

На правах рукописи



ХАРИТОНОВА ПОЛИНА СЕРГЕЕВНА

**РАЗРАБОТКА ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МЯСНЫХ
ПАШТЕТОВ ДЛЯ ГЕРОДИЕТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ**

Специальность: 4.3.3. Пищевые системы

Автореферат

**диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук**

Кемерово 2025

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (ФГБОУ ВО «РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева»)

Научный руководитель доктор технических наук, профессор
Дунченко Нина Ивановна

Официальные оппоненты: **Дыдыкин Андрей Сергеевич**
доктор технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, отдел функционального и специализированного питания, руководитель

Литвинова Елена Викторовна
доктор технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», кафедра «Технологии и биотехнологии мяса и мясных продуктов», заведующий кафедрой

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», город Калининград

Защита диссертации состоится «22» декабря 2025 г. в 14:00 часов на заседании диссертационного совета 24.2.315.05 при ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет» по адресу: г. Кемерово, б-р Строителей, 47, 2 лекц. ауд.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке и на официальном сайте ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет» (<https://kemsu.ru/science/dissertation-councils/diss-24-2-315-05/protects/112764/>), на официальном сайте ВАК Минобрнауки РФ (<https://vak.gisnauka.ru>).

Отзывы на автореферат, заверенные печатью организации, отправлять по адресу: 650000, г. Кемерово, ул. Красная, 6, Диссертационный совет 24.2.315.05, e-mail: ds24.2.315.05@mail.ru.

Автореферат разослан «_____» _____ 2025 года

Учёный секретарь
диссертационного совета



Милентьева Ирина Сергеевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Одной из приоритетных задач развития страны является повышение ожидаемой продолжительности жизни граждан (включая лиц старше трудоспособного возраста), снижение смертности, сохранение и укрепление здоровья, а также улучшение социального статуса, психологического самочувствия и материального благополучия населения. Лица пожилого возраста представляют собой наиболее быстрорастущую демографическую группу как в Российской Федерации, так и в мире.

По состоянию на 1 января 2023 года в Российской Федерации проживало 24 110 070 человек старше 65 лет, по состоянию на 1 января 2024 года количество человек старше трудоспособного возраста насчитывало 24 994 252 человек. По расчётам Росстата число людей пожилого и старческого возраста в России будет составлять к 2045 году около 36 774 800 человек.

Важное значение имеют инволютивные изменения — естественный процесс постепенной атрофии клеток, тканей и органов, происходящий в организме человека с возрастом. Ключевым гериатрическим синдромом, характеризующимся возраст-ассоциированным снижением физиологического резерва и функций многих систем организма, является старческая астения. Синдром старческой астении значительно повышает риск развития дисфагии — нарушения глотания. В ряде случаев это расстройство затрудняет проглатывание пищи любой консистенции — жидкой, полутвёрдой или твёрдой. По всему миру данная патология затрагивает около 580 миллионов человек. С возрастом ее распространенность возрастает: среди людей старше 65 лет она составляет 15%, а после 80 лет — более 30%.

Большой вклад в теорию и практику создания сбалансированных продуктов питания для различных возрастных групп внесли ученые: А.С. Дыдыкин, А.А. Запорожский, Н.Н. Липатов (мл), Г.И. Касьянов, Н.Н. Липатов, О.Н. Ткачева, В.А. Тутельян, С.Б. Юдина, Е.А. Юшина, О.С. Якубова, J. M. Aguilera, S. Kim, N. Joо, A. Pant, P. Suttireung, Y. Qin, K. Yoshioka и др.

Разработка пищевых продуктов для питания людей пожилого и старческого возраста является **актуальным** и необходимым направлением развития рынка профилактических продуктов питания при возрастных неинфекционных заболеваниях.

Диссертационная работа выполнялась в рамках гранта при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках соглашения № 075–15-2022-307 от 20.04.2022 о предоставлении гранта в форме субсидий из федерального бюджета на осуществление государственной поддержки создания и развития научного центра мирового уровня «Агротехнологии будущего».

Цель диссертационной работы. Целью исследований является теоретическое обоснование и разработка пищевых систем для производства мясных паштетов для геродиетического питания. Для достижения поставленной цели предусмотрено решение следующих **задач**:

1. научно обосновать концепцию проектируемого продукта с учетом положений международной классификации и стандартизации диет по дисфагии, анализа рынка продуктов для геродиетического питания и рекомендаций диетологов;
2. исследовать химический состав и функционально-технологические свойства основных сырьевых компонентов и научно обосновать возможность их использования для проектирования пищевых систем с заданными характеристиками;
3. исследовать реологические особенности и показатели дисперсности пищевых систем для производства мясных паштетов с заданными показателями качества и оптимизировать соотношение рецептурных компонентов с использованием методов математического моделирования;
4. провести комплексные исследования показателей качества и безопасности, установить срок годности и разработать нормативную документацию на продукт;
5. провести внедрение в промышленных условиях и оценить экономическую эффективность разработки.

Научная новизна. Научно обоснованы нутриентный и ингредиентный составы для продуктов геродиетического питания лиц, страдающих синдромом дисфагии. Предложены показатели и критерии, использование которых позволяет контролировать и управлять процессом получения пищевых систем, соответствующих требованиям к продуктам питания пожилых людей с синдромом дисфагии. Выявлены характеристики и критерии, адекватно описывающие ощущения, формируемые осязательными рецепторами в ротовой полости во время проглатывания; изменения, появляющиеся во время проглатывания; легкость проглатывания мясных паштетов и описание любого остаточного ощущения во рту людьми пожилого и старческого возраста.

Теоретическая и практическая значимость работы. С использованием положений международной классификации и стандартизации диет по дисфагии разработана научная концепция проектируемого продукта, заключающаяся в системном подходе к формированию показателей качества пищевых систем при производстве мясных паштетов для питания пожилых и людей старческого возраста с основными показателями консистенции (липкость и когезия), удовлетворяющими физиологические особенности человека с признаками синдрома дисфагии.

Установлены оптимальные м. д. внесения капусты брокколи (10,07 г/100 г), цветной (9,71 г/100 г) и брюссельской (9,50 г/100 г) для пожилых людей без нарушений акта глотания и для пожилых людей с синдромом дисфагия (м.д. брокколи – 10,86 г/100 г, м.д. цветной капусты – 10,54 г/100 г, м.д. брюссельской капусты – 10,37 г/100 г). Рецептурный состав паштета был получен с использованием математического моделирования и интегральной оценки сбалансированности пищевых продуктов для людей пожилого возраста.

Обосновано оптимальное время куттерования для получения заданных размеров частиц 1,4 мм при измельчении в течение 5-6 мин, с числом оборотов

ножевого вала 3600 об/мин, с числом оборотов чаши – 20 об/мин, при этом индекс полидисперсности составил 0,147.

Установлены показатели качества и безопасности мясных паштетов и срок годности, который составил 7 суток при температуре хранения 4 ± 2 °С.

Разработана и утверждена нормативная документация ТУ 10.13.14-384-00492931-2024 «Паштет из мяса индейки вареный. Охлажденный» и ТИ ТУ 10.13.14-384-00492931-2024 «Паштет из мяса индейки вареный. Охлажденный».

Промышленная апробация результатов исследований проведена на ООО МПЗ «Богородский», получены акт о внедрении и протокол дегустации от 30.04.2025.

Расчетная прибыль от реализации апробированных рецептур мясного паштета для пожилых людей с синдромом дисфагия составила 3 046 742 руб. при объеме производства 3,6 т в год.

Новизна технологического решения отражена в двух патентах на изобретение: Патент РФ на изобретение № 2770791 С1 «Мясной паштет запеченный» (дата гос. регистрации 02.07.2021), Патент РФ на изобретение № 2756311 С1 Мясной паштет (дата гос. регистрации 20.02.2021).

Методология и методы исследования. При проведении исследований использованы методы обобщения, сравнительного анализа, современные методики сбора и статистической обработки исходной информации и экспертных исследований; экспериментальные данные исследований выполнены с применением стандартных методик, оборудования и приборов, с последующей статистической обработкой результатов.

Положения, выносимые на защиту:

- научно обоснованная концепция проектируемых пищевых систем, заключающаяся в научном обосновании нутриентного и ингредиентного состава продуктов с заданными характеристиками текстуры для геродиетического питания с учётом положений Международной инициативы по стандартизации диеты при дисфагии и рекомендаций диетологов;

- результаты подбора основных сырьевых компонентов при проектировании состава пищевых систем для производства паштетов для геродиетического питания;

- технологические режимы обработки пищевых систем, обеспечивающих оптимальные характеристики текстуры проектируемого продукта;

- рецептуры мясных паштетов, разработанные с использованием методов математического моделирования и интегральной оценки сбалансированности пищевых продуктов для людей пожилого возраста, и технология производства.

Соответствие темы диссертации паспорту научной специальности

Диссертационная работа соответствует п. 5, 11, 16 паспорта специальности 4.3.3 – Пищевые системы (технические науки).

Степень достоверности и апробации результатов.

Достоверность результатов диссертационного исследования подтверждается 3-5 кратной повторностью измерений при выполнении экспериментальных исследований, применением современного лабораторного

оборудования, стандартных и общепринятых методов исследования и статистической обработки полученных данных.

Подтверждена воспроизводимость результатов обработкой методами статистического анализа с использованием программных пакетов STATISTICA и Microsoft Office Excel 2016.

Результаты диссертационной работы обсуждены и одобрены на конференциях международного и национального уровней: Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 160-летию Тимирязевской академии, г. Москва, 2-4 июня 2025 г; Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения А.Я. Миловича, Москва, 03-05 июня 2024 года; VIII International conference on advanced agritechologies, environmental engineering and sustainable development (AGRITECH-VIII 2023), Krasnoyarsk, 29-31 марта 2023 года, а также опубликованы в Материалах X Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Пищевые инновации и биотехнологии», Кемерово, 17 мая 2022 года; Материалах Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 135-летию со дня рождения А.Н. Костякова, Москва, 06-08 июня 2022 года; Материалах Международной научной конференции «Агробiotехнология-2021», Москва, 24-25 ноября 2021 года.

Разработки автора были представлены на следующих конкурсах (форумах, выставках) и удостоены наград: Диплом I степени на Всероссийском конкурсе на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых высших учебных заведений аграрных образовательных организаций России, Курск, Саратов, 2024 г.; I Всероссийском научно-практическом конгрессе с международным участием «Биотехнология и устойчивое развитие», 24-26 октября 2023; Золотая медаль и Диплом I степени на XVI Международном Биотехнологическом Форуме «РосБиoТех», проходившем в городе Москва 19-21 апреля 2023 года; VIII Всероссийском молодежном научном форуме «Наука будущего – наука молодых», Орел, май 2023; Конкурсе «Московский молодежный старт – 2021» по программе «УМНИК» Фонда содействия инновациям, Москва, 7-9 декабря, 2021.

Публикации. По основным материалам исследований опубликовано 11 печатных работ, из которых 3 в центральных изданиях, рекомендованных ВАК РФ; 1 – в международном издании, входящем в наукометрическую базу данных Scopus; 5 – в сборниках международных и национальных научно-практических конференций и прочих изданиях; 2 – патенты РФ.

Структура научной работы

Диссертационная работа изложена на 163 страницах машинного текста и включает введение, 5 глав, заключение, список литературы и приложения. Диссертация содержит 41 таблицу, 53 рисунка и 8 приложений. Список литературы включает 170 источников, из которых 92 – иностранных.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе проведен анализ научной литературы, нормативной и патентной документации, рассмотрены программные документы Правительства РФ в области обеспечения населения страны безопасными, качественными и здоровыми продуктами питания. Изучены медико-биологические аспекты питания и механизмы проявления синдрома дисфагии у людей пожилого и старческого возраста, отечественные и зарубежные технологии и рецептуры продуктов для питания пожилых и людей старческого возраста. Проведен анализ рынка функциональных продуктов питания и установлен факт отсутствия продуктов питания для людей пожилого возраста с затрудненным актом глотания.

Во второй главе изложено организационное и методическое обеспечение проведения исследований. Схема организации исследования представлена на рисунке 1. Объектами исследования диссертационной работы являются пищевые системы для проектирования рецептур мясных паштетов геродиетической направленности, виды мясного сырья, овощные культуры рода Brassica, зерновые культуры, растительные масла.

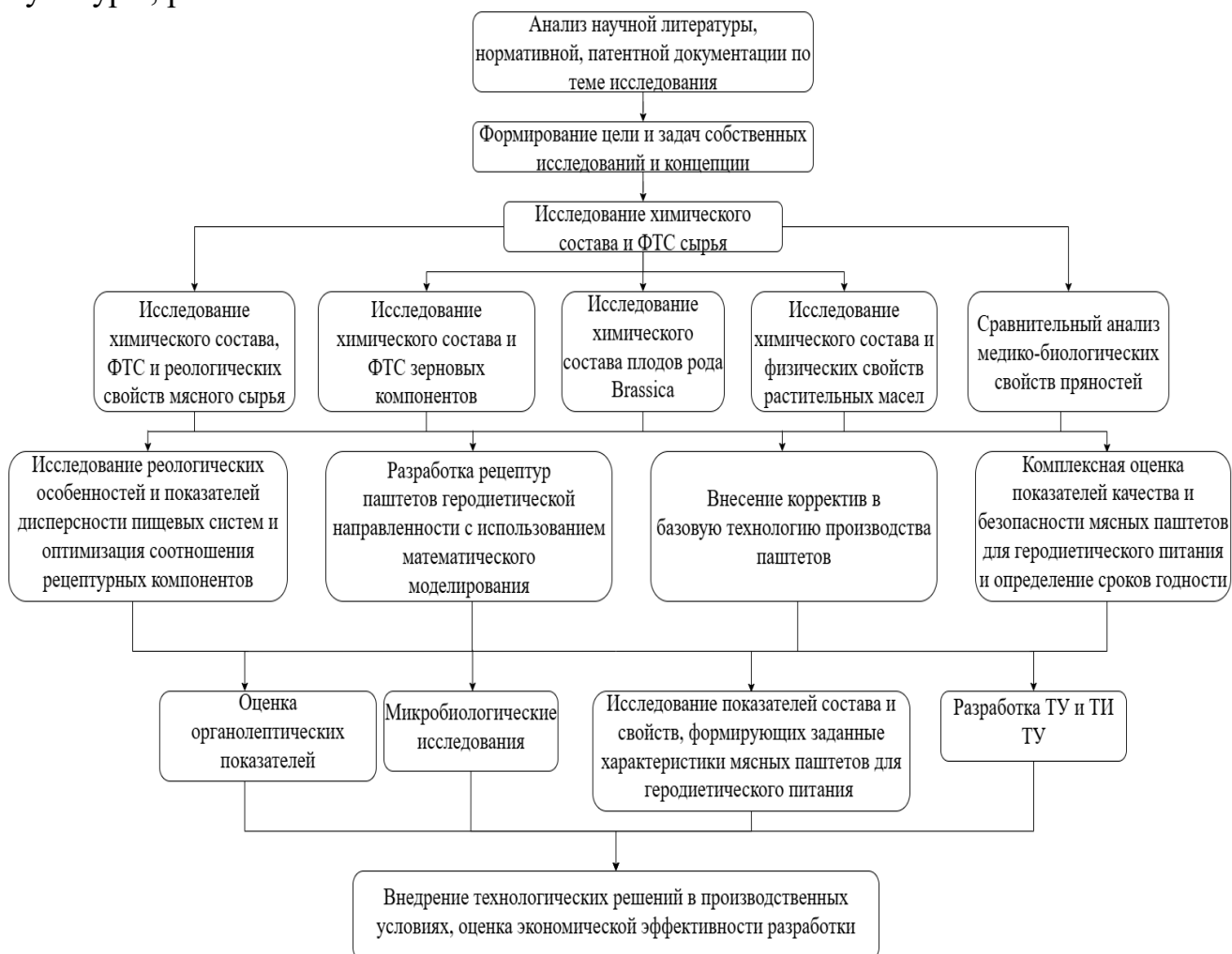


Рисунок 1 – Организационная схема исследования

В работе использовались стандартные методы определения состава, физико-химических и ФТС, органолептических показателей и авторская методика Б.П. Плешкова «Выделение белков из растений и определение их фракционного состава», методика ТРА «Анализ профиля текстуры». Результаты, полученные в 3-5 кратной повторности, обрабатывали методами математической статистики с

использованием цифровых технологий (программный пакет STATISTICA, программный пакет Microsoft Excel 2016 г. Исследование проводилось с использованием автоматического анализатора азота (протеина/ белка) по методу Кьельдаля Nanon K1100F с дигестором типа НУР; анализатора (экстрактора) жира ANKOM XT10; УВЭЖХ-система на платформе Nexera X2; автоматического анализатора аминокислот S433; жидкостного хроматографа Shimadzu Prominence-i LC2030C Plus; двухлучевого атомноабсорбционного спектрофотометра АА-7000; инфракрасного анализатора SpectraStar 2600XT, реологические характеристики образцов выполняли с использованием вибрационных вискозиметров Vibro Viscometer SV-10 и информационно-измерительной системы – текстуроанализатора «Структурометр СТ-2».

В третьей главе представлена концепция проектируемых пищевых систем, заключающаяся в научном обосновании нутриентного и ингредиентного состава продуктов с заданными характеристиками текстуры для геродиетического питания с учётом положений Международной инициативы по стандартизации диеты при дисфагии и рекомендаций диетологов.

Представлены результаты подбора объектов исследования, обуславливающих наиболее значимые свойства и характеристики проектируемых пищевых систем для людей с синдромом дисфагии: химический состав и ФТС различных видов мясного сырья и растительных ингредиентов, показатели аминокислотного сгора и сравнительный анализ коэффициентов сбалансированности, разбалансированности и минимальные скоры аминокислотного состава исследуемого мясного сырья (таблицы 1-8 и рисунок 2).

Таблица 1 – Химический состав различных видов мясного сырья

Вид мясного сырья	Массовая доля белка, %	Массовая доля жира, %	Зола, %
Кролик	21,80±1,55	10,98±0,25	1,03±0,52
Индейка	22,02±0,76	10,83±0,38	0,98±0,14
Цыпленок-бройлер	19,23±1,00	15,97±0,38	0,92±0,09

Установлено, что мясо индейки отличается достаточно невысоким содержанием жира (10,83±0,38 %) и высоким содержанием белка (22,02±0,76 %).

Таблица 2 – Показатели аминокислотного сгора исследуемого мясного сырья

Наименование НАК	Мясо кролика	Мясо индейки	Мясо цыплят-бройлеров
Валин, %	102,52±0,25	135,51±0,27	139,34±1,18
Изолейцин, %	97,23±0,93	98,23±0,39	70,41±0,28
Лейцин, %	73,81±0,19	88,11±0,44	80,79±1,06
Лизин, %	104,82±0,40	136,85±0,11	121,39±0,26
Метионин+цистин, %	104,53±0,32	93,49±0,98	81,46±0,47
Треонин, %	102,74±0,29	99,30±1,53	63,39±0,22
Триптофан, %	100,53±1,65	109,58±0,63	91,73±0,52
Фенилаланин+тирозин, %	103,84±0,16	117,96±0,09	111,13±0,19

Полученные данные качественной оценки аминокислотного состава мяса индейки свидетельствуют о высоких относительно остальных видов исследуемого мясного сырья значениях коэффициента утилитарности аминокислотного состава – 0,8 доли ед. Минимальный СКОР в мясе индейки равен 88,11±0,44.

Таблица 3 – Сравнительный анализ коэффициентов сбалансированности, разбалансированности и минимальные скоры аминокислотного состава исследуемого мясного сырья

Коэффициенты, доли ед.	Мясо кролика	Мясо индейки	Мясо цыплят-бройлеров
U	0,76	0,80	0,46
КРАС	0,24	0,20	0,35
СКОР min, %	73,81±0,19	88,11±0,44	63,39±0,22

Таким образом, исследуемые показатели (Cmin, U, КРАС) характеризующие аминокислотную сбалансированность мясного белка, подтверждают высокую биологическую ценность мяса индейки.

Таблица 4 – Физико-химические и функционально-технологические свойства исследуемого мясного сырья.

Показатели Вид мясного сырья	Потери при варке, %	ВСС, %	ВУС, %	pH	ЖУС, %
Мясо индейки	31,12±1,83	66,79±0,68	90,47±1,36	5,99±0,08	62,42±2,39
Мясо кролика	35,32±2,68	65,31±2,21	88,3±1,87	5,91±0,07	63,25±1,29
Мясо цыплят-бройлеров	29,36±1,11	64,45±0,88	88,52±2,37	5,96±0,15	61,21±1,12

Показатели pH, потери массы при варке, ВСС, ВУС и ЖУС являются основными маркерами качества мясного сырья, указывающими на способность мяса удерживать воду и жир. Установлено, что мясо индейки обладает высокими показателями ВСС и ВУС. Оценка выбора мясного сырья в качестве основного ингредиента показала, что оптимальным с позиции полноценного химического состава и оптимальных физико-химических и ФТС является мясо индейки.

Таблица 5 – Сравнительный анализ химического состава муки различных зерновых культур и рекомендуемых норм потребления

Показатель	Массовая доля макро- микронутриентов в муке различных видов зерновых культур					Рекомендуемые нормы потребления, сутки
	рисовая	кукурузная	толокно овсяное	полбяная	гречневая	
массовая доля белков, г/100 г, в т. ч. фракции, % от массы белков	7,51±0,08	10,33±0,05	12,51±0,05	14,75±0,03	13,67±0,01	1,2-1,0 г/кг веса
Альбумины	11,22±0,04	5,68±0,08	8,74±0,04	26,96±0,01	22,09±0,01	-
Глобулины	9,70±0,11	11,71±0,4	31,56±0,18	20,02±0,01	32,45±0,01	-
Глютелины	68,77±0,02	31,76±0,22	22,41±0,06	29,21±0,01	27,33±0,01	-
Проламины	10,4±0,02	50,79±0,06	37,11±0,08	23,8±0,01	18,11±0,01	-
липиды, г/100 г	2,63±0,15	4,81±0,09	5,87±0,30	4,12±0,05	3,30±0,07	77,0-66,0
в т. ч. сумма жирных кислот	2,31±0,06	4,01±0,01	5,16±0,05	3,18±0,06	2,89±0,05	МНЖ К, % от ккал 10,0
						ПНЖ К, % от ккал 10,0-6,0

Продолжение таблицы 5

зола, г/100 г	0,54±0,13	0,81±0,07	1,64±0,09	1,82±0,05	1,51±0,05	-
клетчатка, г/100 г	2,39±0,09	4,42±0,17	4,81±0,15	5,41±0,04	2,81±0,05	20,0
калий, мг/100 г	75,87±1,03	80,65±0,52	350,70±1,74	401,06±0,30	230,51±0,08	2500,0
магний, мг/100 г	19,23±0,61	16,61±0,26	111,07±0,52	136,3 ±0,66	151,09±0,44	400,0
кальций, мг/100 г	5,48±0,81	11,35±0,33	58,07±0,50	27,03±0,40	41,00±0,05	1200,0
фосфор, мг/100 г	53,68±1,18	59,92±0,31	325,18±0,52	388,2 ±0,50	337,16±0,73	800,0
железо, мг/100 г	0,90±0,54	1,45±0,03	3,03±0,08	4,40±0,10	4,53±0,01	10,0-18,0
B1, мг/100 г	0,25±0,06	0,35±0,04	0,14±0,01	0,33±0,02	0,40±0,04	1,5
B2, мг/100 г	0,09±0,08	0,13±0,04	0,02±0,04	0,14±0,03	0,20±0,03	1,8
B6, мг/100 г	0,21±0,14	0,18±0,05	0,44±0,03	0,19±0,03	0,59±0,13	2,0

где ■ – показатели, перспективность которых подтверждает предпочтительность использования определенного вида сырья для изготовления мясных паштетов геродиетической направленности

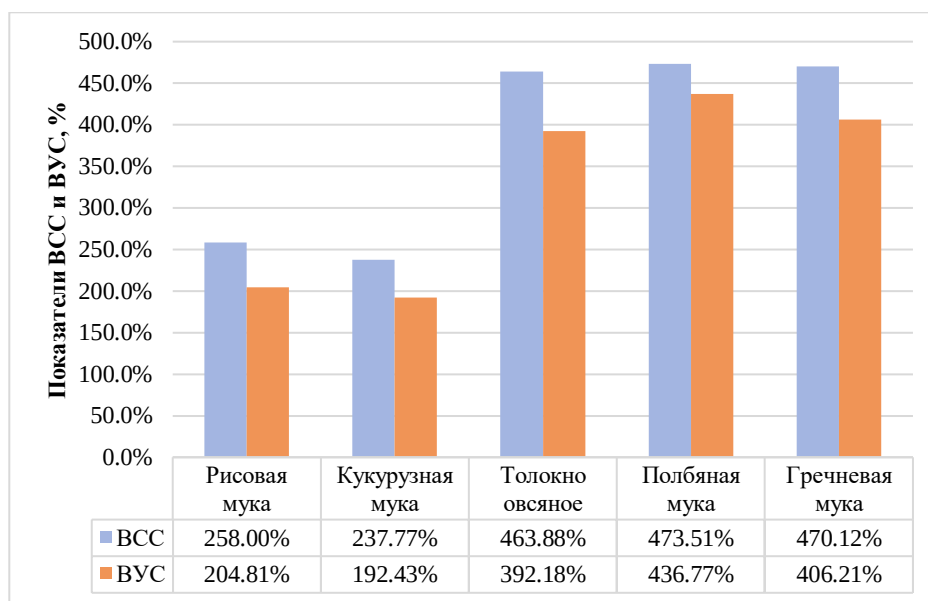


Рисунок 2 – Сравнительный анализ влагосвязывающих, водоудерживающих свойств муки пяти видов

Оценка перспективности использования муки пяти видов в качестве растительного ингредиента показала, что оптимальной с позиции полноценного состава белков, эссенциальных веществ (витамины и микроэлементы) и ФТС является мука полбяная.

Высокие показатели ВСС и ВУС в полбяной муке (соответственно 473,5 % и 436,77 %) позволяют утверждать о высокой способности данного вида муки удерживать и связывать влагу, что является определяющим фактором для проектирования таких органолептических свойств готовых мясных паштетов геродиетической направленности, как сочность, нежность, консистенция и внешний вид продукта. Эти значения коррелируют со значениями, полученными

при изучении фракционного состава белка и содержания клетчатки в полбяной муке (таблица 5) т.к. ВУС обусловлена взаимодействием молекул воды с гидрофильными белками и углеводами в составе муки.

Таблица 6 – Сравнительный анализ химического состава овощных культур семейства Brassicaceae, рода Brassica

Наименование показателя	Белокочанная капуста	Цветная капуста (белая)	Брокколи	Кольраби	Брюссельская капуста	Краснокочанная капуста
Белки, г	1,28±0,03	1,92±0,03	2,82±0,05	1,70±0,04	3,37±0,03	1,43±0,07
Жиры, г	0,10±0,04	0,28±0,03	0,37±0,05	0,10±0,01	0,31±0,04	0,16±0,05
Углеводы, г	5,76±0,55	4,97±0,05	6,64±0,08	6,24±0,09	8,95±0,04	7,37±0,10
Сахара, г	3,16±0,38	1,877±0,05	1,693±0,02	2,613±0,04	2,21±0,05	0,60±0,05
Вода, г	92,18±0,06	92,07±0,09	89,35±0,19	91,06±0,29	86,07±0,87	90,39±0,08
Зола, г	0,64±0,07	0,77±0,06	0,87±0,06	0,99±0,04	1,37±0,04	0,64±0,04
Пищевые волокна, г	2,53±0,52	2,06±0,13	2,67±0,52	3,61±0,04	3,80±0,05	2,12±0,06

где – показатели, перспективность которых подтверждает предпочтительность использования определенного вида сырья для изготовления мясных паштетов геродиетической направленности

Таблица 7 – Сравнительный анализ содержания витаминов в овощных культурах семейства Brassicaceae, рода Brassica

Показатель	Белокочанная капуста	Цветная капуста	Брокколи	Кольраби	Брюссельская капуста	Краснокочанная капуста	Норма потребления, мг/сутки
А, мкг	5,07±0,52 (0,6 %)	-	31,02±0,17 (3,4%)	2,06±0,16 (0,2%)	38,03±0,39 (4,2%)	56,09±0,27 (6,2%)	900,0
Е, мг	0,15±0,06 (1,0 %)	0,08±0,04 (0,5%)	0,78±0,06 (5,3%)	0,48±0,07 (3,3%)	0,89±0,04 (6,0%)	0,11±0,04 (0,8%)	14,6
Витамин В ₁ , мг	0,06±0,01 (5,1 %)	0,05±0,02 (4,2%)	0,07±0,01 (5,9%)	0,05±0,01 (4,2%)	0,14±0,01 (11,6%)	0,07±0,01 (5,3%)	1,2
Витамин В ₂ , мг	0,04±0,07 (3,1 %)	0,07±0,01 (5,3%)	0,12±0,01 (9,0%)	0,02±0,01 (1,5%)	0,09±0,01 (6,9%)	0,06±0,01 (4,6%)	1,3
Витамин В ₆ , мг	0,12±0,02 (9,5 %)	0,18±0,01 (14,2%)	0,18±0,01 (13,5%)	0,15±0,01 (11,5%)	0,22±0,01 (16,8%)	0,21±0,01 (16,1%)	1,3
Витамин В ₉ , мкг	43,1±0,79 (10,8 %)	57,07±0,45 (14,3%)	63,1±0,27 (15,8%)	16,03±0,18 (4,0%)	61,09±0,26 (15,3%)	18,07±0,15 (4,5%)	400,0

Таблица 8 – Сравнительный анализ содержания минеральных веществ в овощных культурах семейства Brassicaceae, рода Brassica

Показатель	Белокочанная капуста	Цветная капуста	Брокколи	Кольраби	Брюссельская капуста	Краснокочанная капуста	Норма потребления, мг/сутки
Кальций, мг/100 г	40,23±0,05	22,19±0,25	46,77±0,62	24,1±0,5	42,14±0,1	45,08±0,19	1 000
Железо, мг/100 г	0,47±0,66	0,43±0,05	0,75±0,04	0,43±0,01	1,41±0,1	0,82±0,05	10
Магний, мг/100 г	12,3±0,79	15,17±0,29	21,37±0,79	19,13±0,52	23,13±0,76	16,14±0,14	400
Фосфор, мг/10 г	26,17±0,79	44,23±0,32	66,2±0,66	46,18±0,26	69,13±0,09	30,3±0,24	700

Сбалансированный витаминный состав в пересчёте на суточное потребление установлен в брокколи, брюссельской и цветной капусте. Брюссельская капуста отличается повышенным содержанием витамина Е, брюссельская и цветная отличаются повышенным содержанием витаминов группы В. По содержанию железа брюссельская капуста содержит 14,0 % от суточной нормы потребления, в капусте брокколи его содержание составляет 7,3 %. Массовая доля фосфора – основного элемента, участвующего в усвоении витаминов и витаминоподобных веществ, в капусте брокколи и брюссельской составляет 9,4 % и 9,9 % от суточной нормы потребления соответственно. Содержание калия в капусте кольраби и брюссельской отличается от содержания этого элемента в остальных овощных культурах рода Brassica и составляет 7,4 % и 8,3 % соответственно. Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что для формирования пищевых систем рационально использование капусты брокколи, цветной и брюссельской.

Проведены исследования показателей плотности и вязкости подсолнечного рафинированного и рапсового растительных масел (Таблица 9). Установлено, что показатель вязкости рапсового масла выше, чем у подсолнечного рафинированного масла (92,34±0,09 и 63,59±0,18 мПа*с, соответственно), однако по данным собственных социологических исследований было установлено, что наиболее предпочтительным для людей пожилого возраста является растительное масло из семян подсолнечника (рисунок 3).

Таблица 9 – Физические свойства растительных масел

Наименование масла	Плотность, г/см ³	Динамическая вязкость, мПа*с
Подсолнечное рафинированное	0,92±0,02	63,59±0,18
Рапсовое	0,91±0,04	92,34±0,09

Какой вид растительного масла, в зависимости от сырья, вы бы хотели видеть в составе мясных продуктов?

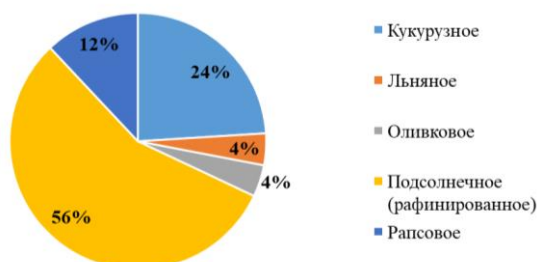


Рисунок 3 – Анализ предпочтительности выбора масла растительного в зависимости от вида сырья

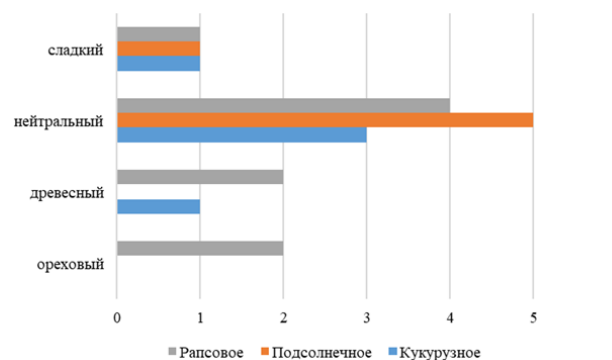


Рисунок 4 – Диаграмма органолептических показателей качества растительных масел

Нейтральным и привычным для пожилого населения России в мясных продуктах является вкус подсолнечного рафинированного масла (рисунок 4). Тем более, что рапсовое масло в России рекомендовано только для промпереработки.

С учетом медико-биологического потенциала при эндокринных и бронхолегочных заболеваниях, нарушениях липидного спектра крови и благоприятного сочетания пряности с остальными ингредиентами проектируемого продукта для питания пожилых людей в качестве пряности выбраны семена пажитника.

В четвёртой главе представлены результаты формирования показателей качества и безопасности мясных паштетов для геродиетического питания, выполненные в четыре этапа.

Первый этап – исследовано влияние содержания и вида капусты на реологические свойства модельных пищевых систем (Таблица 9).

Таблица 9 – Результаты комплексных исследований реологических свойств модельных пищевых систем (фрагмент)

Наименование показателей	Среднее значение	Стандартное отклонение	Минимальное значение	Максимальное значение
Модельный образец с добавлением 5,0 г капусты брокколи (образец 1)				
Твердость, г/мм ²	110,37	1,01	109,2	111,0
Упругость, %	96,77	9,38	85,94	102,29
Когезия, %	71,5	12,35	57,41	80,46
Устойчивость, %	3,59	0,31	3,23	3,81
Пережевываемость, г/мм ²	77,14	19,46	54,72	89,69
Липкость, г/мм ²	78,86	13,23	63,67	87,86
Модельный образец с добавлением 7,5 г капусты брокколи (образец 2)				
Твердость, г/мм ²	159,1	6,92	153,7	166,9
Упругость, %	100,14	1,78	99,06	102,2
Когезия, %	72,21	3,48	68,85	75,8
Устойчивость, %	4,03	0,64	3,61	4,76
Пережевываемость, г/мм ²	115,02	6,96	106,98	119,07
Липкость, г/мм ²	114,85	6,29	107,89	120,14
Модельный образец с добавлением 10,0 г капусты брокколи (образец 3)				
Твердость, г/мм ²	173,07	22,86	147,8	192,3
Упругость, %	88,29	8,86	79,35	97,07

Когезия, %	68,63	11,53	60,45	81,82
Устойчивость, %	2,19	0,32	1,84	2,46
Пережевываемость, г/мм ²	103,84	16,19	85,91	117,39
Липкость, г/мм ²	117,18	7,75	108,27	122,34
Модельный образец с добавлением 12,5 г капусты брокколи (образец 4)				
Твердость, г/мм ²	217,13	3,35	213,7	220,4
Упругость, %	108,31	5,45	104,72	114,59
Когезия, %	74,84	6,29	68,25	80,79
Устойчивость, %	4,36	0,6	3,85	5,02
Пережевываемость, г/мм ²	176,54	24,23	152,73	201,17
Липкость, г/мм ²	162,59	15,21	145,85	175,56
Модельный образец с добавлением 15,0 г капусты брокколи (образец 5)				
Твердость, г/мм ²	247,83	18,37	234,1	268,7
Упругость, %	102,66	5,9	96,03	107,35
Когезия, %	71,81	5,83	68,26	78,54
Устойчивость, %	6,29	1,54	4,54	7,42
Пережевываемость, г/мм ²	182,68	21,74	157,78	197,93
Липкость, г/мм ²	177,51	11,45	164,3	184,38

Для определения оптимального соотношения рецептурного состава компонентов и подтверждения соответствия модельных пищевых систем Уровню 4 Международной инициативы по классификации и стандартизации диет по дисфагии (IDDSI) был проведен тест с наклоном ложки. На рисунке 4 (фрагмент) представлен образец с заданными основными реологическими характеристиками (когезия, равная 68,63 % и липкость – 117,18 г/мм²).



Рисунок 4 – Тест с наклоном ложки для образца 3

В соответствии с полученными данными исследований реологических свойств модельных пищевых систем (фрагмент таблицы 7 представлен с капустой брокколи) и проведенным тестом с наклоном ложки (представлен оптимальный вариант состава) установлена оптимальная м. д., равная 10,0 г на 100 г смеси для всех трёх выбранных видов капусты с показателями когезии – 68,63 % и липкостью равной 117,18 г/мм². Выявлено, что низкие значения когезии ($\leq 65,55$ %) и липкости ($\leq 76,33$ г/мм²) могут повысить риск асфиксии за счет слабой связи

частиц внутри пищевой системы и менее вязкой консистенции, а более высокие значения когезии ($\geq 81,63$ %) и липкости ($\geq 214,1$ г/мм²) влияют на время и силу, затрачиваемые на формирование и проглатывание пищевого комка.

Второй этап – разработка рецептов мясных паштетов геродиетической направленности на базе математического моделирования и интегральной оценки сбалансированности состава готовых продуктов.

В ходе исследования был проведен органолептический анализ модельных пищевых систем. Органолептический анализ проводили в двух группах: одна группа состояла из пожилых людей без дисфагии, вторая – из пожилых людей с синдромом дисфагии. В таблице 10 представлены 3 рецептуры, оптимизированные по нутриентному составу и экспертной оценке органолептических показателей группой пожилых людей без дисфагии, в таблице 11 – рецептуры, оптимизированные по нутриентному составу и оценке органолептических показателей группой пожилых людей с синдромом дисфагии.

Таблица 10 – Рецептуры, оптимизированные по нутриентному составу и экспертной оценке органолептических показателей группой пожилых людей без дисфагии

Ингредиенты	Варианты по виду капусты		
	цветная	брокколи	брюссельская
Филе грудки индейки, кг	52,50	52,50	52,50
Масло растительное, кг	4,00	4,00	4,00
Капуста цветная, кг	9,71	–	–
Капуста брокколи, кг	–	10,07	–
Капуста брюссельская, кг	–	–	9,50
Бульон, кг	30,29	29,93	30,50
Соль пищевая, кг	0,30	0,30	0,30
Семена пажитника, кг	0,20	0,20	0,20
Мука полбяная, кг	3,00	3,00	3,00

Таблица 11 – Рецептуры, оптимизированные по нутриентному составу и оценке органолептических показателей группой пожилых людей с синдромом дисфагии

Ингредиенты	Варианты по виду капусты		
	цветная	брокколи	брюссельская
Филе грудки индейки, кг	52,50	52,50	52,50
Масло растительное, кг	4,00	4,00	4,00
Капуста цветная, кг	10,54	–	–
Капуста брокколи, кг	–	10,86	–
Капуста брюссельская, кг	–	–	10,37
Бульон, кг	29,46	29,14	29,63
Соль пищевая, кг	0,30	0,30	0,30
Семена пажитника, кг	0,20	0,20	0,20
Мука полбяная, кг	3,00	3,00	3,00

На рисунке 5 представлено влияние массовой доли исследуемых овощных культур рода Brassica на комплексный критерий сбалансированности для мясных паштетов, рецептуры которых оптимизированы по нутриентному составу и

экспертной оценке органолептических показателей группой пожилых людей без дисфагии. На рисунке 6 представлено влияние массовой доли исследуемых овощных культур рода Brassica на комплексный критерий сбалансированности для мясных паштетов, рецептуры которых оптимизированы по нутриентному составу и оценке органолептических показателей группой пожилых людей с синдромом дисфагии. Установлено, что комплексный критерий сбалансированности для шести разработанных рецептов мясных паштетов геродиетической направленности приближен к единице, что свидетельствует о высокой степени сбалансированности готовых продуктов.

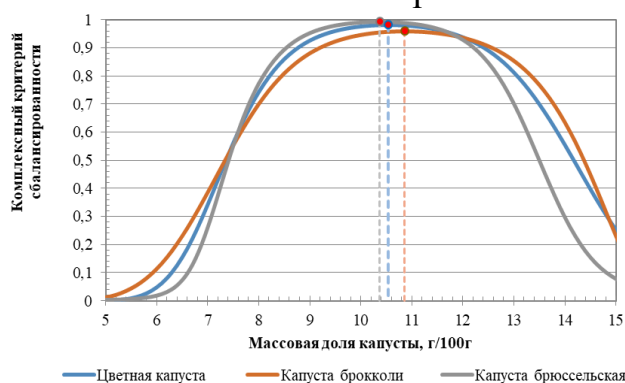


Рисунок 5 – Влияние вида и массовой доли капусты на комплексный критерий сбалансированности (группа пожилых людей без дисфагии)

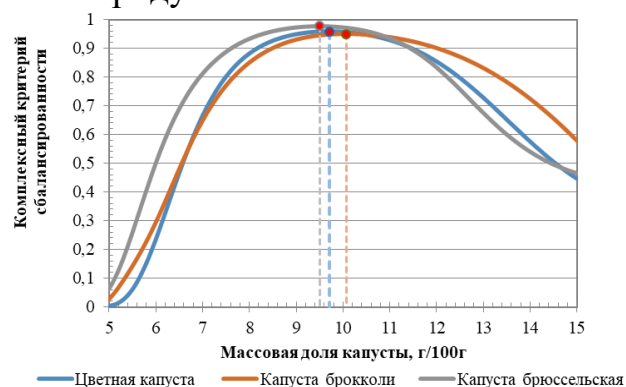


Рисунок 6 – Влияние вида и массовой доли капусты на комплексный критерий сбалансированности (группа пожилых людей с дисфагией)

Третий этап – внесение изменений в базовую технологию производства мясных паштетов.

Установлено оптимальное время куттерования для получения заданных размеров частиц при измельчении в течение 5-6 мин, с числом оборотов ножевого вала 3600 об/мин, с числом оборотов чаши – 20 об/мин, размер частиц составляет 1,4 мм, а индекс полидисперсности составляет 0,147.

Полученные показатели дисперсности продукта подтверждают соответствие консистенции продуктов требованиям IDDSI (рисунок 7).

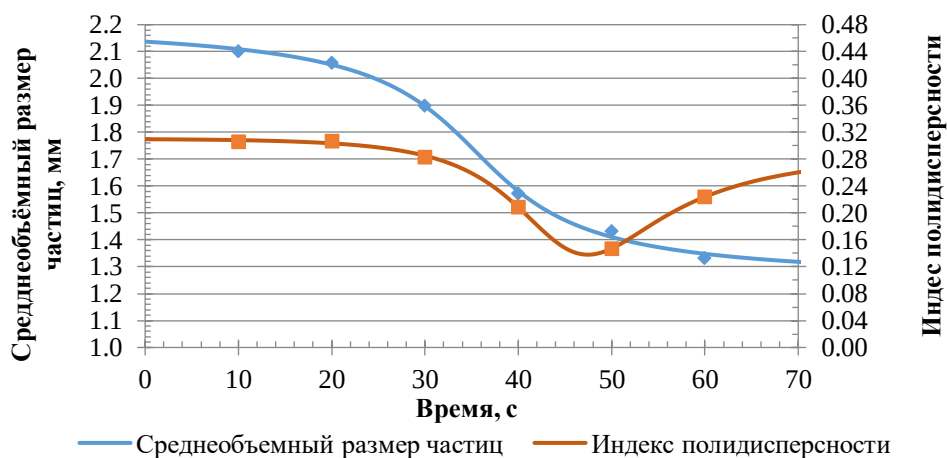


Рисунок 7 – Время этапа куттерования в соответствии со среднеобъемным размером частиц и индексом полидисперсности группы пожилых людей с синдромом дисфагии

Схема технологического процесса производства мясных паштетов с внесенными коррективами представлена на рисунке 8.

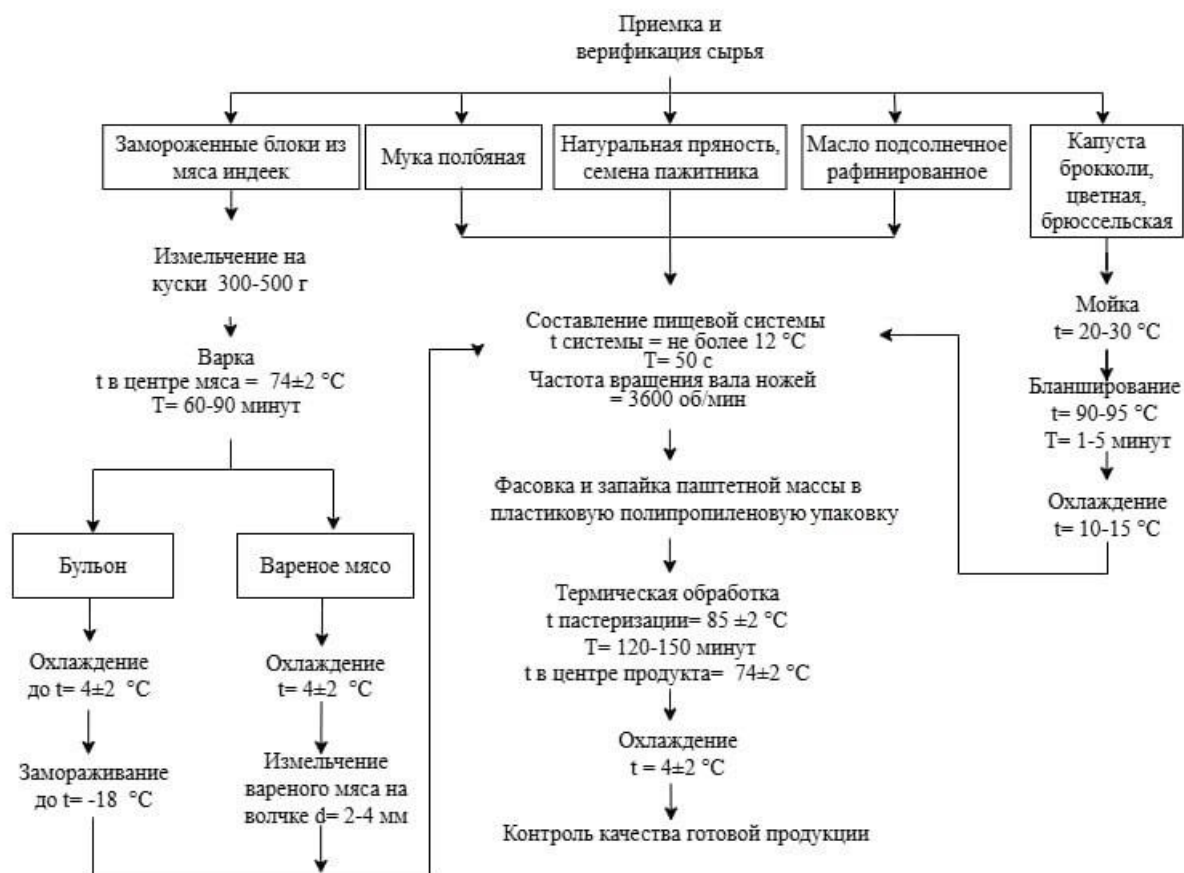


Рисунок 8 – Технологическая схема производства мясных паштетов для геродиетического питания с внесением корректив

Опытная партия продуктов согласно ТУ 10.13.14-384–00492931-2024 «Паштет из мяса индейки вареный. Охлажденный» была выработана в ОАО «МПЗ «Богородский» в объёме 100 условных банок каждая в трехкратной повторности (12.12.2023; 13.12.2023; 14.12.2023). В опытных образцах были проведены комплексные исследования состава и характеристик мясных паштетов геродиетической направленности для профилактики синдрома дисфагии. Для установления срока годности продукт закладывался на хранение при температуре $(4 \pm 2) ^\circ\text{C}$ и относительной влажности 75 %. В соответствии с ГОСТ Р 70354-2022 и с п. 4.2.4. МУК 4.2.1.847-04 «Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов» определены следующие точки контроля – контрольные точки проведения исследований (ТК): ТК № 1 – после выработки партии (0 суток); ТК № 2 – 5 суток; ТК № 3 – 7 суток; ТК № 4 – 9 суток. Установлен срок годности мясных паштетов, равный 7 суткам.

По массовым долям белка, жира, углеводов полученные продукты соответствуют требованиям ТР ЕАЭС 051/2021 «О безопасности мяса птицы и продукции его переработки»; ТУ 10.13.14-384–00492931-2024 «Паштет из мяса индейки вареный. Охлажденный». Полученные результаты представлены в таблице 12. Показатели проектируемого продукта были сформулированы и

заданы в качестве ограничений в ходе проектирования рецептур мясных паштетов геродиетической направленности.

Таблица 12 – Показатели состава и свойств, формирующие заданные характеристики мясных паштетов для геродиетического питания

Показатели	Варианты по виду капусты			
	показатели проектируемого продукта	цветная	брокколи	брюссельская
Массовая доля жира, г/100г	10,0-12,0	10,20	10,20	10,20
Массовая доля белка, г/100г	12,0-15,0	12,99	13,06	13,14
Массовая доля углеводов, г/100г	3,0-4,0	3,92	3,81	3,80
Массовая доля золы, г/100г	1,0-1,5	1,13	1,13	1,19
Массовая доля влаги, г/100г	70,0-80,0	75,42	75,18	74,77
Энергетическая ценность, ккал/100г	150,0-184,0	159,45	159,26	159,62
Твердость, г/мм ²	95,23-325,73	100,35	187,76	231,12
Упругость, %	88,29-96,37	98,40	96,82	86,42
Когеция, %	65,55-81,63	81,41	71,04	66,10
Устойчивость, %	1,23-7,51	1,36	2,75	2,51
Пережевываемость, г/мм ²	73,75-193,26	79,40	162,07	130,59
Липкость, г/мм ²	76,33-214,1	80,30	130,82	153,25
Вязкость, Па*с	2,3-6,2	2,48	3,00	6,18

При проведении дегустационной оценки опытных образцов на конец сроков годности и комплексных исследований показателей безопасности было установлено соответствие показателей качества и безопасности ТР ТС 051/2021 «О безопасности мяса птицы и продукции его переработки» разработанной документации ТУ 10.13.14-384-00492931-2024 «Паштет из мяса индейки вареный. Охлажденный».

В главе 5 представлен расчет экономической эффективности технологии производства мясных паштетов для геродиетического направления. Величина дополнительной прибыли от реализации паштетов с функциональными ингредиентами составляет 3 046 742 руб. при объеме производства 3,6 т в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Научно обоснованы нутриентный и ингредиентный составы для продуктов геродиетического питания лиц, страдающих синдромом дисфагии. Предложены показатели и критерии, использование которых позволяет контролировать и управлять процессом получения пищевых систем, соответствующих требованиям к продуктам питания пожилых людей с синдромом дисфагии. Выявлены характеристики и критерии, адекватно описывающие ощущения, формируемые осязательными рецепторами в ротовой полости во время проглатывания; изменения, появляющиеся во время проглатывания; легкость проглатывания мясных паштетов и описание любого остаточного ощущения во рту людьми пожилого и старческого возраста.

2. С использованием положений международной классификации и стандартизации диет по дисфагии разработана научная концепция

проектируемого продукта, заключающаяся в системном подходе к формированию пищевых систем при производстве мясных паштетов для питания пожилых и людей старческого возраста с основными показателями консистенции (липкость и когезия), удовлетворяющими физиологические особенности человека с признаками синдрома дисфагии.

3. Установлены границы оптимальных м. д. внесения капусты брокколи (10,07 г/100 г), цветной (9,71 г/100 г) и брюссельской (9,50 г/100 г) для пожилых людей без нарушений акта глотания и для пожилых людей с синдромом дисфагии (м.д. брокколи – 10,86 г/100 г, м.д. цветной капусты – 10,54 г/100 г, м.д. брюссельской капусты – 10,37 г/100 г). Рецептурный состав паштета был получен с использованием математического моделирования и интегральной оценки сбалансированности пищевых продуктов для людей пожилого возраста.

4. Обосновано оптимальное время куттерования для получения заданных размеров частиц 1,4 мм при измельчении в течение 5-6 мин, с числом оборотов ножевого вала 3600 об/мин, с числом оборотов чаши – 20 об/мин, при этом индекс полидисперсности составил 0,147.

5. Установлены показатели качества и безопасности мясных паштетов и срок годности, который составил 7 суток при температуре хранения 4 ± 2 °С. Разработана и утверждена нормативная документация ТУ 10.13.14-384-00492931-2024 «Паштет из мяса индейки вареный. Охлажденный» и ТИ ТУ 10.13.14-384-00492931-2024 «Паштет из мяса индейки вареный. Охлажденный». Промышленная апробация результатов исследований проведена на ООО МПЗ «Богородский», получены акт о внедрении и протокол дегустации от 30.04.2025. Расчетная прибыль от реализации апробированных рецептур мясного паштета для пожилых людей с нарушением глотания составила 3 046 742 руб. при объеме производства 3,6 т в год.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, индексируемые в международной базе данных и Scopus

1. Kharitonova, P. Producing of meat products using statistical evaluation of dietary types of meat / P. Kharitonova, N. I. Dunchenko, A. A. Odintsova // E3s web of conferences: VIII International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development (AGRITECH-VIII 2023), Krasnoyarsk, 29–31 марта 2023 года. – EDP Sciences: EDP Sciences, 2023. – P. 02024. – DOI 10.1051/e3sconf/202339002024.

Статьи в журналах, рекомендованных ВАК

1. Харитонов, П. С. Анализ химического состава и функционально-технологических свойств муки различных видов зерновых культур для моделирования рецептуры мясного продукта геродиетической направленности / П. С. Харитонов, Н. И. Дунченко // Пищевая промышленность. – 2024. – № 8. – С. 144-148. – DOI 10.52653/PPI.2024.8.8.028.

2. Харитонов, П. С. Научное обоснование разработки профилактического функционального мясного паштета геродиетического назначения / П. С. Харитонов, Н. И. Дунченко // Все о мясе. – 2023. – № 1. – С. 54-59. – DOI 10.21323/2071-2499-2023-1-54-59.

3. Харитонов П.С. Моделирование рецептурных композиций мясных паштетов с функциональными ингредиентами / П. С. Харитонов, Н. И. Дунченко, Е. С. Волошина [и др.] // Все о мясе. – 2021. – № 3. – С. 10-15. – DOI 10.21323/2071-2499-2021-3-10-15.

Материалы симпозиумов, конгрессов, конференций

1. Харитонов П.С. Концепции переработки мяса с модифицированной структурой / П. С. Харитонов, Е. С. Волошина, К. В. Михайлова, А. В. Дунь // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса: материалы V международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 21 ноября 2024 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2025. – С. 298-302.

2. Харитонов, П. С. Исследование пищевой ценности и технологической перспективности использования цветной капусты / П. С. Харитонов // Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения А.Я. Миловича: Сборник статей, Москва, 03-05 июня 2024 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2024. – С. 477-480.

3. Дунченко, Н. И. Моделирование продуктов питания геродиетической направленности / Н. И. Дунченко, П. С. Харитонов // Пищевые инновации и биотехнологии: Сборник тезисов X Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Кемерово, 17 мая 2022, Том 1. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2022. – С. 227-229.

4. Харитонов П.С. Анализ мясного и растительного сырья для моделирования мясного паштета геродиетической направленности / П. С. Харитонов, Н. И. Дунченко, Е. С. Волошина, У. С. Коняхина // Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 135-летию со дня рождения А.Н. Костякова: сборник статей, Москва, 06–08 июня 2022 года. Том 2. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 250-253.

5. Харитонов, П. С. Безопасность мясных продуктов геродиетической направленности / П. С. Харитонов, Н. И. Дунченко, Е. С. Волошина // Агробиотехнология-2021: Сборник статей международной научной конференции, Москва, 24–25 ноября 2021 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2021. – С. 1192-1196.

Патенты РФ

1. Патент № 2770791 С1 Российская Федерация, МПК A23L 13/60, A23L 13/20, A23L 5/10. Мясной паштет запеченный: № 2021119476: заявл. 02.07.2021: опубл. 21.04.2022 / Н. И. Дунченко, Е. С. Волошина, П. С. Харитонов [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева».

2. Патент № 2756311 С1 Российская Федерация, МПК A23L 13/60, A23L 13/20, A23L 13/40. Мясной паштет: № 2021104398: заявл. 20.02.2021: опубл. 29.09.2021 / Н. И. Дунченко, Е. С. Волошина, В. С. Янковская, П. С. Харитонов;

заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева».

Список сокращений

ГОСТ — государственный стандарт;
ТР ТС — технический регламент Таможенного союза;
ТИ — технологическая инструкция;
ТУ — технические условия;
IDDSI — международная инициатива по классификации и стандартизации диет по дисфагии;
ЖКТ — желудочно-кишечный тракт;
ТПА — анализ профиля текстуры (пер. с англ.: Texture profile analysis)
ФТС — функционально-технологические свойства;
ВУС — влагоудерживающие свойства;
ВСС — влагосвязывающие свойства;
НАК — незаменимые аминокислоты;
ЗАК — заменимые аминокислоты;
м.д. — массовая доля;
КРАС — коэффициент различия аминокислотного состава;
U — коэффициент утилитарности;
C_{min} — минимальный СКОР;
БГКП — бактерии группы кишечной палочки
КМАФАнМ — количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов.