства (посвященная памяти академика РАН Сизенко Е.И.) (Волгоград, 2017 г.).

Результаты работы отмечены дипломом и медалью за инновационную технологию многофункционального белоксодержащего комплекса, обогащенного минорными нутриентами для мясных продуктов, представленную на Всероссийском смотре-конкурсе лучших пищевых продуктов, продовольственного сырья и инновационных разработок (Волгоград, 2015); дипломом за доклад «Возможность использования композита на основе биомодифицированного коллагенсодержащего сырья и минорных компонентов в технологии вареных колбас», в рамках XXI Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы науки» (Москва, 2015 г); дипломом и золотой медалью за разработку технологии поликомпонентного продукта профилактического назначения на основе мяса птицы и минорных компонентов, представленную на «Всероссийском смотре-конкурсе пищевых продуктов, продовольственного сырья и инновационных разработок» (Волгоград, 2016); дипломом за доклад «Свойства и особенности коллагеновых гидролизатов, полученных с применением щелочных протеиназ» (Москва, 2016 г.); дипломом и золотой медалью за разработку технологии колбасных изделий

пониженной жирности, представленную на «Всероссийском смотре-конкурсе пищевых продуктов, продовольственного сырья и инновационных разработок» (Волгоград, 2017).

Работа проводилась в рамках государственного задания высшим учебным заведениям и научным организациям Минобрнауки РФ 15.7579.2017/БЧ «Разработка биотехнологии продуктов общего и функционального назначения на основе биомодификации сырья животного, растительного, в т.ч. вторичного нетрадиционного происхождения, обеспечивающей импортозамещение».

Публикации. По результатам исследований опубликовано 21 печатная работа, в т.ч. статей в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ – 5; заявка на патент РФ - 1.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 6 глав, включающих: введение, аналитический обзор литературы, методы исследований, экспериментальную часть, выводов, списка литературы, содержащего 156 источников отечественных и зарубежных авторов. Работа изложена на 225 страницах машинописного текста, содержит 58 страниц приложений, 39 таблиц и 46 рисунков.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность диссертационной работы, изложена общая характеристика, определены цель и основные задачи исследований.

В **главе 1 «Аналитический обзор литературы»** систематизированы результаты анализа материалов научно-технической информации, затрагивающих вопросы решения проблемы состояния мясной отрасли, обогащения продуктов из мяса птицы биологически активными веществами и полисахаридами растительного происхождения в результате взаимодействия с модифицированным коллагеном. Представлены основные сведения о строении и свойствах коллагена, способах получения коллагеновых препаратов, их применении в технологии мясных продуктов. Рассмотрены свойства, особенности, и направления применения биологически активных веществ молока и инулина в мясной отрасли.

В **главе 2 «Организация постановки эксперимента и методы исследований»** представлены схема эксперимента (рис. 1), характеристика объектов исследований, методы определения показателей.

Объектами исследований служили: субпродукты крупного рогатого скота II категории (губы) различного термического состояния; ферментные препараты Протеаза В, Протеаза С; губы ферментативной обработки крупного рогатого скота (ГФО), полученные в результате биомодификации; многофункциональные комплексы (МК), полученные на основе ГФО, концентрата сывороточного белка полученного путем ультрафильтрации (КСБ-УФ) и инулина (ИН); мясные продукты с/без МК;

В работе использовались следующие методы исследований: 1 - массовая доля влаги – ГОСТ Р 51479; 2 - массовая доля белка на полуавтоматическом приборе KjeltecSystem 1002 «Tecator»; 3 - массовая доля жира методом Сокслета – ГОСТ 23042; 4 - массовая доля золы – ГОСТ Р 53642; 5 - содержание массовой доли углеводов определяли расчетным методом; 6 - содержание амино-аммиачного азота – ГОСТ Р 55479-2013; 7 - определение влагосвязывающей способности – методом прессования; 8, 9 - определение водоудерживающей и жироудерживающей способности – по методу Н.Н. Липатова-мл.; 10 - определение эмульгирующей способности – методом центрифугирования; 11 - определение оксипролина - колориметрическим методом; 12 - степень гидратации - визуально; 13 - пластичность

– расчетным способом; 14 - определение предельного напряжения сдвига – по ГОСТ Р 50814; 15 - определение величины pH – потенциометрическим методом; 16 - содержание поваренной соли по ГОСТ 9957; 17 - потерю массы – расчетным методом; 18 - выход готового продукта – весовым методом; 19 - определение степени переваримости «in vitro» – метод Покровского-Ертанова на модифицированном приборе МГУПБ; 20, 21 - напряжение среза, работа резания определяли на универсальной испытательной машине «Instron – 1140» с использованием приставки "KramerShearPress"; 22 - адгезия (липкость) – методом отрыва пластины от продукта; 23 - определение кислотного числа – по ГОСТ Р 50457; 24 - определение пероксидного числа – по ГОСТ Р 54346; 25 - определение тиобарбитурового числа – дистилляционном методом; 26 - определение массовой доли инулина – метод высокоэффективной жидкостной хроматографии; 27 - протеолитическую активность ферментного препарата – модифицированный метод Ансона; 28 - аминокислотный состав – с помощью газо-жидкостной хроматографии; 29 - органолептические показатели – по ГОСТ 9959; 30 - микробиологические исследования – ТР ТС 034/2013, МУК 4.2.1847 – 04, ГОСТ Р 51448, ГОСТ Р 52814, ГОСТ Р 52816, ГОСТ Р 10444.15, ГОСТ 30425; 31 - гистологические исследования - ГОСТ 19496; 32 - активность воды - согласно методическими указаниями ГОУ ВПО «МГУПБ»; 33 - определение коллагенолитической активности – нингидриновым методом.

Рис. 1. Схема проведения эксперимента

В **Главе 3 Исследование биокаталитических свойств ферментных препаратов** использовались 2 вида ферментных препаратов: Протеаза В и Протеаза С. С целью обоснования способа их применения исследовано влияние pH среды, температуры, поваренной соли, нитрита натрия на специфическую активность

ферментов с использованием модельных систем и модифицированного метода Ансона.

На рисунках 2-3 приведены результаты зависимости активности ФП от pH при различных температурах.

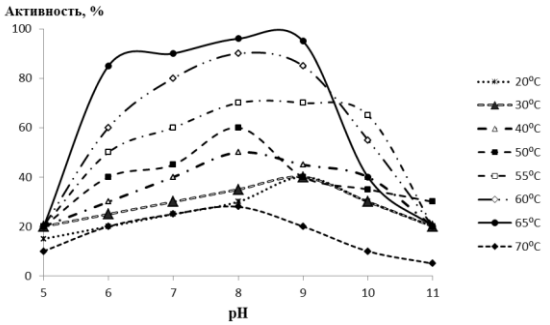


Рис. 2. Зависимость активности Протеазы В от pH при различных температурах

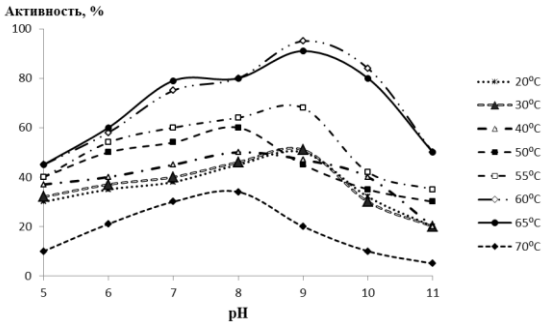


Рис.3. Зависимость активности Протеазы С от pH при различных температурах

Из рисунка 2 видно, что Протеаза В активна в диапазоне pH 5,0-10,0 при t=20-70˚С в зависимости от pH. Наибольшим эффективным параметром являются pH 6,0-9,0; t=50-65ºС.

Протеаза В – щелочная бактериальная протеаза, обладающая коллагенолитической активностью – 635 КЕ/г при pH 5,5 и температуре 20℃.

Протеаза С также проявляет наибольшую активность при pH 5,0-10,0 и температуре 20-70 °С (рис. 3), однако сравнение значений показателя активности свидетельствует о том, что при одинаковых оптимальных параметрах Протеаза С активнее в 2 – 3,5 раза, по сравнению с Протеазой В.

Протеаза С – комплекс нейтральных щелочных грибковых протеолитических ферментов, обладающая коллагенолитической активностью – 815 КЕ/г при pH 5,5 и температуре 20℃.

При этом экстремальные кривые имели формы с выраженным максимумом, что можно объяснить определенной скоростью термоинактивации, носящей лавинообразный характер при температуре 50-70˚С.

При температуре 72 °С, при которой мясные продукты достигают кулинарной готовности, ферменты инактивируются, что является следствием изменения конформационного состояния их молекул.

Так как технологический процесс переработки мясного сырья предусматривает использование посола, то далее исследовано влияние различных концентраций поваренной соли на активность исследуемых протеолитических ферментных препаратов. При этом учитывали, что NaCl может выступать как в роли активатора, так и в роли ингибитора протеаз. Реакционную смесь инкубировали при 40 °С с использованием субстратов: казеинат натрия, коллаген, эластин, мышечные белки (водо- и солерастворимые).

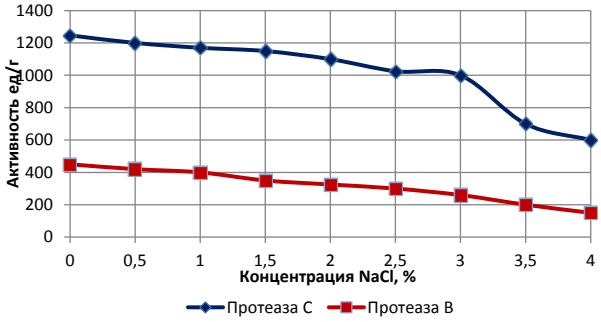


Рис.4. Влияние концентрации поваренной соли на активность протеаз (субстрат коллаген)

Показано, что поваренная соль не оказывает значительного влияния на активность протеолитических ферментов при использовании различных видов субстратов. Так, при действии на коллаген поваренной соли большая степень ингибирования от начальной активности, принятой за 100% наблюдалась при дозировке 4%, что вероятно связано с

влиянием ионной силы системы на степень ионизации группировок в структуре белка, и на структуру активного центра ферментов.

Для Протеазы В ингибирующее действие поваренной соли на активность ферментов составила 50% от исходной, а для Протеазы С – 40%, что свидетельствовало о большей стабильности последней.

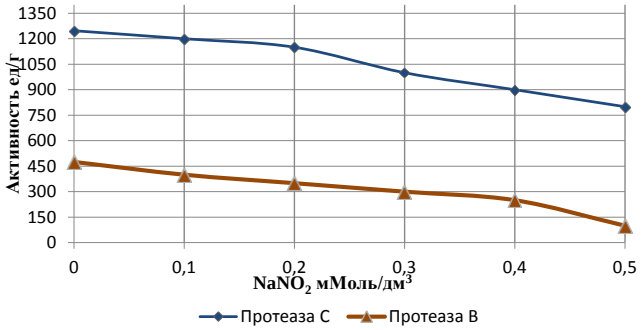


Рис.5. Влияние концентрации нитрита натрия на активность протеаз (субстрат коллаген)

Присутствие в реакционной среде нитрита натрия в количествах, обычно используемых в мясной промышленности до 0,5 ммоль/дм^3, оказывало небольшой ингибирующий эффект в отношении Протеаз В и С на всех видах субстратов. При данной концентрации ингибирование составило не более 15% (рис.5). Протеаза В проявляла несколько большую, по сравнению с Протеазой С чувствительность к нитриту натрия, потеря составила 7% и 11% от начальной активности соответственно.

Полученные результаты позволили считать целесообразным применение ФП для создания технологий биотрансформации коллагенсодержащего сырья - продуктов убоя и разделки животных с высокой долей соединительных тканей.

В главе 4 **Изучение влияния ферментативного гидролиза на свойства коллагенсодержащего сырья** проводили с использованием губ крупного рогатого скота (КРС) различного термического состояния: охлажденных, замороженных и размороженных.

Ставилась задача разработки способа обработки субпродуктов, с получением ферментолизатов, способствующих структурированию белково-водно-жировых систем, к которым относятся мясные продукты. Параметры обработки образцов с исследуемыми ФП выбраны следующие: концентрации ФП - от 0,02 до 0,06% к массе сырья с шагом 0,02%, продолжительность гидролиза – от 0,5 до 2 часов с шагом 0,5 единиц. При продолжительности обработки менее 0,5 часов происходил бы недостаточный гидролиз белков, продолжительности обработки свыше 2 часов - возрастали бы потери коллагеновых фракций и ухудшались функциональные характеристики конечного продукта.

Показатели качества полученных ГФО приведены в таблице 1. Массовую долю белка определяли в ферментолизатах после отделения от них жидкой фракции.

Таблица 1 – Массовая доля влаги и белка в ГФО

Концентрация ФП, % / продолжительность обработки, ч	Массовая доля, %					
	Губы КРС замороженные		Губы КРС охлажденные		Губы КРС размороженные	
	влаги	белка	влаги	белка	влаги	белка
Воздействие Протеазы В						
0,02/0,5	80,15±2,38	14,15±0,42	80,74±2,40	13,26±0,39	80,00±2,38	13,95±0,41
0,04/0,5	79,25±2,35	14,00±0,42	79,36±2,36	13,04±0,39	79,32±2,36	13,24±0,39
0,06/0,5	78,33±2,33	16,68±0,50	78,54±2,33	14,32±0,43	78,45±2,33	14,00±0,41
0,02/1	80,85±2,40	14,05±0,42	80,39±2,39	14,20±0,42	79,55±2,36	15,05±0,45
0,04/1	81,14±2,41	13,81±0,41	80,00±2,38	14,15±0,42	80,14±2,38	14,81±0,44
0,06/1	76,82±2,28	18,33±0,54	79,39±2,36	15,30±0,45	75,82±2,25	19,21±0,57
0,02/1,5	78,10±2,32	17,18±0,51	80,74±2,40	14,26±0,42	76,10±2,26	18,18±0,54
0,04/1,5	75,47±2,24	19,83±0,59	78,25±2,32	16,82±0,50	74,57±2,21	20,00±0,59
0,06/1,5	78,69±2,34	16,81±0,50	79,67±2,37	15,33±0,46	77,69±2,31	17,81±0,53
0,02/2	86,54±2,57	9,03±0,27	85,87±2,55	9,13±0,27	82,53±2,45	13,03±0,39

0,04/2	86,59±2,57	9,01±0,27	86,15±2,56	9,00±2,27	82,57±2,45	13,01±0,39
0,06/2	86,65±2,57	9,00±0,27	86,35±2,56	8,98±0,27	82,65±2,45	13,00±0,39
Воздействие Протеазы С						
0,02/0,5	75,84±2,25	18,91±0,56	81,95±2,43	14,20±0,42	80,85±2,40	14,05±0,42
0,04/0,5	77,47±2,30	17,35±2,52	79,00±2,35	14,15±0,42	81,17±2,41	13,83±0,41
0,06/0,5	79,85±2,37	15,00±0,45	78,36±2,33	15,30±0,45	82,53±2,45	13,03±0,39
0,02/1	80,24±2,38	14,69±0,44	81,36±2,42	14,26±0,42	78,09±2,32	17,14±0,51
0,04/1	81,17±2,41	13,83±0,41	80,00+2,38	16,82±0,50	79,39±2,36	15,30±0,45
0,06/1	83,04±2,47	18,13±0,54	78,25±2,32	15,33±0,45	80,74±2,40	14,26±0,42
0,02/1,5	78,09±2,32	17,14±0,51	75,82±2,25	19,21±0,57	79,25±2,35	14,00±0,42
0,04/1,5	76,44±2,27	19,21±0,57	77,69±2,31	17,81±0,53	78,10±2,32	17,18±0,51
0,06/1,5	79,41±2,36	16,34±0,49	79,55±2,36	15,05±0,45	77,69±2,31	17,81±0,53
0,02/2	85,80±2,55	10,00±0,30	85,17±2,53	9,13±0,57	86,59±2,57	9,01±0,27
0,04/2	85,77±2,55	10,18±0,30	85,56±2,54	9,00±0,27	86,15±2,56	9,00±0,27
0,06/2	86,27±2,56	9,84±0,29	85,68±2,54	8,98±0,27	86,65±2,57	9,00±0,27

Установлено, что для губ КРС различного термического состояния наблюдались практически одинаковые закономерности изменения массовой доли белка и влаги. В зависимости от продолжительности обработки сырья и массовой доли ФП, количество влаги и белка в коллагеновой дисперсии изменялось до степени гидролиза для губ КРС замороженных и охлажденных – 23,6%, для размороженных – 16,3%. Следовательно, от термического состояния коллагенсодержащего сырья зависит глубина протеолиза. Динамика изменений показателей носила нелинейный характер, что, возможно, связано с особенностью структуры коллагена каждого вида сырья. С учетом глубины гидролиза белков, для дальнейших исследований отобрана группа образцов с массовой долей белка и влаги в ферментолизатах 14,00÷20,00 и 74,50÷80,74 соответственно, продолжительность гидролиза – 1 – 1,5 часа, концентрация ФП – 0,02÷0,06 ед/г.

Сравнение процессов гидролиза для различных видов губ КРС показало, что глубина его несколько ниже для размороженного сырья по сравнению с замороженным и охлажденным (5-7%).

Можно отметить, что наибольшие изменения структуры, наблюдаемые визуально, произошли с образцами, обработанными Протеазой В с концентрацией ферментного препарата 0,06% к массе сырья и временем обработки 1 час, и, Протеазой С с концентрацией ферментного препарата 0,04% к массе сырья и временем обработки 1,5 часа. При этом структура ферментолизатов представляла собой светло-коричневую массу с мажущейся консистенцией. Это позволяет утверждать, что данные параметры обработки привели к глубоким изменениям структуры сырья на молекулярном уровне.

Одним из критериев оценки качества сырья для технологии мясных продуктов являются функционально-технологические свойства.

Таблица 2 – Водосвязывающая способность ГФО

Концентрация, % / время обработки, ч	ВСС, % к массе сырья		
	Губы КРС замороженные	Губы КРС охлажденные	Губы КРС размороженные
Воздействие Протеазы В			
0,02/0,5	34,33±1,02	40,15±1,19	30,33±0,90
0,04/0,5	36,00±1,07	42,79±1,27	33,00±0,98
0,06/0,5	45,50±1,35	45,46±1,35	35,50±1,05
0,02/1	37,00±1,10	41,24±1,22	36,00±1,07
0,04/1	39,00±1,16	42,68±1,27	38,00±1,13
0,06/1	43,00±1,28	46,82±1,39	40,00±1,19

0,02/1,5	47,33±1,41	50,14±1,49	41,33±1,23
0,04/1,5	50,33±1,49	52,96±1,57	46,33±1,38
0,06/1,5	53,50±1,59	53,00±1,57	50,50±1,50
0,02/2	57,67±1,71	55,47±1,65	51,67±1,53
0,04/2	60,50±1,80	58,63±1,74	55,50±1,65
0,06/2	63,33±1,88	62,91±1,87	60,34±1,79
Воздействие Протеазы С			
0,02/0,5	39,33±1,17	41,05±1,22	35,33±1,05
0,04/0,5	39,50±1,17	42,39±1,26	38,00±1,13
0,06/0,5	42,33±1,26	46,06±1,37	42,50±1,26
0,02/1	45,67±1,36	42,24±1,25	43,00±1,28
0,04/1	49,00±1,46	45,68±1,36	48,00±1,43
0,06/1	56,33±1,67	47,82±1,42	50,00±1,49
0,02/1,5	60,67±1,80	50,34±1,50	51,33±1,52
0,04/1,5	65,33±1,94	55,96±1,66	56,33±1,67
0,06/1,5	67,00±1,99	57,00±1,69	60,50±1,80
0,02/2	68,00±2,02	65,47±1.94	61,67±1,83
0,04/2	70,00±2,08	68,63±2,04	65,50±1,95
0,06/2	70,50±2,08	70,40±2,09	70,34±2,09

Значение водосвязывающей способности (ВСС) для всех образцов достигало максимума при двухчасовой обработке, но заметное увеличение наблюдалось уже при гидролизе в течение 1,5 часа, что можно объяснить различной степенью гидролиза коллагена. Наибольшее увеличение ВСС, выявлено для ГФО, полученных Протеазой С, что можно объяснить несколько более высокой ферментной активностью данного ФП, по сравнению с Протеазой В.

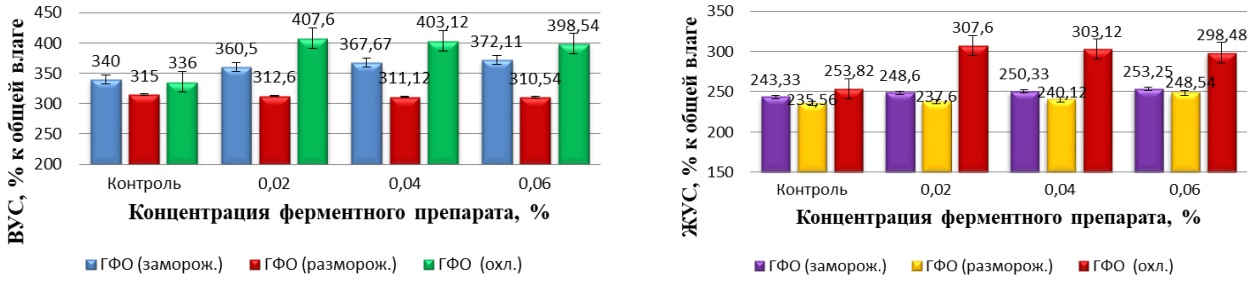


Рис.8. Изменение водоудерживающей и жироудерживающей способности в зависимости от продолжительности ферментативной обработки(воздействие ферментного препарата Протеаза В, продолжительность обработки 1 час)

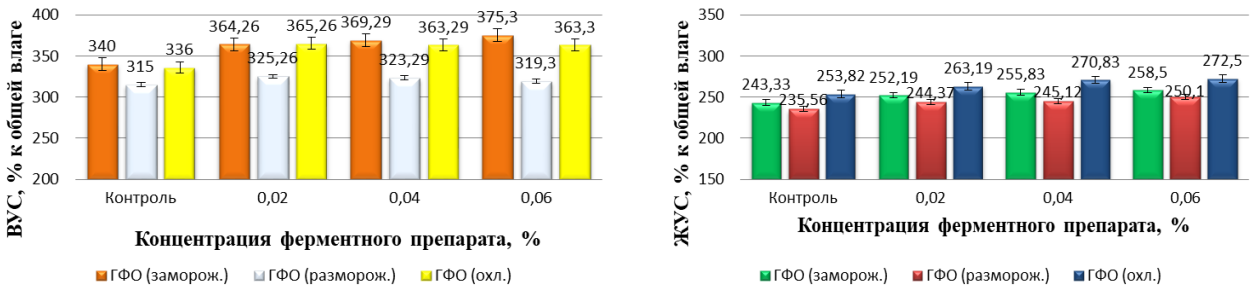


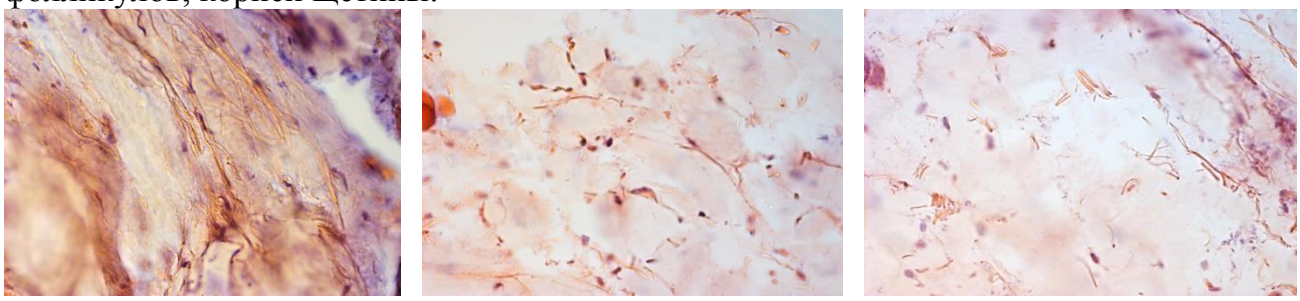
Рис. 9. Изменение водоудерживающей и жироудерживающей способности в зависимости от продолжительности ферментативной обработки (воздействие ферментного препарата Протеаза С, продолжительность обработки 1,5 часа)

Значение водоудерживающей способности (ВУС) существенно изменялось у размороженных губ ферментативной обработки на всем этапе гидролиза. Это связано с деструктивным воздействием кристаллов льда, приводящим к разрыхлению соединительнотканных белков и мышечных волокон, но в таком состоянии белковые молекулы более подвержены ферментативному воздействию. Увеличение жироудерживающей способности ГФО по сравнению с исходным сырьем наблюдалось у каждого исследуемого образца.

Объяснение этому можно найти, если рассматривать изучаемые системы с точки зрения роли белка и воды в структурировании дисперсной системы при нагревании. По нашему мнению, ферментативная обработка приводит к деформации трехмерной структуры коллагена за счет ослабления и разрыва водородных связей, удерживающих полипептидные связи. В результате разрыва связей, волокна коллагена диспергируют, и между ними возникают новые связи. Это приводит в одном случае к увеличению водоудерживающей способности, а в другом - жироудерживающей способности, вследствие образования связей, обеспечивающих формирование стойкой белково-жиро-водной системы.

Соответствующим образом изменялись и реологические характеристики биомодифицированного сырья.

Изучение микроструктуры исходного сырья имеет большое значение, поскольку позволяет получить данные, характеризующие строение пучков коллагеновых волокон, эпидермиса и его производных: залегание волосяных фолликулов, корней щетины.



Контроль | Ферментолизат под воздействием Протеазы В | Ферментолизат под воздействием Протеазы С

Рис.10. Микроструктура губ крупного рогатого скота до и после ферментативной обработки (Продольный срез Ув. об. 40х)

Представленные данные свидетельствуют о том, что выбранные условия биомодификации субпродуктов крупного рогатого скота приводят к изменениям в структуре коллагена и указывает на присутствие в матрице комплексов из полипептидных коллагеновых α- и β-цепей, которые способны к формированию плотных студней, стабилизирующих в дальнейшем мясные системы и готовые продукты. По сравнению с контролем, структура тканей более рыхлая, с меньшим количеством включений. Структура ткани, обработанной Протеазой С более однородная, чем структура Протеазой В.

Для изучения возможности использования полученных ГФО в технологии мясных изделий, были выработаны модельные мясные системы, в которых часть мясного фарша заменяли адекватным количеством ГФО в количестве от 0 до 20 % с шагом 5 %. В качестве основного мясного сырья для приготовления модельных мясных систем использовали мясо птицы (белое и красное), не имеющих отклонений

в качестве. У модельных мясных систем изучали основные показатели качества до и после тепловой обработки. В результате чего наиболее рациональным вариантом можно считать замену мясного сырья на ГФО (В) и ГФО (С) – 10 % (для паштета) и 15 % (для рубленых полуфабрикатов), поскольку в этих случаях изученные образцы обладали высокими значениями функционально-технологических свойств по сравнению с другими образцами, что является позитивным фактором при формировании консистенции мясных продуктов.

В **Главе 5 Разработка технологии получения многофункционального комплекса на основе коллагенового ферментолизата и БАВ и изучение его свойств** приведены результаты исследований по получению и изучению свойств многофункциональных комплексов (МК) на основе губ ферментативной обработки, концентрата сывороточного белка, полученного путем ультрафильтрации и инулина в чистой форме.

Для определения наиболее рационального количества ингредиентов в комплексе, были составлены смеси в следующих соотношениях (ГФО:КСБ-УФ:ИНУЛИН), %: 20:77:3; 50:40:10; 30:62:8 и 75:20:5. Данные соотношения были разработаны путем математического моделирования, а также с расчетом наибольших изменений функционально-технологических свойств и влияния ингредиентов в комплексах. Смеси получали путем перемешивания предварительно подготовленных ингредиентов в гомогенизаторе.

При разработке новых видов продуктов особое внимание уделяется их качественным показателям. Поэтому первоначально был изучен химический состав приготовленных смесей.

В таблице 3 представлены результаты исследования химического состава подобранных ингредиентов в МК.

Таблица 3 – Химический состав комплексов на основе ГФО

Образец/Показатель	Массовая доля, %				
	влаги	белка	жира	золы	углеводов
на основе ГФО, полученных под воздействием Протеазой В					
20*:77**:3***	79,35±2,36	12,10±0,65	4,10±0,12	1,35±0,04	3,10±0,09
30:62:8	73,68±2,19	17,16±0,91	4,26±0,13	1,40±0,04	3,50±0,10
50:40:10	66,08±1,96	24,20±1,30	4,30±0,13	1,42±0,04	4,00±0,12
75:20:5	53,67±1,59	37,18±1,98	4,50±0,13	1,45±0,04	3,20±0,10
на основе ГФО, полученных под воздействием Протеазой С					
20:77:3	79,00±2,35	12,08±0,64	4,41±0,13	1,42±0,04	3,09±0,09
30:62:8	72,20±2,14	17,76±0,92	4,54±0,13	1,50±0,04	4,00±0,12
50:40:10	65,53±1,95	24,18±1,29	4,62±0,14	1,57±0,05	4,10±0,12
75:20:5	53,03±1,63	37,15±1,98	4,20±0,12	1,60±0,05	3,50±0,10

Примечание: *) – количество ГФО; **) – количество КСБ-УФ; ***) – количество инулина. Данные обозначения приведены во всех следующих таблицах и рисунках.

Результаты данной таблицы свидетельствуют о том, что количество внесенного коллагена влияет на увеличение общего содержания белка для всех образцов, достигало максимума для двух смесей при соотношении компонентов 75:20:5. Это связано с высоким содержанием белка в губах крупного рогатого скота (составляет ~20%). Значения массовых долей жира при увеличении количества ГФО для всех образцов прослеживалась тенденция к повышению значения этого показателя, что связано с увеличением количества присутствующего жира в губах КРС. Содержание углеводов в МК увеличивается за счет увеличения внесенного количества инулина,

поскольку пищевая добавка «Инулин» содержит в своем составе олигофруктозу и фруктозу.

Для дальнейшего обоснования возможности использования МК в технологии мясных изделий, т.е. для научно-подтвержденного выбора соотношения ингредиентов был проведен комплекс исследований, включающих изучение их функционально-технологических и определение содержания инулина. Результаты представлены на рисунках 11-13.

Данные рисунков 11-13 свидетельствуют об увеличении значений показателей водосвязывающей, водоудерживающей и жироудерживающей способностей для всех комплексов с увеличением вносимого количества биомодифицированного коллагенсодержащего сырья.

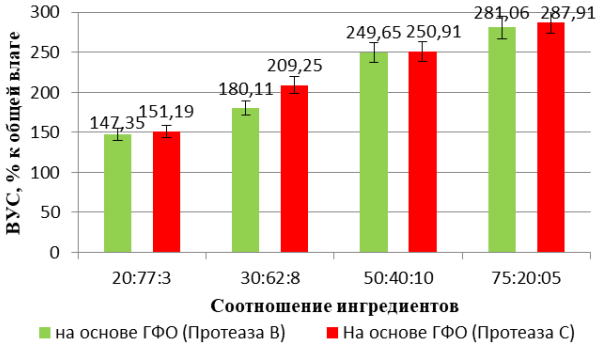


Рис.11. Водоудерживающая способность МК

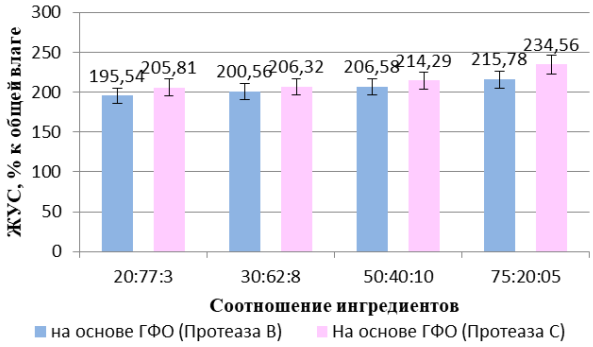


Рис.12. Жироудерживающая способность МК

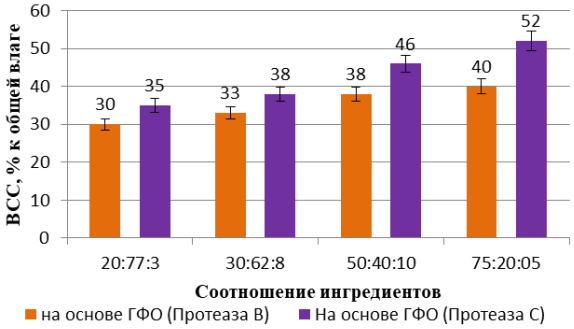


Рис.13. Водосвязывающая способность МК

Установлено, что наибольшие значения ВСС, ВУС и ЖУС наблюдались при соотношении ингредиентов 75:20:5 с ГФО, полученными Протеазой С. Это связано с количеством внесенного биомодифицированного коллагенсодержащего сырья, поскольку биомодификация благотворно влияет на свойства нативного сырья.

Наблюдая тенденцию изменения функционально-технологических свойств комплексов, можно сделать вывод, что ФТС комплексов содержащих в своем составе губы ферментативной обработанные Протеазой С были выше по отношению к МК содержащих в своем составе ГФО Протеазой В. Это можно объяснить тем, что Протеаза С имеет протеолитическую активность выше, чем у Протеазы В. Активность ферментного препарата влияет на морфологические изменения соединительнотканных элементов, а также деструктивные изменения структуры коллагена и распад до остатков аминокислот.

Поскольку МК содержит в своем составе полисахарид инулин, были проведены исследования, направленные на определение уровня его содержания в общих системах.

Известно, что инулин обладает адъювантной активностью в отношении макро- и микроэлементов, отличается пребиотической и противовоспалительной

активностью, совместим с технологиями пищевых производств и не имеет противопоказаний для включения в рационы питания.

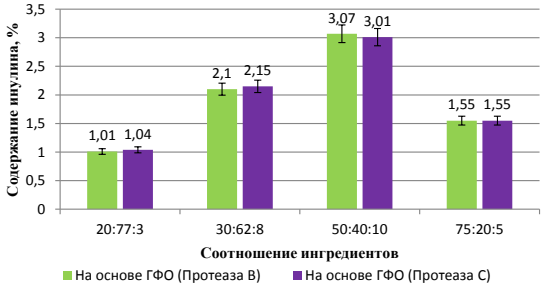


Рис. 14. Содержание инулина в МК

На рисунке 14 представлены результаты содержания свободного несвязанного инулина. Из результатов видно, что с увеличением вносимого концентрата сывороточного белка содержание свободного несвязанного инулина снижается. Это связано с тем, что инулин распадается на мелкие субмикронные твердые частицы, которые образуют трехмерную ячеистую структуру в форме геля. Поэтому, инулин, и входящая в его состав олигофруктоза, используются не только для производства продуктов лечебно-профилактического назначения, но и являются технологичными ингредиентами.

Поскольку разработанный многофункциональный комплекс имеет высокие функционально-технологические, физико-химические, структурно-механические свойства, а также используя полученные данные при изучении мясных модельных систем, можно предположить, что замена адекватного количества мясного сырья в рецептуре продуктов из мяса птицы будет способствовать улучшению не только органолептических, но и технологических показателей готовых изделий.

В **главе 6 Использование многофункционального комплекса на основе коллагенового ферментолизата и БАВ полученного Протеазой С в технологии мясных изделий** представлены данные по разработке технологии и результаты исследований различных видов мясных изделий, содержащих многофункциональный комплекс.

В первом случае вырабатывались рубленые полуфабрикаты из мяса птицы «Классические», в опытный образец которой вводили 15% МК. Технологическая схема производства представлена на рисунке 15.

Рис. 15. Технологическая схема производства рубленых полуфабрикатов с разработанным МК

В соответствии с общими требованиями к оценке характеристик качества мясной продукции было проведено разностороннее исследование полуфабрикатов, выработанных с применением разработанного МК. В таблице 4 представлены показатели пищевой ценности готового продукта.

Таблица 4 – Показатели пищевой ценности рубленых полуфабрикатов

Показатели	Контроль	Опыт
Массовая доля белка, %	13,08±0,39	14,90±0,44
Массовая доля жира, %	10,00±0,30	6,84±0,22
Массовая доля инулина, %	-	1,82±0,05
Переваримость белков «in vitro», мг тирозина/100 г белка, Пепсином	5,84±0,17	5,63±0,17
Трипсином	9,92±0,29	9,13±0,27
Общая	15,76±0,46	14,76±0,44

Результаты свидетельствуют, что по содержанию белка опытный образец превосходил контроль на 13%. Необходимо отметить, что количество соединительнотканных белков, % к общему белку для контроля составил 34,21±1,12, а для опыта – 40,35±1,19; причем на долю коллагена приходится: 31,50±1,08 и 37,80±1,11, соответственно. Общая калорийность при этом практически не изменилась.

Наибольшей доступностью действию пищеварительных ферментов характеризовался контрольный образец. Установлено, что в контроле переваримость белков выше на 6 %.Наличие в составе полуфабриката многофункционального комплекса, который является по своей природе пищевым волокном, также положительно сказывается на работе желудочно-кишечного тракта.

Для оценки прочностных характеристик термообработанных образцов, были проведены исследования по изучению показателей напряжения среза и работы резания, результаты которых приведены на рисунке 16.

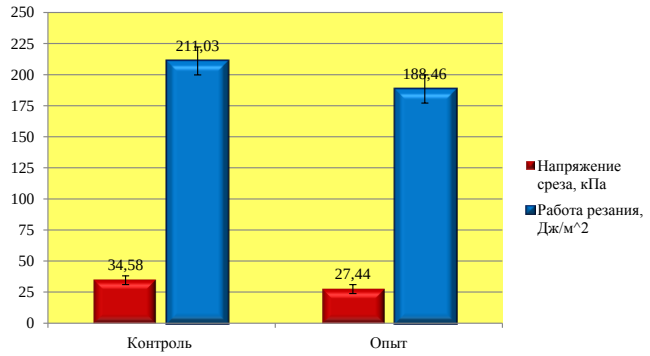


Рис. 16. Структурно-механические характеристики рубленых полуфабрикатов

Опытные образцы отличались пониженными, по сравнению с контрольными, значениями напряжения среза и работы резания. Это связано с содержанием в их составе ГФО и концентрата сывороточного белка, которые прочно связывают влагу. Данный положительный аспект снижения реологических характеристик заключается в облегчении кусаемости и разжевывания – сенсорные характеристики, определяющие силу, которая требуется челюстям человека для осуществления дальнейшего пережевывания продукта.

Приготовленные образцы рубленых полуфабрикатов оценивали по органолептическим показателям. При сенсорной оценке полуфабрикатов (рис.17) исследовали такие характеристики как цвет на срезе, вкусовые качества, запах и консистенцию продукта. Результаты свидетельствуют, что добавление

разработанного комплекса взамен мясного сырья в количестве 15 % способствует получению готовых изделий с высокими сенсорными характеристиками.

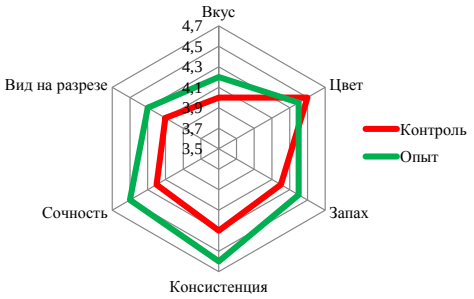


Рис. 17. Результаты органолептической оценки полуфабрикатов

Результаты органолептической оценки представлены на рисунке 17.

Анализируя данные рисунка 17, можно сделать вывод, что опытный образец рубленых полуфабрикатов по органолептическим показателям не уступал контрольному изделию. Дегустационная комиссия дала высокую оценку всем потребительским качествам рубленых полуфабрикатов с многофункциональным комплексом, кроме цвета и запаха. Низкая оценка цвета на срезе опытного образца объясняется недостаточным количеством пигментообразующих веществ, за счет использования мяса птицы, а мы знаем, что белок мяса птицы не взаимодействует с нитритом натрия, поэтому данное обстоятельство предопределяет использование натуральных пищевых красителей.

Результаты проведенных исследований позволили сделать вывод о положительном влиянии МК на качественные показатели рубленых полуфабрикатов. Поэтому на данном этапе работы была разработана технология приготовления паштета на основе мяса птицы с многофункциональным комплексом. Технологическая схема производства паштета представлена на рисунке 18.

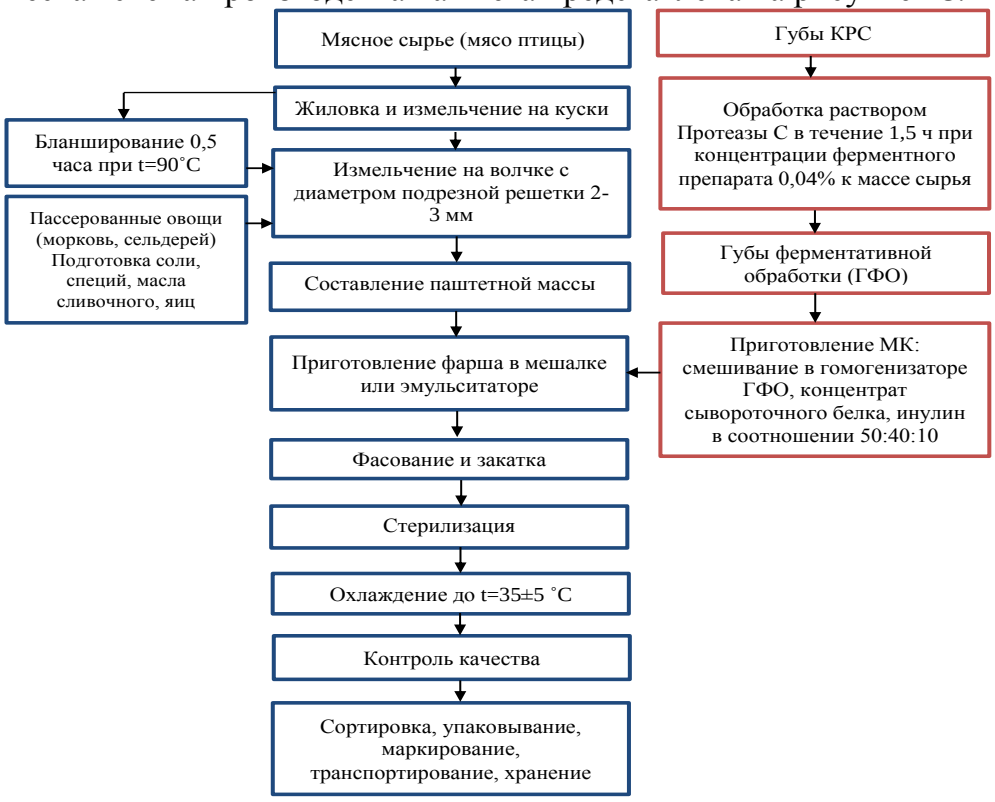


Рис. 18. Технологическая схема производства паштета с разработанным МК

Далее проводили исследования готового паштета. В таблице 5 представлены результаты изучения химического состава и иных компонентов готового продукта.

Таблица 5- Химический состав готового продукта

Показатель	Массовая доля, %	
	Контроль	Опыт
Влага	69,47±3,73	67,90±3,32
Белок	14,10±1,34	15,30±1,56
Жир	12,00±0,82	10,60±0,72
Углеводы	1,30±0,11	2,80±0,16
Зола	3,13±0,17	3,40±0,18
Поваренная соль	1,75±0,14	1,80±0,14
Содержание инулина	-	1,56±0,12
Калорийность, ккал/100 г продукта	**169,60**	**167,80**

Анализируя данные таблицы можно сделать вывод, что по содержанию белка опытный образец превосходил контроль на 2 %. Незначительное уменьшение содержания жира в опытном образце объясняется 10%-ой заменой мясного сырья на разработанный комплекс, в котором содержится инулин. Инулин может имитировать присутствие жира в обезжиренных продуктах, улучшая их текстуру и органолептические свойства, приближая эти показатели к качествам продуктов нормальной жирности. Присутствие углеводов в опытном образце паштета вызвано наличием углеводов в КСБ и инулине. Содержание поваренной соли во всех образцах находится примерно на одном уровне и не превышает допустимых значений (2,2%/100 г продукта). Общая калорийность опытного образца, при этом, уменьшилась на 2 %.

Далее приготовленные образцы паштета из мяса птицы оценивали по органолептическим показателям. Исследованные образцы вареных колбас оценивали по органолептическим показателям с использованием 5-ти балльной шкалы. Преимуществом органолептической оценки как метода анализа качества продукции является возможность относительно быстрого и одновременного выявления комплекса таких свойств продукта, как внешний вид, аромат, вкус, консистенция. Так же оценивали качество закаточного шва, состояние тары по внешнему виду.

Результаты свидетельствуют, что добавление разработанного комплекса взамен мясного сырья в количестве 10 % способствует получению готовых изделий с высокими сенсорными характеристиками.

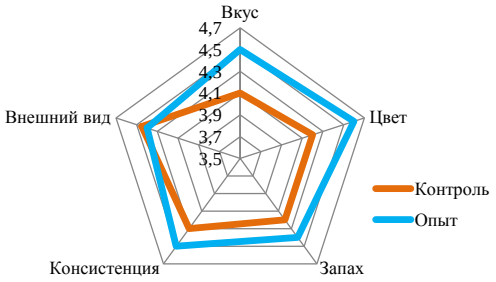


Рис. 19. Результаты органолептических показателей паштетов

Органолептическая оценка показала, что по таким показателям как запах, сочность, вкус опытный образец превосходил контрольный. Низкие показатели вида фарша на разрезе у контроля связаны, по-видимому, с недостаточной насыщенностью цвета фарша, поскольку при изготовлении паштета не был использован нитрит натрия. Высокая оценка цвета у опытного образца паштета связана с содержанием в многофункциональном комплексе концентрата сывороточного белка, который при высокой термической обработке придает продукту легкий карамельный оттенок. Помимо этого опытный образец паштета на разрезе характеризовался присутствием незначительной доли соединительных волокон, не повлиявших, тем не менее, на органолептические

характеристики продукта. В целом, по группе органолептических свойств, результаты исследования паштетов из контрольной и опытной партий практически не отличались, о чем свидетельствуют средние баллы органолептической оценки.

Для более полной оценки влияния комплекса на биологическую ценность комбинированных паштетов определена переваримость белков основными ферментами желудочно-кишечного тракта (пепсин, трипсин) в опытах «in vitro». Полученные результаты представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Переваримость «in vitro» контрольного и опытного образцов

Фермент	Переваримость, мг тирозина/100 г белка	
	Контроль	Опыт
Пепсином	5,71±0,14	5,53±0,17
Трипсином	9,32±0,16	9,03±0,15
Общее значение	15,03±0,15	14,56±0,16

В ходе эксперимента выявлено, что на степень переваримости опытного изделия комплекс оказывает незначительное влияние. Установлено, что в опытном образце переваримость белков ниже на 0,5 % по отношению к контролю, что связано с присутствием балластных веществ (коллаген, инулин в комплексе) в его рецептуре.

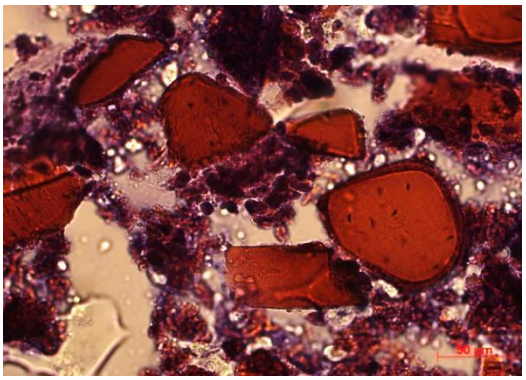
Существенное значение для нормальной жизнедеятельности организма человека имеет количество и качество поступающего с пищей белка. Аминокислотный состав в контрольном и опытном образцах представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Аминокислотный состав продукта, г/100 г продукта

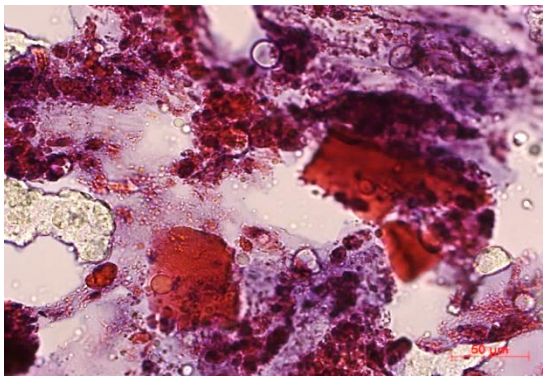
№№ п/п	Наименование аминокислоты	Содержание (г/100 г продукта) в	
		контроле	опыте
Заменимые			
1	Аспарагиновая кислота	2,23±0,07	2,25±0,07
2	Глутаминовая кислота	3,24±0,10	2,36±0,07
3	Серин	1,62±0,05	1,43±0,04
4	Гистидин	0,47±0,01	0,48±0,01
5	Глицин	0,49±0,01	0,46±0,01
6	Аргинин	0,61±0,02	0,60±0,02
7	Аланин	0,57±0,02	0,44±0,01
8	Тирозин	0,60±0,02	0,46±0,01
9	Цистин	0,16±0,005	0,13±0,004
10	Пролин	0,99±0,03	0,98±0,03
Незаменимые			
11	Треонин	0,44±0,01	0,42±0,01
12	Валин	0,23±0,01	0,23±0,01
13	Метионин	0,06±0,002	0,07±0,002
14	Фенилаланин	0,46±0,01	0,47±0,01
15	Изолейцин	0,27±0,01	0,29±0,01
16	Лейцин	0,45±0,01	0,45±0,01
17	Лизин	0,79±0,02	0,77±0,02
18	Триптофан	0,40±0,01	0,46±0,01
	Σ	**14,08±0,43**	**12,75±0,40**

Из представленных данных таблицы следует, что суммарное содержание аминокислот в опытном образце было ниже, чем в контроле на 1,3 единицы, однако оба изделия соответствовали рекомендациям ФАО/ВОЗ 1985 года.

Для наиболее полного представления о распределении компонентов при производстве паштетов, был проведен гистологический анализ образцов. Результаты представлены на рисунке 20.



а) контроль



б) опыт

Рис. 20. Микроструктура мясных паштетов. Ув. Об. 40х

Анализ проведенных микроструктурных исследований показал, что введение в рецептуру разработанного многофункционального комплекса, позволяет получить продукт по морфологическим показателям превосходящий контрольный образец.

Отработка режимов стерилизации паштетов из мяса птицы

В качестве мясного сырья при разработке нового вида консервов использовали мясо птицы, ранее редко использовавшегося в производстве паштетов, поэтому, дополнительно была проведена проверка режима стерилизации $\frac{20-45-20}{120}$ для банки № 3 (массой 250 г), принятой для аналогичных консервов. Стерилизация консервов осуществлялась на автоклавах СПВА-75-1-НН.

Результаты изучения микробиологических показателей образцов, представленные в таблице 8, свидетельствуют, что исследуемые образцы соответствуют требованиям ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции», и приложением 2 к МУК 4.2.1847-04 «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов» и могут быть использованы в качестве продукта питания.

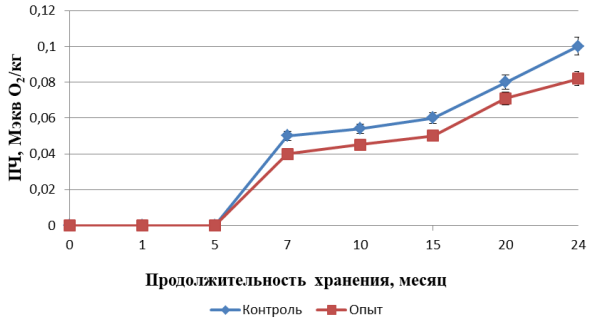
Таблица 8 – Микробиологические показатели образцов

Микробиологические показатели	Образцы	
	Контроль	Опыт
КМАФАнМ КОЕ в 1 г (см^3) продукта	Не обнаружено	Не обнаружено
Сульфитредуцирующие клостридии в 0,01 г		
Плесневые грибы, дрожжи, КОЕ в 1 г		
Молочнокислые бактерии в 1,0 г		
B. cereus, в 1 г		
Патогенные, в т.ч. сальмонеллы; L.monocygenes, в 25 г		
Стафилококки, в 1 г		

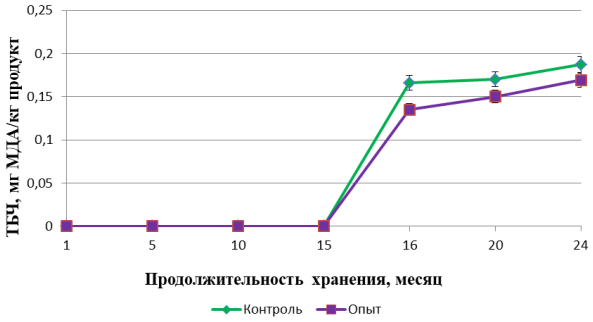
В процессе производства и хранения партии паштетов проводили микробиологический контроль готовых консервов, который подтвердил их безопасность. Термофильная микрофлора в процессе изготовления консервов не

обнаруживалась. Таким образом, можно сделать вывод, что паштеты отвечают требованиям промышленной стерильности.

В процессе хранения паштетов были изучены показатели окислительной порчи. Результаты исследований представлены на рисунке 21.



а) пероксидное число



б) тиобарбитуровое число

Рис. 21. Результаты накопления продуктов окислительной порчи в процессе хранения паштетов

Наиболее характерные изменения отмечены для пероксидного числа, которые не обнаружены в паштетах при закладке их на хранение. В течение 15 месяцев хранения их во всех исследуемых консервах не превышало 0,060 $М_{экв}O_2$/кг при сохранении высоких органолептических показателей. После 15 месяцев хранения наблюдается некоторое снижение органолептических показателей наряду с увеличением пероксидного числа до 0,1$М_{экв}O_2$/кг. Динамика изменения тиобарбитурового числа наблюдалась уже после 10 месяцев хранения и составила для контроля – 0,135 мг МДА/кг, опыта – 0,112 мг МДА/кг продукта.

Результаты проведенных исследований доказывают, что использование разработанного комплекса дает возможность получить продукты с пониженным содержанием жира, без ухудшения вкуса и консистенции продукта. Особым свойством комплекса является простота его подготовки при традиционной технологии без изменения параметров технологических процесса. Положительный аспект применения комплекса при производстве продуктов из мяса птицы заключается в насыщении организма балластными веществами, что благоприятно сказывается на самочувствии человека. Использование комплекса в технологии мясных продуктов дает возможность расширять линейку изделий, относящихся к концепции «Здоровье от природы», которые особенно популярны в настоящее время.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ И ВЫВОДЫ

1. На основе исследования биокаталитических свойств ферментных препаратов – Протеаза В и Протеаза С расширены теоретические сведения о биохимических и физико-химических характеристиках ферментных препаратов - микробиальной Протеазы В и грибковой Протеазы С.

2. Разработан и научно обоснован способ, позволяющий получить продукты коллагеновые дисперсии из губ крупного рогатого скота различного термического состояния. Целесообразность применения подобранных параметров биомодификации (концентрация Протеаза В: 0,06 % к массе сырья; продолжительность биомодификации: – 1 ч; концентрация Протеаза С: 0,04 % к массе сырья; продолжительность биомодификации: – 1,5 ч), позволяет получить продукты ферментативной обработки губ крупного рогатого скота, способных образовывать плотные структуры.

3. С учетом медико-биологических требований и экспериментальных исследований разработаны составы многофункциональных комплексов на основе продуктов ферментативной обработки губ крупного рогатого скота, концентрата сывороточного белка и инулина; изучены их химические составы и важнейшие функционально-технологические свойства, используя современные методы исследования.

4. Разработаны технологии мясных продуктов разных видов (рубленые полуфабрикаты из мяса птицы, паштеты мясные стерилизованные) с рациональным соотношением компонентов многофункционального комплекса (ГФО:КСБ-УФ:Инулин=50:40:10). Доказано методами «in vitro» и газо-жидкостной хроматографии, что введение разработанного многофункционального комплекса позволяет получить готовые мясные продукты высокой пищевой и биологической ценности. Отработаны режимы стерилизации паштетов из мяса птицы, соответствующие формуле стерилизации ((20-45-20)/120), позволяющие обеспечить промышленную стерильность готовым изделиям, проведена апробация разработанных продуктов в промышленных условиях на ОАО «Раменский мясокомбинат».

5. Разработан комплект нормативной технической документации на «Паштеты из мяса птицы стерилизованные». Экономическую эффективность от внедрения разработанной технологии в производство составила примерно 13,5 тыс. руб./1 тонну продукции.

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ГФО – губы ферментативной обработки;

МК–многофункциональный комплекс;

КСБ-УФ – концентрат сывороточного белка, полученного путем ультрафильтрации;

БАВ – биологически активные вещества;

ПНС – предельное напряжение сдвига;

ВСС – водо (влаго) связывающая способность;

ВУС – водоудерживающая способность;

ЖУС – жироудерживающая способность;

ФП – ферментный препарат;

ИН – инулин.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ:

1. Титов, Е.И. Влияние щелочных протеиназ на модификацию коллагенсодержащего сырья [Текст] /Е.И. Титов, **С.Н. Кидяев**, Е.В. Литвинова, Н.В. Цурикова// Мясная индустрия. – 2016. – №2. – С. 44 – 46 (0,2 п.л., лично соискателем 0,05 п.л.).

2. Титов, Е.И. Получение высококачественных сухих модифицированных коллагенсодержащих продуктов с использованием сублимационной сушки [Текст] /Е.И. Титов, Г.В. Семенов, **С.Н. Кидяев**, Е.В. Литвинова // Вестник международной академии холода. – 2016. - №3. – С. 27-31 (0,3 п.л., лично соискателем 0,075 п.л.).

3. Титов, Е.И. Функциональный комплекс на основе пищевых волокон животного и растительного происхождения для мясных рубленых полуфабрикатов [Текст] /Е.И. Титов, **С.Н. Кидяев**, Е.В. Литвинова // Мясная индустрия. – 2017. – №7. – С. 10 – 13 (0,3 п.л., лично соискателем 0,075 п.л.).

4. Титов, Е.И. О микроструктуре коллагенсодержащего сырья, модифицированного щелочными протеиназами [Текст] /Е.И. Титов, Е.В. Литвинова, **С.Н. Кидяев**, В.А. Пчелкина// Мясная индустрия. – 2017. – №8. – С. 41 – 43 (0,3 п.л., лично соискателем 0,075 п.л.).

5. Титов, Е.И. Многофункциональный комплекс для стерилизованных консервов из мяса птицы [Текст] /Е.И. Титов, **С.Н. Кидяев**, Е.В. Литвинова // Птица и птицепродукты. – 2018. – №4. – С. 31 – 34 (0,3 п.л., лично соискателем 0,075 п.л.).

Изобретения:

6. Заявка на патент №2016131914 «Способ получения коллагенового препарата с использованием грибковых щелочных протеиназ для получения многофункциональной добавки» [Текст] / Е.И. Титов, **С.Н. Кидяев**, Е.В. Литвинова

Публикации в сборниках научных трудов и материалах конференций:

7. Кидяев, С.Н. Новые возможности использования коллагенсодержащего сырья для создания функциональных продуктов [Текст] / С.Н. Кидяев, Е.И. Титов // Материалы XII Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Живые системы и биологическая безопасность населения». - М.: МГУПП. - 2014. – С. 40-42 (0,1 п.л., лично соискателем 0,05 п.л.).

8. Кидяев, С.Н. Новые данные о рациональном использовании коллагенсодержащего сырья как основного источника белка [Текст] / С.Н. Кидяев, Е.В. Литвинова, Е.И. Титов, М.А. Казикова // Материалы III Международной научно-практической конференции «Инновации: перспективы, проблемы, достижения». – М. Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова. - 14 мая 2015. – С. 277-278 (0,1 п.л., лично соискателем 0,05 п.л.).

9. Кидяев, С.Н. Возможности биотехнологической модификации субпродуктов с высоким содержанием соединительной ткани [Текст] / С.Н. Кидяев, Е.В. Литвинова, Е.И. Титов, А.Ю. Соколов, С.К. Апраксина // Материалы Международной научно-практической конференции «Инновации в интенсификации производства и переработки сельскохозяйственной продукции». - Волгоград. - 17-18 июня 2015. – С. 260-264 (0,25 п.л., лично соискателем 0,15 п.л.).

10. Кидяев, С.Н. Возможность использования композита на основе биомодифицированного коллагенсодержащего сырья и минорных компонентов в технологии вареных колбас [Текст] / С.Н. Кидяев, Е.В. Литвинова, Е.И. Титов // Материалы XXI Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы науки». – М. – 10.09.2015. – С. 15 – 17 (0,2 п.л., лично соискателем 0,08 п.л.).

11. Кидяев, С.Н. Актуальность использования коллагенсодержащего сырья в технологии производства мясных функциональных продуктов / С.Н. Кидяев, Е.В. Литвинова, Е.И. Титов // Материалы XIII Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Живые системы и биологическая безопасность населения». - М.: МГУПП. - 2015. – С. 82 – 84 (0,2 п.л., лично соискателем 0,08 п.л.).

12. Кидяев, С.Н. Новые возможности использования биомодифицированного коллагенсодержащего сырья в пищевой промышленности [Текст] / С.Н. Кидяев, Е.В. Литвинова // Материалы 18-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти Василия Матвеевича Горбатова. – М. – 9-10 декабря 2015. – С. 225 – 226 (0,1 п.л., лично соискателем 0,05 п.л.).

13. Кидяев, С.Н. Свойства и особенности коллагеновых гидролизатов, полученных с применением щелочных протеиназ [Текст] / С.Н. Кидяев, Е.В. Литвинова, С.Ю. Евтеева, Е.А. Владимирова // Материалы 8-го Международного научно-практического симпозиума «Перспективные ферментные препараты и

биотехнологические процессы в технологиях продуктов питания и кормов». – М. - 26-27 апреля 2016 г. – С. 72 -76 (0,3 п.л., лично соискателем 0,05 п.л.).

14. Кидяев, С.Н. Использование комплекса на основе биомодифицированного коллагенсодержащего сырья и минорных компонентов при производстве паштетов [Текст] / С.Н. Кидяев, Е.И. Титов, Е.В. Литвинова // Материалы Международной научно-практической конференции «Разработка инновационных технологий производства животноводческого сырья и продуктов питания на основе современных биотехнологических методов». - Волгоград. - 8-9 июня 2016. – С. 332 – 334 (0,2 п.л., лично соискателем 0,08 п.л.). Работа участвовала в конкурсе молодых ученых 2016 г, присуждена Золотая Медаль.

15. Кидяев, С.Н. Щелочные протеиназы для улучшения свойств коллагенсодержащего сырья [Текст] / С.Н. Кидяев, Е.В. Литвинова // Материалы X Международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов отделения сельскохозяйственных наук Российской академии наук. – М. – 27 октября 2016. – С. 135 – 138 (0,2 п.л., лично соискателем 0,05 п.л.).

16. Кидяев, С.Н. Биомодифицированное коллагенсодержащее сырье в технологии продуктов из свинины сырья [Текст] / С.Н. Кидяев, Е.В. Литвинова // Материалы X Международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов отделения сельскохозяйственных наук Российской академии наук. – М. – 27 октября 2016. – С. 198 – 202 (0,3 п.л., лично соискателем 0,15 п.л.).

17. Кидяев, С.Н. Биомодифицированное коллагенсодержащее сырье – основа функциональных модулей для использования в технологии мясных продуктов [Текст] /С.Н. Кидяев, Е.И. Титов// Материалы научной конференции с международным участием «Развитие пищевой и перерабатывающей промышленности России: кадры и наука»». - М.: МГУПП. – 11 – 12 апреля 2017. – С. 126-128 (0,2 п.л., лично соискателем 0,1п.л.).

18. Кидяев, С.Н. Биомодификация коллагенсодержащего сырья как способ создания мясных продуктов специального назначения [Текст] / Е.В. Литвинова, Е.И. Титов, С.Н. Кидяев // Материалы VI международной научно-практической конференции «Пищевая и морская биотехнология». - Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ» – 21 – 27 мая 2017. – С. 69 – 71 (0,2 п.л., лично соискателем 0,08 п.л.).

19. Кидяев, С.Н. Колбасные изделия пониженной жирности [Текст] / С.Н. Кидяев, Е.В. Литвинова, Е.И. Титов // Материалы Международной научно-практической конференции «Экологические, биотехнологические проблемы и их решение при производстве и переработке продукции животноводства (посвященная памяти академика РАН Сизенко Е.И.), г. Волгоград, 8-9 июня 2017 г. – С. 196 – 199 (0,3 п.л., лично соискателем 0,1 п.л.).

Другие публикации:

20. Кидяев, С.Н. Многофункциональный комплекс для продуктов из мяса птицы [Текст] / С.Н. Кидяев, Е.В. Литвинова, Е.И. Титов // Мясные технологии. – 2016. – №7. – С. 50-51 (0,1 п.л., лично соискателем 0,05 п.л.).

21. Кидяев, С.Н. Щелочные протеиназы – средство для улучшения свойств коллагенсодержащего сырья [Текст] / С.Н. Кидяев, Е.В. Литвинова, Е.И. Титов // Мясные технологии. – 2016. – №8. – С. 42 – 44 (0,2 п.л., лично соискателем 0,05 п.л.).

Автор выражает благодарность коллеге и другу за поддержку и содействие, оказанные в подготовке диссертации к.т.н. Литвиновой Елене Викторовне, ФГБОУ ВО МГУПП