

На правах рукописи



ГРЕСЕВА ЕКАТЕРИНА ГЕННАДЬЕВНА

**РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР И ТЕХНОЛОГИЙ КОЛБАСНЫХ
ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОДУКТОВ ГЛУБОКОЙ
ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ**

Специальность: 4.3.3. Пищевые системы

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Ставрополь – 2025

Работа выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет»

Научный руководитель: **Борисенко Александр Алексеевич**
доктор технических наук, доцент

Официальные
оппоненты:

Кудряшов Леонид Сергеевич
доктор технических наук, профессор, главный
научный сотрудник ФГБНУ «Федеральный научный
центр пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН

Трубина Ирина Александровна
кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры
технологии производства и переработки
сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО
«Ставропольский государственный аграрный
университет»

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Российский биотехнологический университет
(РОСБИОТЕХ)»

Защита состоится «18» декабря 2025 г. в 10-00 на заседании
диссертационного совета 24.2.398.07 при ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский
федеральный университет» по адресу: 355017, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1,
корп. 20 ауд. 312.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГАОУ ВО
«Северо-Кавказский федеральный университет» по адресу: 355017,
г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1 и на сайте
<https://ncfu.ru/upload/medialibrary/d02/0ale261wvtmuaylwetwhzce3itqoby7p/Dissertatsiya-Greseva-E.G..pdf>

С авторефератом можно ознакомиться по адресу:
<https://ncfu.ru/nauka/dissertatsionnye-sovety/obyavleniya-o-zashchite-dissertatsiy/32797/>

Автореферат разослан «__» _____ 2025 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета 24.2.398.07,
кандидат технических наук, доцент



Д. С. Мамай

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В соответствии с Указом Президента РФ от 18 июня 2024 г. № 529 технологии персонализированного, лечебного и функционального питания для обеспечения здоровьесбережения населения относятся к важнейшим для научно-технологического развития страны. В связи с этим особую актуальность представляет создание технологических решений, способных обеспечить не только высокие потребительские свойства готовой продукции, но и ее функциональную направленность. С учетом накопленного многолетнего опыта исследований, апробации и использования в рецептурах мясных изделий различных молочных ингредиентов одним из целесообразных направлений решения данной задачи является применение новых видов вторичного молочного сырья функциональной направленности.

В результате сотрудничества между Северо-Кавказским федеральным университетом (СКФУ) и АО «Молочный комбинат Ставропольский» разработаны технологии получения новых видов продуктов глубокой переработки молочной сыворотки – мелассы молочной сухой с лактулозой «ЛактуВет-1» и микропартикулята сывороточных белков с инкапсулированным дигидрокверцетином. Применение данных ингредиентов функциональной направленности в технологии колбасных изделий открывает новые возможности по расширению ассортимента пищевой продукции здорового питания с пребиотическим действием и широким спектром биологической активности.

Одним из важнейших направлений реализации национальной цели по сохранению и укреплению здоровья населения РФ является охрана здоровья молодежи, выступающей главным двигателем повышения социально-экономической конкурентоспособности страны. В связи с этим, в качестве целевой группы потребителей при реализации исследований в рамках настоящей диссертационной работы выступали молодые люди в возрасте от 18 до 27 лет (студенты СКФУ), получающие профессиональное образование и

находящиеся в начале периода своей активной трудовой деятельности. В этом возрасте у молодежи закрепляются навыки саморазвития, ведения активного и здорового образа жизни, которые сохраняются на протяжении всей жизни человека.

Степень разработанности темы исследования. Существенный вклад в развитие технологий мясных изделий с профилактическими и функциональными свойствами, в том числе с использованием различных видов молочного сырья, внесли отечественные и зарубежные ученые, в том числе: Антипова Л. В., Баженова Б. А., Борисенко А. А., Глотова И. А., Горлов И. Ф., Жаринов А. И., Запорожский А. А., Касьянов Г. И., Кудряшов Л. С., Липатов Н. Н., Лисицын А. Б., Литвинова Е. В., Позняковский В. М., Сычева О. В., Тимошенко Н. В., Титов Е. И., Узаков Я. М., Чугунова О. В., Шипулин В. И., Abdolghafour B., Feiner G., Ozturk-Kerimoglu B. и другие.

Динамично развивающийся запрос потребителей на здоровое питание, безопасность и высокую пищевую ценность продуктов питания оказывает значительное влияние на рыночную стратегию отечественных производителей мясных изделий. Применение продуктов глубокой переработки молочной сыворотки функционального назначения является одним из наиболее перспективных направлений для расширения ассортимента колбасных изделий в сегменте здорового питания.

Цель и задачи исследований. Целью исследований является разработка рецептур и технологий колбасных изделий с использованием мелассы молочной сухой с лактулозой и микропартикулята сывороточных белков с инкапсулированным дигидрокверцетином (ДГК).

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- провести анализ научно-технических и патентных источников информации, обосновать возможность применения мелассы молочной сухой с лактулозой и микропартикулята сывороточных белков с инкапсулированным ДГК в технологии колбасных изделий функциональной направленности;

- провести анализ нутритивного статуса целевой группы потребителей и определить направления для обеспечения нутриентной сбалансированности при разработке рецептур колбасных изделий;

- выполнить молекулярное моделирование и прогнозирование взаимодействий молекул сывороточных белков и ДГК для реализации технологии получения микропартикулята сывороточных белков с полифенолом;

- провести моделирование и разработать рецептуры вареных колбасных изделий и печеночных паштетов, сбалансированных по нутриентному составу и включающих продукты глубокой переработки молочной сыворотки функционального назначения;

- разработать технологии вареных колбасных изделий и печеночных паштетов с использованием продуктов глубокой переработки молочной сыворотки функционального назначения;

- провести оценку качества и безопасности разработанных колбасных изделий и определить экономическую эффективность предложенных технологических решений.

Научная новизна работы. Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность применения мелассы молочной сухой с лактулозой «ЛактуВет-1» и микропартикулята сывороточных белков с инкапсулированным ДГК в технологии колбасных изделий.

Впервые на молекулярном уровне осуществлено прогнозирование взаимодействий ДГК и молочных сывороточных белков. Выявлены межмолекулярные механизмы их комплексобразования в условиях термической обработки, соответствующей процессу микропартикуляции белков молочной сыворотки.

Изучено влияние продуктов глубокой переработки молочной сыворотки функционального назначения на физико-химические и структурно-механические показатели модельных фаршевых систем, пищевую и биологическую ценность готовых колбасных изделий.

На основе результатов многоуровневого моделирования разработаны, теоретически и экспериментально обоснованы рецептуры и технологии вареных колбасных изделий и печеночных паштетов с использованием продуктов глубокой переработки молочной сыворотки функционального назначения. Определены их показатели нутриентной сбалансированности, качества и безопасности.

Новизна технических решений подтверждена 2 патентами на изобретения.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическую значимость работы представляют полученные сведения о нутритивном статусе целевой группы потребителей, применении мелассы молочной с лактулозой «ЛактуВет-1» и микропартикулята сывороточных белков с инкапсулированным ДГК для разработки колбасных изделий, направленных на восполнение выявленного дефицита пищевых веществ. Определены конформационные характеристики молекулярных комплексов β -лактоглобулина и α -лактальбумина с ДГК в условиях термической обработки, соответствующих процессу микропартикуляции сывороточных белков.

В результате теоретических и экспериментальных исследований разработаны рецептуры и технологии вареных колбасных изделий и печеночных паштетов, сбалансированных по нутриентному составу и включающих продукты глубокой переработки молочной сыворотки функционального назначения (ТУ 10.13.14-003-70438614-2025). Проведена опытно-промышленная апробация разработанных технологий в производственных условиях ООО СХП «Югроспром», ИП Джангирян А. Д., ИП Ростов В. М..

Методология и методы исследований. Работа выполнялась с использованием стандартных, общепринятых и специальных методов исследования физико-химических, структурно-механических, органолептических и показателей безопасности объектов исследования. Математическая обработка экспериментальных данных и их графическое

представление, выполнены с помощью пакетов программ в Microsoft Excel 2019 и XLSTAT. Компьютерное молекулярное моделирование и визуализация данных выполнены с использованием программ HyperChem, VMD и NAMD. Исследование и анализ нутритивного статуса целевой группы потребителей проведены с использованием компьютерной программы НутриМон. Моделирование рецептур, оптимизация нутриентной сбалансированности, расчет показателей пищевой и биологической ценности колбасных изделий осуществлены с использованием программного комплекса Etalon.

Положения, выносимые на защиту:

- результаты многоуровневого моделирования рецептур колбасных изделий с использованием продуктов глубокой переработки молочной сыворотки функционального назначения;
- результаты исследований влияния мелассы молочной с лактулозой «ЛактуВет-1» и микропартикулята сывороточных белков с инкапсулированным ДГК на функционально-технологические свойства модельных фаршевых систем и качественные характеристики готовой продукции при производстве колбасных изделий;
- рецептуры и технологии вареных колбасных изделий и печеночных паштетов, сбалансированных по нутриентному составу и включающих продукты глубокой переработки молочной сыворотки.

Степень достоверности результатов. Степень достоверности подтверждается 3-5 кратной повторностью экспериментов с применением стандартных и общепринятых методик, статистической обработкой полученных данных, использованием современных поверенных приборов и оборудования, имеющих установленный предел отклонений, проведением опытно-промышленных испытаний разработанных технологий.

Апробация результатов. Основные положения работы доложены на: научно-практических конференциях «Университетская наука – региону», г. Ставрополь, 2022, 2023, 2024 г.; XXII международной научно-практической конференции «Современные проблемы техники и технологии пищевых

производств», г. Барнаул, 2022 г.; XIII Евразийском экономическом форуме молодежи «Многополярный мир в фокусе новой действительности», г. Екатеринбург, 2023 г.; международной научно-практической конференции «Нарочанские чтения-15», г. Минск-Ставрополь, 2023 г.; конкурсе работ молодых ученых в области агротехнологий «Созвездие АгроТеха», г. Москва, 2023 г.; IX международной научно-практической конференции «Современные достижения биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты», г. Ставрополь, 2024 г.; международной научно-практической конференции «Научно-практическое развитие АПК и производства продуктов здорового питания», г. Омск, 2025 г.

По результатам научно-исследовательской работы выигран и реализован грант от Фонда содействия инновациям в рамках программы «Студенческий стартап» (№ 1772ГССС15-L/88541, 2023 г.), получена серебряная «Звезда Евразии» и диплом победителя в международном конкурсе научно-исследовательских работ «Продовольственная безопасность» (г. Екатеринбург, 2023 г.), а также диплом I степени в конкурсе научно-исследовательских работ молодых ученых памяти академика РАН А.Г. Храмцова (г. Ставрополь, 2024 г.).

Часть исследований выполнена в рамках реализации комплексного проекта по теме: «Создание первого в России высокотехнологичного производства пребиотика лактулозы и функциональных молочных ингредиентов для импортозамещения в медицине, ветеринарии, детском питании, производстве лечебно-профилактических продуктов для людей и животных» (Соглашение № 075-11-2022-021 от 07.04.2022 г.) при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Постановления Правительства РФ от 9 апреля 2010 г. № 218 на базе ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет».

Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации. Диссертационная работа выполнена автором самостоятельно, отражает результаты научных исследований, полученных лично автором и при

непосредственном участии автора в качестве исполнителя программ выигранных конкурсов и реализованных проектов.

Публикации. Основное содержание работы отражено в 15 публикациях, из них 3 в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, 1 в журнале, входящем в базу цитирования Scopus, получено 2 патента РФ на изобретения и 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

Структура и объём работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, состоящего из 241 источника отечественных и зарубежных авторов, 9 приложений. Работа изложена на 137 страницах основного машинописного текста.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи работы, представлена научная новизна, теоретическая и практическая значимость результатов исследования, определены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе представлены результаты анализа существующих и перспективных направлений применения продуктов глубокой переработки молочной сыворотки в мясной промышленности. Проанализировано современное состояние производства и потребления мясопродуктов для здорового питания. Обобщен опыт отечественных и зарубежных ученых и рассмотрены актуальные технологические решения при производстве колбасных изделий функциональной направленности.

Во второй главе описана организация работы, объекты и методы исследований, приведена схема организации и проведения исследований (рисунок 1). В качестве объектов исследования выступали: нутритивный статус целевой группы потребителей, межмолекулярные взаимодействия и молекулярные комплексы сывороточных белков с ДГК, фаршевые системы, готовые вареные колбасные изделия и печеночные паштеты, сбалансированные по нутриентному составу и с продуктами глубокой

переработки молочной сыворотки, обладающие пребиотическим и антиоксидантным действием.



Рисунок 1 – Схема организации и проведения исследования

В третьей главе представлены результаты моделирования и обоснования рецептур колбасных изделий, сбалансированных по нутриентному составу и включающих продукты глубокой переработки молочной сыворотки.

На первом этапе проведено исследование нутритивного статуса целевой группы потребителей. Возрастной интервал, используемый в исследовании, установлен в соответствии с категорией обучающихся по программам высшего образования СКФУ, а также с учетом возрастной периодизации взрослого населения Российской Федерации по МР 2.3.1.0253-21.

Нутритивный статус исследовали и анализировали на основе заполнения опросных листов по антропометрическим данным, физической нагрузке и рациону питания в цифровом виде. В исследовании приняли участие 265 студентов. Установлено, что среди макронутриентов в рационе питания исследуемой группы молодых людей жиры имеют наибольшее отклонение от норм физиологической потребности, причем в значительной степени это связано с избыточным потреблением жирной пищи. Доля мужчин с избыточным среднесуточным потреблением жиров составляет 62 %, женщин – 42 %. Выявлен дисбаланс в поступлении с пищей различных видов жирных кислот. Прежде всего, это избыточное потребление насыщенных жирных кислот (НЖК), что характерно для 54 % молодых людей мужского пола и 68 % студентов женского пола. А также дефицит полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), который наблюдается у 69 % мужчин и 90 % женщин.

Результаты исследований показали, что подавляющее большинство исследуемых молодых людей имеют недостаток в питании витаминов, а также основных видов минеральных веществ (рисунок 2).

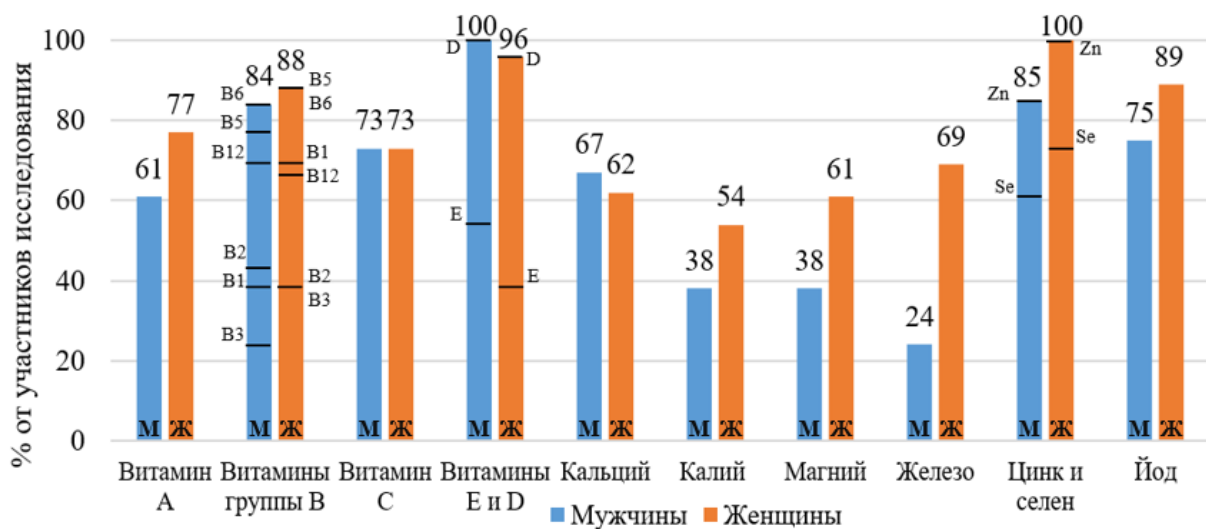


Рисунок 2 – Недостаток витаминов и минеральных веществ в рационе питания исследуемой группы молодых людей

Анализ полученных данных также позволил сделать вывод, что в рационе питания целевой группы потребителей наблюдается недостаток пищевых волокон (у 52 % мужчин и 64 % женщин).

Результаты проведенного анализа нутритивного статуса целевой группы потребителей позволили определить направления для обеспечения нутриентной сбалансированности разрабатываемых рецептур колбасных изделий, включая целенаправленное комбинирование сырья животного и растительного происхождения и использование мелассы молочной сухой с лактулозой «ЛактуВет-1» и микропартикулята сывороточных белков (МПК) с инкапсулированным ДГК.

На втором этапе проведено компьютерное молекулярное моделирование, результаты которого послужили основой для реализации технологии получения МПК с инкапсулированным ДГК на АО «Молочный комбинат Ставропольский». Определены участки связывания и основные аминокислотные остатки, участвующие во взаимодействии молекул сывороточных белков β -лактоглобулина (β -Lg) и α -лактальбумина (α -La) с ДГК. Для молекулы β -Lg это центральный бочонок и аминокислотные остатки *Val41*, *Val43*, *Ile56*, *Ile71*, *Ile84*, *Phe105*, *Met107*, *Leu39* (рисунок 3). Для молекулы α -La это гидрофобная область на ее поверхности в структуре β -домена (гидрофобный кластер 2) и аминокислотные остатки *Phe31*, *His32*, *Leu110*, *Trp118* и *Lys114* (рисунок 4).

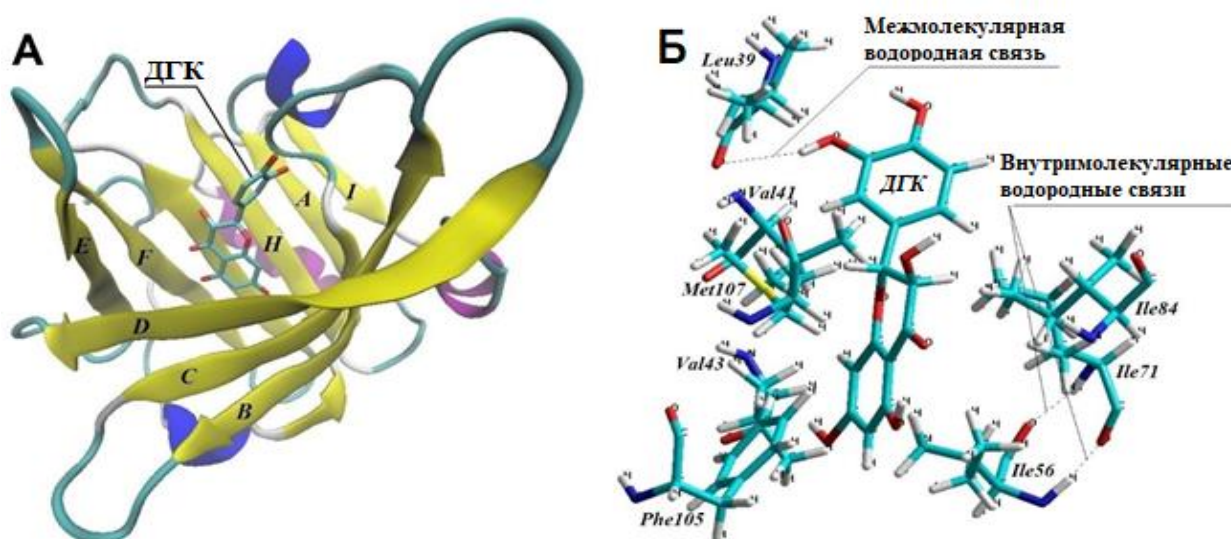


Рисунок 3 – Модель молекулярной системы β -Lg – ДГК (А). Модель взаимного расположения аминокислотных остатков гидрофобного бочонка молекулы β -Lg и молекулы ДГК при их взаимодействии (Б)

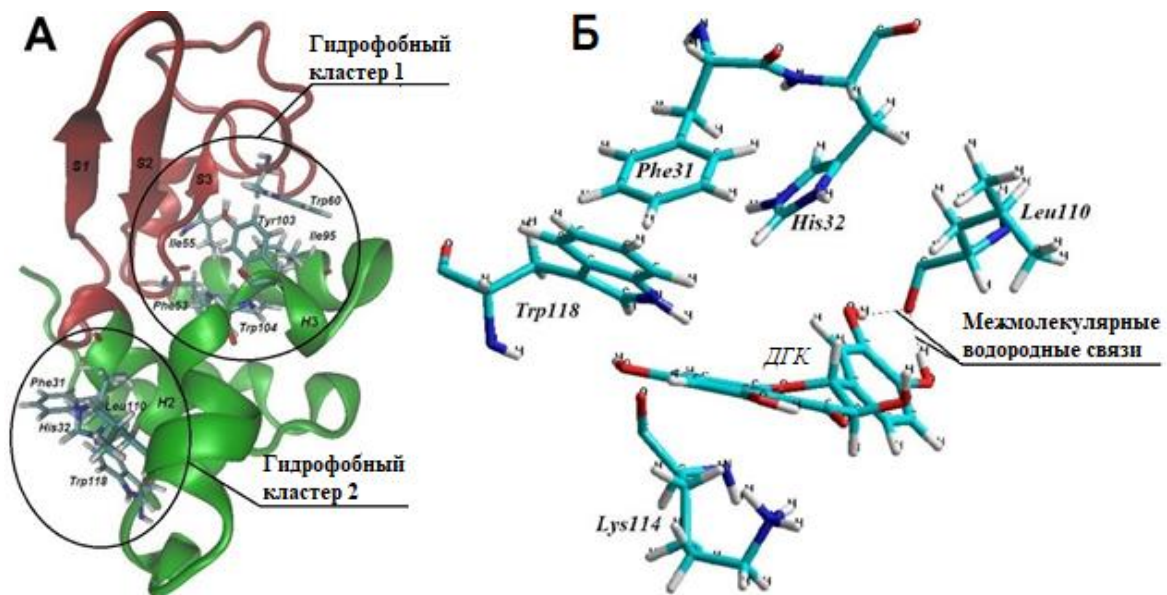


Рисунок 4 – Модель третичной структуры молекулы α -La (А). Модель взаимного расположения аминокислотных остатков гидрофобного кластера 2 молекулы α -La и молекулы ДПК при их взаимодействии (Б)

Установлен механизм взаимодействий и спрогнозировано образование устойчивых межмолекулярных комплексов β -Lg и α -La с ДПК, существенная роль в формировании которых принадлежит гидрофобным и водородным связям. Показано, что каждая молекула β -Lg и α -La способна связать, по крайней мере, по одной молекуле полифенола в процессе микропартикуляции сывороточных белков. Рекомендовано эквимольное (1:1) соотношение ДПК с сывороточными белками для инкапсулирования полифенола в процессе их микропартикуляции.

На третьем этапе на основании результатов аналитических исследований нутритивного статуса целевой группы потребителей с использованием программного комплекса «Etalon», произведен подбор и установлены наиболее рациональные соотношения сырья животного и растительного происхождения, а также продуктов глубокой переработки молочной сыворотки. Осуществлено моделирование рецептур вареных колбасных изделий (таблица 1), сбалансированных по нутриентному составу (рецептура 1) и включающих продукты глубокой переработки молочной сыворотки функционального назначения (рецептура 2).

Таблица 1 – Рецептуры вареных колбасных изделий

Наименование сырья	Норма расхода	
	Рецептура №1	Рецептура №2
Сырьё несоленое, кг на 100 кг		
Свинина жилованная полужирная	38,0	35,0
Говядина жилованная 1-го сорта	13,0	13,0
Филе белое мяса кур (цыплят-бройлеров)	14,0	13,0
Эмульсия свиной шкурки	19,0	19,0
Шпик боковой	6,0	–
МПК с ДГК (гидратированный)	–	6,0
Меласса молочная сухая с лактулозой «ЛактуВет-1»	–	4,0
Грибной порошок	4,0	4,0
Яйца куриные	3,0	3,0
Ламинария (порошок гидратированный)	3,0	3,0
Итого	100	100
Вспомогательное сырьё и материалы, кг на 100 кг несоленого сырья		
Смесь нитритной и проваренной соли	2,0	2,0
Перец черный или белый молотые	0,05	0,05
Перец душистый	0,05	0,05
Вода	35,0	35,0

Показано, что вареные колбасные изделия по предлагаемым рецептурам имеют высокий уровень сбалансированности и биологической ценности белка (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели аминокислотной, жирнокислотной сбалансированности и биологической ценности белка разработанных вареных колбасных изделий

Наименование показателей	Значение	
	Рецептура №1	Рецептура №2
Обобщенный критерий желательности по незаменимым аминокислотам, доля ед.	0,69	0,70
Минимальный аминокислотный скор, %	96,0	95,8
Коэффициент сопоставимой избыточности, г/100г белка	3,9	4,1
Коэффициент различия аминокислотного скор, %	7,9	8,5
Биологическая ценность белка, %	92,1	91,5
НЖК, г/100 г липидов	37,0	35,2
МНЖК, г/100 г липидов	45,9	44,8
ПНЖК, г/100 г липидов	10,4	10,3

Установлено, что в рецептурах вареных колбас возможна замена до 1/3 части эмульсии свиной шкурки на белково-жировую эмульсию, получаемую с

использованием ультразвуковой обработки говяжьего коллагенового белка «VT-Pro», воды и подсолнечного масла (соотношение 1:14:14). Это позволяет без снижения уровня сбалансированности по аминокислотному составу повысить массовую долю ПНЖК в общей сумме липидов в 1,6 и 1,9 раза (до 17,0 и 19,6 г/100 г липидов для рецептуры №1 и №2 соответственно).

Проведены исследования структурно-механических и физико-химических показателей сырых фаршевых систем модельных образцов вареных колбасных изделий, выработанных по предложенным рецептурам (таблица 3).

Таблица 3 – Физико-химические и структурно-механические показатели модельных фаршевых систем

Показатели	Образцы сырых фаршевых систем		m _{ср}
	Рецептура №1	Рецептура №2	
Величина pH	6,20	6,38	±0,05
ВСС, % к общей влаге	93,3	96,1	±1,2
Пластичность, см ²	6,44	6,93	±0,11
Глубина пенетрации, мм	10,86	11,03	±0,05
ПНС, Па	770,9	747,3	±7,2

Введение в рецептуру вареных колбас мелассы молочной с лактулозой «ЛактуВет-1» и микропартикулята сывороточных белков с инкапсулированным ДГК позволило повысить водосвязывающую способность (ВСС) мясного фарша (на 2,8 %) и сдвинуть показатель pH сырого фарша (на 0,18 ед.) от изоэлектрической точки мышечных белков в область более высоких значений. Модельные фаршевые системы вареных колбасных изделий с продуктами глубокой переработки молочной сыворотки имеют более нежную консистенцию, что отражается на снижении предельного напряжения сдвига (ПНС) и увеличении их пластичности (таблица 3).

Проведено моделирование рецептур печеночных паштетов (таблица 4), сбалансированных по нутриентному составу (рецептура 1) и включающих продукты глубокой переработки молочной сыворотки функционального назначения (рецептура 2).

Показано, что печеночные паштеты по предлагаемым рецептурам имеют

высокий уровень аминокислотной, жирнокислотной сбалансированности и биологической ценности белка (таблица 5). Жирнокислотный состав паштетов имеет профилактическую направленность благодаря включению растительных масел, обогащающих готовые продукты ПНЖК.

Таблица 4 – Рецептуры печеночных паштетов

Наименование сырья	Норма расхода	
	Рецептура №1	Рецептура №2
Сырьё несоленое, кг на 100 кг		
Печень жилованная бланшированная	25,0	25,0
Морковь пассерованная	17,0	13,0
Лук репчатый пассерованный	5,5	4,5
Шпик боковой	11,0	7,0
МПК с ДГК (гидратированный)	–	4,0
Меласса молочная сухая с лактулозой «ЛактуВет-1»	–	5,0
Кожа куриная	9,0	9,0
Грибной порошок	4,0	4,0
Рапсовое масло	4,0	4,0
Соевое масло	4,0	4,0
Крупа манная	2,5	2,5
Бульон костный	18,0	18,0
Итого	100	100
Вспомогательное сырьё и материалы, кг на 100 кг несоленого сырья		
Соль поваренная	1,1	1,1
Перец черный молотый	0,042	0,042

Таблица 5 – Показатели аминокислотной, жирнокислотной сбалансированности и биологической ценности белка разработанных печеночных паштетов

Наименование показателей	Значение	
	Рецептура №1	Рецептура №2
Обобщенный критерий желательности по незаменимым аминокислотам, доля ед.	0,67	0,66
Минимальный аминокислотный скор, %	99,6	101,9
Коэффициент сопоставимой избыточности, г/100г белка	4,5	4,1
Коэффициент различия аминокислотного скор, %	12,4	13,9
Биологическая ценность белка, %	87,7	86,1
НЖК, г/100 г липидов	29,0	25,2
МНЖК, г/100 г липидов	25,2	28,5
ПНЖК, г/100 г липидов	25,0	27,9

Установлено, что использование предлагаемых продуктов глубокой переработки молочной сыворотки позволяет повысить (на 5,8 %) ВСС фаршевых систем печеночных паштетов (таблица 6).

Таблица 6 – Водосвязывающая способность и пластичность фаршевых систем печеночных паштетов

Показатели	Образцы паштета		m _{ср}
	Рецептура №1	Рецептура №2	
ВСС фаршей, % к общей влаге	87,5	93,3	±1,4
Пластичность, см ²	6,53	5,67	±0,12

При замене в рецептуре паштетов части шпика бокового на МПК с инкапсулированным ДГК отмечается снижение пластичности фаршевой системы с улучшением связей между ее компонентами и формированием более однородной консистенции.

В четвертой главе представлены технологии вареных колбасных изделий (рисунок 5) и печеночных паштетов (рисунок 6) с использованием продуктов глубокой переработки молочной сыворотки, проведено комплексное исследование качества и безопасности готовых продуктов.

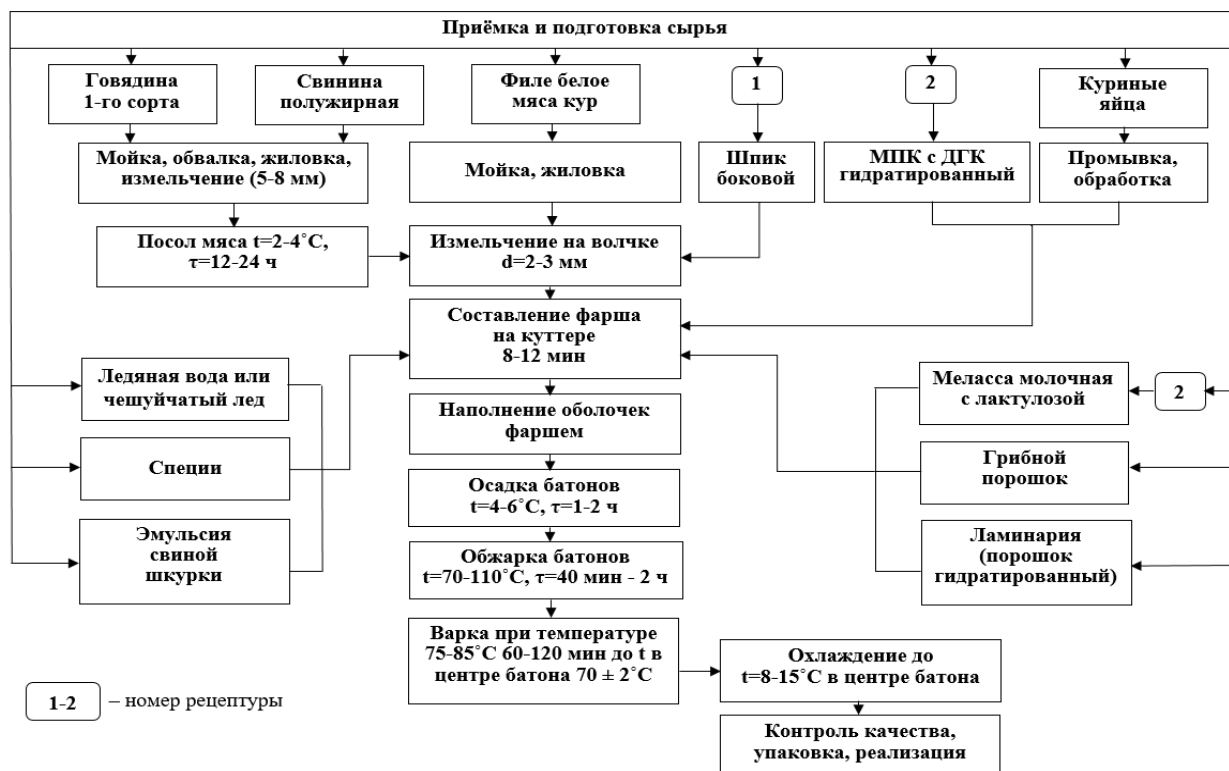


Рисунок 5 – Технологическая схема производства вареных колбасных изделий

В результате проведенных исследований установлено (таблица 7), что за счет применения продуктов глубокой переработки молочной сыворотки колбасные изделия имеют сниженную массовую долю жира (на 4,5 %), обогащены лактулозой (23 и 35% от минимального рекомендуемого суточного потребления) и ДГК (35 % от рекомендуемого суточного потребления).

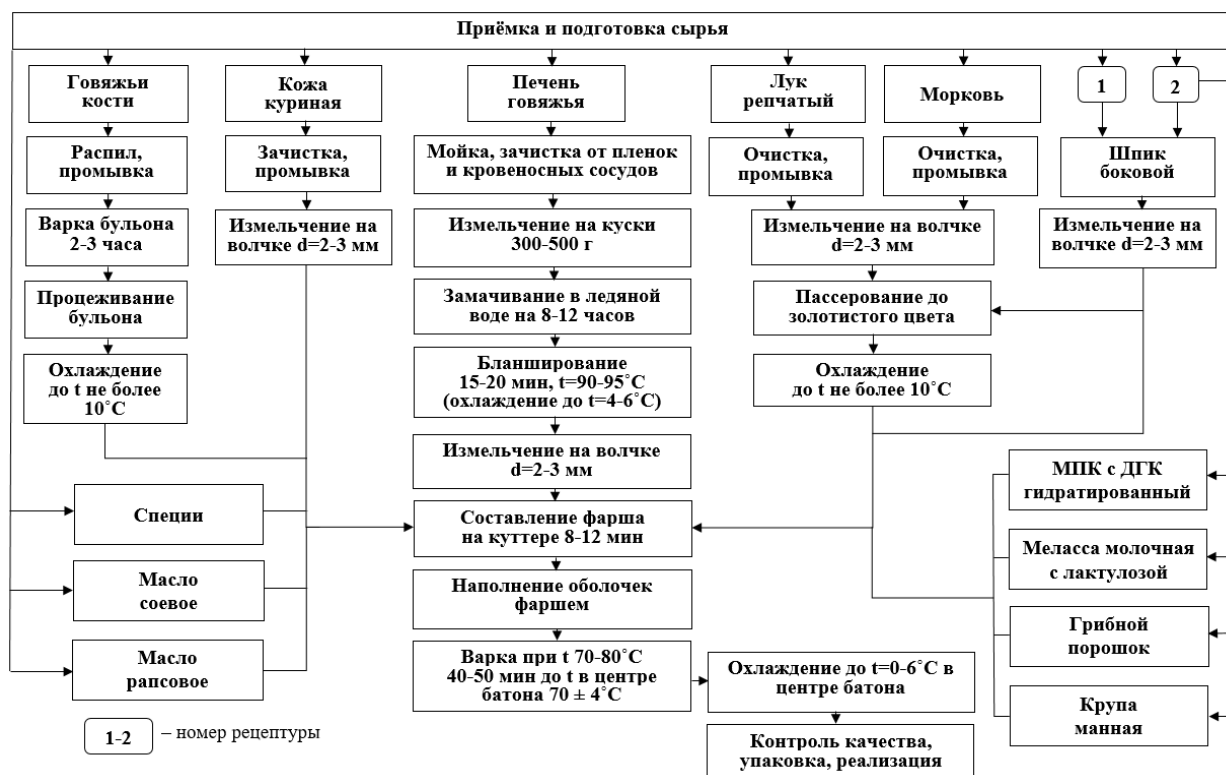


Рисунок 6 – Технологическая схема производства печеночных паштетов

Таблица 7 – Показатели химического состава, пищевой и энергетической ценности вареных колбасных изделий и печеночных паштетов

Наименование показателей	Значения				m _{ср}
	Вареные колбасные изделия		Печеночный паштет		
	Рецептура №1	Рецептура №2	Рецептура №1	Рецептура №2	
Массовая доля влаги, %	71,1	73,3	60,3	63,6	±0,9
Массовая доля белка, %	10,2	10,3	10,2	10,8	±0,4
Массовая доля жира, %	15,7	11,2	21,4	16,9	±0,9
Массовая доля углеводов, %	0,2	2,9	5,0	6,5	—
Массовая доля золы, %	3,12	3,59	2,20	2,79	±0,15
ДГК, мг/100 г (не менее)	—	8,75	—	8,75	—
Лактулоза, г/100 г (не менее)	—	0,46	—	0,70	—
Лактоза, г/100 г (не менее)	—	0,78	—	1,25	—
Энергетическая ценность, ккал/кДж	183/766	154/644	253/1059	221/925	—

При сопоставимом достаточно высоком уровне водоудерживающей способности (ВУС) (90,1-91,4 %) и выходе разработанных вареных колбасных изделий (117,5-121,9 %), включение в их рецептуру продуктов глубокой переработки молочной сыворотки обеспечивает наличие более выраженного мясного вкуса и аромата, равномерного цветового оттенка, а также более нежной и сочной консистенции, что подтверждается показателями удельного сопротивления резания, глубины проникновения индентора реовискозиметра и результатами органолептической оценки (таблица 8).

Таблица 8 – Функционально-технологические свойства и результаты органолептической оценки разработанных вареных колбасных изделий

Показатели	Образцы вареной колбасы		m _{ср}
	Рецептура №1	Рецептура №2	
	готовый продукт	готовый продукт	
Величина pH	6,32	6,53	±0,05
ВУС готового продукта, %	91,35	90,09	±2,16
Удельное сопротивление резания, Н/м	164,7	154,5	±1,5
Глубина проникновения индентора реовискометра, h·10 ³ м	4,50	5,83	±0,03
Выход, % (к массе несоленого сырья)	117,5	121,9	±2,5
Органолептическая оценка, балл	4,75	4,83	±0,1

Включение продуктов глубокой переработки молочной сыворотки в рецептуру печеночных паштетов обеспечивает более выраженный сбалансированный вкус, высокую сочность, привлекательный цветовой оттенок и повышение эластично-упругих свойств готовых изделий, что подтверждается увеличением показателя ПНС с 917,0 до 1501,2 Па, снижением глубины проникновения индентора реовискозиметра (в 1,28 раза) и показателя пластичности (в 1,12 раза), а также результатами органолептической оценки (таблица 9).

Разработанные вареные колбасные изделия содержат витамины В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, В₁₂, калий, магний, фосфор, железо, цинк и в соответствии с ТР ТС 022/2011 имеют высокое содержание йода, а также являются источником витамина А и селена. Печеночные паштеты содержат витамины В₁, В₆, С, D,

по ТР ТС 022/2011 имеют высокое содержание витаминов А, В₂ и В₁₂, являются источником железа, фосфора, витаминов Е, В₃ и В₅.

Таблица 9 – Функционально-технологические свойства и результаты органолептической оценки разработанных печеночных паштетов

Показатели	Образцы печеночных паштетов		m _{ср}
	Рецептура №1	Рецептура №2	
	готовый продукт	готовый продукт	
Величина pH	6,50	6,63	±0,05
Пластичность, см ²	4,10	3,65	±0,09
Глубина проникновения индентора реовискометра, h·10 ³ м	10,07	7,87	±0,04
ПНС, Па	917,0	1501,2	±14,9
Выход, % (к массе несоленого сырья)	120,9	121,8	±1,8
Органолептическая оценка, балл	4,77	4,90	±0,09

Безопасность разработанных колбасных изделий подтверждена результатами проведенных микробиологических исследований и разработкой процедур в соответствии с требованиями ХАССП. Значения микробиологических показателей находятся в пределах, установленных нормативной документацией. Патогенной и условно-патогенной микрофлоры не обнаружено. Установлено, что использование в составе вареных колбас продуктов глубокой переработки молочной сыворотки позволяет снизить в 1,5 раза количества остаточного нитрита в готовых изделиях.

Определена величина экономического эффекта от внедрения разработанных технологий колбасных изделий, которая составила от 37,33 до 55,08 тыс. руб. на тонну вареных колбас и от 62,27 до 65,24 тыс. руб. на тонну печеночных паштетов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенных исследований сделаны следующие выводы и рекомендации.

1. Проведен анализ актуальных источников информации и обоснована возможность применения в технологии колбасных изделий продуктов глубокой переработки молочной сыворотки функционального назначения –

мелассы молочной сухой с лактулозой и микропартикулята сывороточных белков с инкапсулированным ДГК.

2. На основе исследования и анализа нутритивного статуса целевой группы потребителей с использованием цифровой обработки данных выявлены отклонения от физиологических потребностей в эссенциальных пищевых веществах и определены направления для обеспечения нутриентной сбалансированности рецептур колбасных изделий.

3. В результате молекулярного моделирования установлен механизм взаимодействий и спрогнозировано образование устойчивых комплексов ДГК с молекулами β -Lg и α -La. Обосновано и рекомендовано эквимольное (1:1) соотношение ДГК с сывороточными белками для инкапсулирования полифенола в процессе их микропартикуляции.

4. Проведено моделирование и разработаны рецептуры колбасных изделий, сбалансированные по нутриентному составу. Показано, что в соответствии ТР ТС 022/2011: вареные колбасные изделия имеют высокое содержание йода, являются источником витамина А и селена; печеночные паштеты обладают высоким содержанием витаминов А, В₂ и В₁₂, являются источником железа, фосфора, витаминов Е, В₃ и В₅. Значения минимального аминокислотного сора составляют 95,8–101,9 %, биологическая ценность белка достигает 86,1–92,1 %.

5. Разработаны технологии вареных колбасных изделий и печеночных паштетов с использованием мелассы молочной сухой с лактулозой и микропартикулята сывороточных белков с инкапсулированным ДГК. За счет применения продуктов глубокой переработки молочной сыворотки изделия имеют сниженную массовую долю жира (на 4,5 %), обогащены кальцием, ДГК и пребиотиком лактулозой.

6. Проведено комплексное исследование качественных характеристик разработанных колбасных изделий, промышленная апробация и оценка безопасности технологий по требованиям ХАССП. Экономический эффект от

внедрения их в производство составляет от 37,33 до 55,08 тыс. руб. на тонну вареных колбас и от 62,27 до 65,24 тыс. руб. на тонну печеночных паштетов.

Перспективы дальнейшей разработки темы заключаются в создании широкого ассортиментного ряда колбасных изделий различной функциональной направленности с использованием продуктов глубокой переработки молочной сыворотки.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ: Статьи в научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России:

1. Борисенко, А. А. Разработка рецептуры функционального печеночного паштета с пребиотическим действием / А. А. Борисенко, Е. Г. Гресева, В. Г. Разинькова [и др.] // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2022. – №. 6 (77). – С. 32-37. – DOI: 10.33979/2219-8466-2022-77-6-32-37.

2. Борисенко, А. А. Актуальность и перспективы использования лактозо-лактолозного продукта в мясной промышленности / А. А. Борисенко, Я. М. Узаков, Е. Г. Гресева [и др.] // Все о мясе. – 2023. – №. 3. – С. 20-25. – DOI: 10.21323/2071-2499-2023-3-20-25.

3. Разинькова, В. Г. Использование ультразвуковой обработки для приготовления белково-жировых эмульсий на основе говяжьего коллагенового белка / В. Г. Разинькова, Е. Г. Гресева, А. А. Борисенко [и др.]. // Индустрия питания. – 2025. – Т. 10. – № 2. – С. 5-14. – DOI: 10.29141/2500-1922-2025-10-2-1.

Статьи в международных научных изданиях, индексируемых в Scopus:

4. Borisenko, A. Expanding the range of fortified meat products through the targeted combination of raw materials of animal and vegetable origin / A. Borisenko, Y. Uzakov, E. Greseva, V. Razinkova, A. Borisenko // Potravinarstvo. – 2024. – Vol. 18. – P. 683-696. – DOI: 10.5219/1976.

Статьи в журналах и сборниках материалов конференций:

5. Гресева, Е. Г. Актуальность использования отечественной лактозы в мясной промышленности / Е. Г. Гресева, Э. Э. Абадлаева, А. А. Борисенко [и др.] // Материалы IX (66-й) ежегодной научно-практической

конференции «Университетская наука – региону». Биоразнообразие, биоресурсы, вопросы биотехнологии и здоровье населения Северо-Кавказского региона. – Ставрополь : Изд-во СКФУ, 2022. – С. 67-72.

6. Абадлаева, Э. Э. Перспективы использования отечественной лактулозы в мясной промышленности / Э. Э. Абадлаева, **Е. Г. Гресева**, А. А. Борисенко [и др.] // Материалы IX (66-й) ежегодной научно-практической конференции «Университетская наука – региону». Биоразнообразие, биоресурсы, вопросы биотехнологии и здоровье населения Северо-Кавказского региона. – Ставрополь : Изд-во СКФУ, 2022. – С. 34-38.

7. Савченко, А. А. Нутриентнобалансированные мясорастительные продукты с молочной мелассой / А. А. Савченко, А. А. Борисенко, Л. А. Борисенко, В. Г. Разинькова, **Е. Г. Гресева** [и др.] // XXII международная научно-практическая конференция. Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: материалы. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ им. И.И. Ползунова, 2022. – С. 207-210.

8. Борисенко, А. А. Разработка рецептур продуктов питания с высокой пищевой и биологической ценностью / А. А. Борисенко, Э. Э. Абадлаева, **Е. Г. Гресева** [и др.] // Материалы X (67-й) ежегодной научно-практической конференции «Университетская наука – региону». Биоразнообразие, биоресурсы, вопросы биотехнологии и здоровье населения северо-кавказского региона. – Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2023. – С. 92-94.

9. **Гресева, Е. Г.** Качество, безопасность и профилактическая направленность нового печеночного паштета / **Е. Г. Гресева** // Материалы XIII Евразийского экономического форума молодежи. Многополярный мир в фокусе новой действительности. – Екатеринбург : Уральский государственный экономический университет, 2023. – С. 7-9.

10. Борисенко, А. А. Расширение ассортимента функциональных мясопродуктов для рынка здорового питания / А. А. Борисенко, **Е. Г. Гресева**, В. Г. Разинькова [и др.] // Материалы XI (68-й) ежегодной научно-практической конференции «Университетская наука – региону». Биоразнообразие, биоресурсы, вопросы биотехнологии и здоровье населения Северо-Кавказского региона. – Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2024. – С. 176-181.

11. Борисенко, А. А. Молекулярное моделирование в решении задач обеспечения эффективной инкапсуляции полифенолов в сывороточные белки / А. А. Борисенко, В. Г. Разинькова, **Е. Г. Гресева** [и др.] // Материалы IX Международной научно-практической конференции «Современные достижения биотехнологии. Фундаментальные и прикладные аспекты» и

конференции «Инновационные биотехнологии природных и синтетических биологически активных веществ. Нарочанские чтения-16». – Ставрополь: Издательство СКФУ, 2024. – С. 61-65.

12. **Гресева, Е. Г.** Разработка мясных изделий для здорового питания с использованием продуктов глубокой переработки молочной сыворотки / **Е. Г. Гресева**, В. Г. Разинькова, А. А. Борисенко [и др.] // Материалы Международной научно-практической конференции «Научно-практическое развитие АПК и производства продуктов здорового питания». – Омск: Изд-во Омский ГАУ, 2025. – С. 213-217.

Патенты и свидетельства:

13. Патент РФ № 2787030 Паштет печеночный функциональный обогащенный: МПК A23L 13/20, A23L 13/40, A23L 13/60 / А. А. Борисенко, Е. Д. Трунова, **Е. Г. Гресева** [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»; опубл. 28.12.2022, Бюл. № 1. – 10 с.

14. Патент РФ № 2797405 Колбаса вареная функциональная обогащенная: МПК A23L 13/20, A23L 13/40, A23L 33/10 / А. А. Борисенко, Е. Д. Трунова, **Е. Г. Гресева** [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»; опубл. 05.06.2023, Бюл. № 16. – 9 с.

15. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025610581 Российская Федерация. Программа для получения высокостабильных пищевых эмульсий с использованием ультразвуковой обработки : заявлено 19.12.2024 : опубликовано 13.01.2025 / В. Г. Разинькова, А. А. Борисенко, **Е. Г. Гресева** [и др.]; правообладатель ООО «Нанозлектробиотехнологии» (RU), Бюл. № 1. – Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ.