

На правах рукописи



КАЛГИНА ЮЛИЯ ОЛЕГОВНА

**РАЗРАБОТКА АССОРТИМЕНТА ПАШТЕТОВ
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПИЩЕВОГО СТАТУСА
И РЕПРОДУКТИВНОГО ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ:
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА, ПРОЕКТИРОВАНИЕ
РЕЦЕПТУР, РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

- 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ
- 05.18.15 – Технология и товароведение продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание
ученой степени кандидата технических наук

Воронеж
2021

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

Научный руководитель: **Алексеева Татьяна Васильевна**
доктор технических наук, доцент
(ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий, профессор)

Официальные оппоненты: **Глотова Ирина Анатольевна**,
доктор технических наук, доцент
(ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», профессор)

Никитин Игорь Алексеевич
доктор технических наук, доцент
(ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ)», заведующий кафедрой)

Ведущая организация: **Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии** – филиал
Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва

Защита состоится «08» июня 2021 года в 15 час. на заседании совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Д 212.035.04 на базе ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» по адресу: 394036, Воронеж, пр-т Революции, д. 19, конференц-зал. Отзывы на автореферат (в двух экземплярах), заверенные гербовой печатью учреждения, просим присылать ученому секретарю совета Д 212.035.04. С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО «ВГУИТ». Полный текст диссертации размещен в сети «Интернет» на официальном сайте ФГБОУ ВО «ВГУИТ» www.vsuet.ru «05» марта 2021 г. Автореферат размещен в сети Интернет на официальном сайте Министерства образования и науки РФ: vak2.ed.gov.ru и на официальном сайте ФГБОУ ВО «ВГУИТ» www.vsuet.ru «02» апреля 2021 г. Автореферат разослан 29 апреля 2021 г.

Ученый секретарь совета по защите диссертаций
на соискание ученой степени кандидата наук,
на соискание ученой степени доктора наук



Е.В. Белокурова

Общая характеристика работы

Актуальность работы. Одной из приоритетных задач мировой демографической политики является укрепление здоровья населения репродуктивного возраста путем формирования системы мотивации граждан к здоровому образу жизни, включая здоровое питание, предполагающее наращивание производства продуктов питания специальной направленности, в том числе для беременных и кормящих женщин. Вопросу репродуктивного здоровья нации в мировом сообществе уделяется серьезное внимание, в том числе и в России. С 2019 г и на период до 2024 г в России вступил в действие Национальный проект «Демография», существенное место в котором уделяется проведению мероприятий по созданию пищевых продуктов для повышения пищевого статуса и репродуктивного здоровья населения, особое внимание уделяется женщинам в период беременности и грудного кормления ребенка.

Репродуктивная функция человека складывается на протяжении всего жизненного цикла, начиная с момента его зачатия и внутриутробного развития в организме матери. Мероприятия по снижению уровня рисков, связанных с нерациональным и недостаточным питанием, должны начинаться с организации правильного питания детей грудного возраста, продолжаться в более позднем детском, подростковом возрасте и на протяжении всей жизни человека. За рубежом присутствует широкий выбор товарных продуктовых линеек разной направленности. Проблема расширения ассортимента продуктов питания на основе отечественных ресурсосберегающих источников сырья для коррекции пищевого статуса человека стоит в настоящий момент в России достаточно остро и научные разработки в этом направлении актуальны, целью которых является расширение ассортиментных продуктовых линеек для профилактики алиментарно-зависимых заболеваний и улучшения репродуктивного здоровья населения.

Работа выполнена в рамках прикладных научных исследований и экспериментальных разработок приоритетного направления развития НОЦ «Живые системы» ФГБОУ ВО «ВГУИТ» «Живые системы в технологиях переработки сельскохозяйственного сырья и обеспечение здорового питания»; плана госбюджетной научно-исследовательской работы кафедры торгового дела и товароведения по теме «Научные и практические аспекты инновационных доходов к обеспечению продовольственной безопасности, экологии человека и механизмов оценки и источников экономического роста в условиях модернизации экономики. Социальные и технологические приоритеты развития биоэкономики с учетом регионального аспекта».

Степень разработанности темы. Исследованиям в области разработки продуктов питания направленного действия с применением вторичных ресурсов пищевых производств посвящены научные работы Л.В.

Антиповой, Т.Э. Боровик, И.Н. Захаровой, Л.П. Пашенко, Н.М. Подзолковой, Л.В. Римаревой, Н.С. Родионовой, М.Е. Успенской, J.A. Davis, G.J. Hufmeier, J.L. Josefson, W.M. Kanadys, D.J. Lemas, A.M. Tobiasz, L.M. Wen, M.F. Young и др. Однако ассортимент отечественных продуктов питания направленного действия для коррекции пищевого статуса и репродуктивной функции человека недостаточен и требует дальнейшей, детальной доработки.

Цель диссертационной работы: научно-практическое обоснование технологий производства паштетов с прогнозируемым биопотенциалом и потребительскими свойствами с применением вторичных ресурсов пищевых производств для повышения пищевого статуса и репродуктивного здоровья населения.

В соответствии с поставленной темой решались задачи:

- провести патентно-информационный поиск в области производства пищевых продуктов профилактической и лечебной направленности для коррекции пищевого статуса и репродуктивной функции человека;

- обосновать выбор вторичных ресурсов пищевых производств в качестве обогатителей и разработать рецептурно-компонентные решения приготовления паштетов с их применением;

- разработать методику проектирования состава пищевой комплексной системы (ПКС), определить параметры, режимы подготовки и сроки хранения;

- оценить влияние компонентов ПКС на метаболические процессы, биодоступность минеральных веществ и постпрандиальную гликемическую реакцию организма в эксперименте *in vivo* путем доклинических исследований;

- исследовать органолептические, гидратационные, функционально-технологические, реологические, показатели качества и безопасности, микроструктуру пищевых систем с ПКС и изделий на их основе, в том числе при хранении;

- экспериментально обосновать параметры и режимы приготовления ПКС и готовых изделий с их применением для увеличения их сроков хранения и обеспечения стабильного качества паштетов;

- провести маркетинговые исследования по анализу потребительских предпочтений и мотиваций при внедрении новых изделий в рационы питания населения репродуктивного возраста, в том числе беременных и кормящих женщин;

- разработать техническую документацию на новую ассортиментную линейку паштетов для повышения пищевого статуса и репродуктивного здоровья человека, апробировать технологии паштетов в производственных условиях, оценить экономический эффект от реализации предлагаемых технологических решений.

Научная новизна работы. Сформулирована научная концепция и обоснованы новые рецептуры паштетов для профилактики алиментарно-зависимых заболеваний населения за счет использования биоактивированных бобовых культур и вторичных продуктов пищевых производств с высоким биотехнологическим потенциалом.

Впервые в эксперименте *in vivo* доказано повышение усвояемости минеральных веществ и снижение постпрандиальной гликемической реакции организма лабораторных животных при употреблении ПКС.

Получены математические модели для анализа и оптимизации процессов гидратации компонентов ПКС методом Левенберга, что имеет практическое значение и позволяет устанавливать параметры и режимы процесса.

Экспериментально определена эффективность использования вторичных продуктов пищевых производств (жмыха зародышей пшеницы, альбумина) и биоактивированных семян фасоли, содержащих биологически активные вещества, в производстве паштетов для коррекции пищевого статуса человека.

Установлен дополнительный эффект алиментарного шунтирования при введении ПКС в пищевые системы по железу, кальцию, калию, витаминам А, С, В₂, В₃, В₆ на уровне 20-50 % суточной потребности организма человека репродуктивного возраста при употреблении 100 г продукта в сутки.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Получены новые и расширены существующие знания о возможности получения паштетов для повышения пищевого статуса и репродуктивной функции человека с применением принципов ресурсосбережения сырья. Результаты работы используются в образовательном процессе для подготовки бакалавров, магистров и аспирантов, при повышении квалификации и переподготовке кадров по направлениям подготовки «Товароведение», «Менеджмент», «Технология продукции и организация общественного питания».

Доказана целесообразность, обоснованы рецептуры и технологические этапы получения паштетов для профилактики алиментарно-зависимых заболеваний населения, позволяющих рекомендовать их к применению в пищевой, медицинской и экономической отрасли.

Проведена промышленная апробация предлагаемых технологий в условиях Фабрика-кухня (ООО СТЕРХ, г. Воронеж), ООО «Мольтобуано» (г. Воронеж) и научного учебно-производственного центра технологий индустрии гостеприимства ФГБОУ ВО «ВГУИТ», подтвердившая положительные результаты исследований.

Новизна предлагаемых технических решений подтверждена патентом РФ № 2611172 «Композиция для получения функционального

продукта и способ его приготовления» и свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ РФ № 2016619497 «Информационная система моделирования процесса хранения продуктов глубокой переработки низкомасличного растительного сырья». Разработана техническая документация на новые изделия.

Методы исследования. Исследования проводили согласно методологии, базирующейся на обобщении известных принципов естественнонаучных знаний - теоретических, эмпирических, практических, опирающихся на естественно-научные закономерности. В работе применяли общепринятые и специальные современные физические, химические, биохимические, микробиологические и органолептические методы анализа сырья, полуфабрикатов и готовых изделий.

Научные положения, выносимые на защиту:

- условия получения ПКС путем комбинирования биоактивных бобовых культур и вторичных продуктов пищевых производств;

- технологические решения по определению оптимальных условий приготовления ПКС, рецептурного состава паштетов повышенной пищевой ценности для профилактики алиментарно-зависимых заболеваний населения;

- условия получения и стабилизации качества паштетов за счет их обогащения ресурсосберегающими источниками сырья с высоким биопотенциалом;

- оценка возможности использования новых изделий для усиления пищевого статуса и репродуктивной функции человека.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности.

Диссертационная работа соответствует пунктам 3, 5 паспорта специальности 05.18.07 – «Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ» и пунктам 6, 11 паспорта специальности 05.18.15 – «Технология и товароведение продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания».

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов работы подтверждена сравнительной оценкой информационно-патентных и собственных результатов, применением современных объективных методов анализа, математической обработкой результатов экспериментов, апробацией исследований в промышленности, доклинической оценкой ПКС. Основные положения диссертационной работы опубликованы в научных изданиях, доложены и обсуждены на ежегодных научных сессиях в ФГБОУ ВО «ВГУИТ», на конференциях различного уровня и выставках: «Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение» (Воронеж, 2018); «Передовые пищевые технологии: состояние, тренды, точки роста» (Москва, 2018); «Наука и образование в XXI веке» (Тамбов, 2014); «Актуальные вопросы современной техники и технологии» (Липецк, 2014, 2015);

«Инновации, качество и сервис в технике и технологиях» (Курск, 2015); «Региональный рынок потребительских товаров: особенности и перспективы развития, формирование конкуренции, качество и безопасность товаров и услуг» (Тюмень, 2014); «Инновационные решения при производстве продуктов питания из растительного сырья» (Воронеж, 2016); «Здоровье человека и экологически чистые продукты питания» (Орел, 2014); «19th International multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2019» (Sofia, Bulgaria, 2019); «Conference with international participation on new research in food and tourism «Bioatlas-2014» (Brasov, Romania 2014); «Биомедицинская инженерия и биотехнология» (Воронеж, 2017); «Теоретические и прикладные аспекты современной науки» (Белгород, 2015); «Пищевые ингредиенты, добавки и пряности» (Москва, 2014); «Перспективы развития биоэкономики» (Воронеж, 2019); «Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания» (Челябинск, 2014); «Качество и безопасность товаров: от производства до потребления» (Москва, 2019).

Публикации. Основные положения диссертационной работы изложены в 47 научных работах, в том числе 13 статей в журналах рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, 40 статей в изданиях РИНЦ (4 статьи, индексируемые в базах SCOPUS и Web of Science). Получен патент на изобретение РФ № 2611172 «Композиция для получения функционального продукта и способ его приготовления», Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ РФ № 2016619497 «Информационная система моделирования процесса хранения продуктов глубокой переработки низкомасличного растительного сырья».

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, выводов по основным результатам работы, списка используемых источников из 193 наименований, в том числе 54 на иностранных языках, приложений, представлена на 229 страницах машинописного текста, содержит 62 таблицы, 53 рисунка.

Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации состоит в анализе информации по изучаемой проблеме, выборе направления исследований, постановке и выполнении основной части экспериментальных исследований по разработке компонентного состава и технологии ПКС, а также паштетов на ее основе с оценкой их качества в лабораторных и производственных условиях, в анализе и обобщении результатов исследований, их статистической и математической обработке. Автором разработана техническая документация на новые виды паштетов, содержащих ПКС, проведена работа по патентованию разработок, апробации разработанных технологий в производственных условиях.

Основное содержание работы

Во введении обоснована актуальность диссертационной работы, приведены цель, задачи, научная новизна исследований, показана практическая значимость полученных результатов, представлены научные положения, выносимые на защиту.

В первой главе систематизированы результаты патентно-информационного поиска о перспективах производства продуктов питания для профилактики алиментарно-зависимых заболеваний и повышения репродуктивного здоровья населения из отечественного ресурсосберегающего сырья. Рассмотрена целесообразность применения жмыха зародышей пшеницы (ЖЗП), альбумина, семян фасоли в качестве обогатителей пищевой продукции, повышающей пищевой статус человека.

Во второй главе в соответствии с целью и задачами представлена структурная схема исследований (рисунок 1), описаны основные объекты и методы анализа, условия организации экспериментальных исследований. Объектами исследований служили ЖЗП, фасоль овощная сорта «Белая плоская», альбумин светлый, пищевые системы, полуфабрикаты, готовые продукты (паштеты) на основе комбинирования ПКС и сырья животного и растительного происхождения. Все сырье, применяемое в исследованиях, по органолептическим, физико-химическим показателям и показателям безопасности соответствовало требованиям действующей нормативной или технической документации.

Экспериментальные исследования и обработка результатов проводились подразделениях ФГБОУ ВО «ВГУИТ: в лабораториях кафедр торгового дела и товароведения, биохимии и биотехнологии, технологии продуктов животного происхождения, физической и аналитической химии; в Центре коллективного пользования «Контроль и управление энергоэффективными проектами»; научном учебно-производственном центре технологий индустрии гостеприимства; испытательном лабораторном центре АНО НТЦ «Комбикорм», лаборатории «Торгово-промышленная палата Воронежской области».

Для определения содержания витаминов, аминокислот, микроэлементов и других показателей использовали методы высокоэффективной жидкостной хроматографии, ИК-спектроскопии, капиллярного электрофореза, флуорометрический и др. ФТС: ВСС - по методу P. Grau и R. Hamm в модификации В. П. Воловинской и Б. И. Кельман; ВУС, ЭС и СЭ - согласно рекомендациям В. П. Воловиной и др., 2001). Аминокислотный скор, коэффициент утилитарности, коэффициент сопоставимой избыточности энергетическую ценность продуктов - расчетным путем (по формулам Н. Н. Липатова). Реологические свойства пищевых систем - с применением информационно-измерительной системы на базе Структурометра СТ-2, аромат - анализатором запахов «МАГ-8» с методологией «Электронный нос», аминокислотный состав - на анализаторе аминокислот ААА-339,



Рисунок 1. Структурная схема исследований

жирнокислотный состав масел - на газовом хроматографе «Кристаллпекс-4000М». Для изучения кинетики набухания применяли тургометр, теплоту набухания - в калориметре КФК-3-01, оптимизацию проводили методом Ле-

венберга. Исследования микроструктуры образцов производили на микроскопе БиОптик В-200. Микробиологические показатели, содержание токсичных элементов, пестицидов и микотоксинов в соответствии с СанПин 2.3.2.1078-01. Оптимизацию состава ПКС проводили методами линейного программирования в среде MathCad 11. Экспериментальные данные обрабатывали методами математической статистики – дисперсионным и корреляционным анализом с использованием программы «Statistica 6.0».

В третьей главе представлены результаты исследований физико-химических, функционально-технологических и биотехнологических свойств, макро- и микронутриентного состава ПКС на основе биоактивированных семян фасоли, ЖЗП, альбумина. Оптимизацию соотношения фракций животного и растительного белка в ПКС с целью достижения рекомендуемого рационального соотношения производили с помощью разработанного программного продукта в среде MathCad. В результате была получена номограмма (рисунок 2) для определения количества компонентов в ПКС, обеспечивающего требуемое прогнозируемое соотношение животного и растительного белка 50-60:50-40 в соответствии с нормами физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах в РФ. В итоге эксперимента ПКС имела следующий состав, г/100 г: альбумин - 30, фасоль - 25, ЖЗП - 45. Соотношение животного и растительного белка в ПКС соответствовало требуемому значению - 57:43. Исследование биопотенциала разработанной ПКС позволяют констатировать ее высокую пищевую и биологическую ценность. Значительное содержание полноценного белка (около 50 %) в рекомендуемом оптимальном соотношении животного и растительного белка, аминокислотный скор белковой составляющей (таблица 1), состав жировой фракции, содержащей ПНЖК и ценовая доступность компонентов ПКС позволяют оценить ее как перспективный ингредиент пищевой продукции для человека - источник ряда биологически ценных макро- и микронутриентов природного происхождения.

Таблица 1

Содержание аминокислот и их скор в ПКС

Аминокислота	Содержание (мг/100 г)	Аминокислотный скор, %
Лейцин	52,2	74,6
Лизин	51,5	93,6
Триптофан	6,2	62,4
Метионин + цистин	16,8	48,0
Валин	37,4	74,8
Фенилаланин + тирозин	45,2	75,3
Треонин	30,2	75,4
Изолейцин	32,6	81,6

Анализируя экспериментальные данные, можно сделать заключение, что содержание витаминов D, B₅ и марганца превышают уровень суточной потребности, что учитывалось при проектировании рецептур и рационов. Содержание белка, фосфора, цинка, витаминов E и B₁, B₉ установлено более 50 % или на уровне средней суточной потребности,

что позволяет ПКС вводить в пищевые системы в качестве обогатителя. Массовая доля железа, кальция, калия и витаминов А, С, В₂, В₃, В₆ в ПКС находится в пределах 20-50 % суточной потребности, что соответствует определению функциональности.

Биологическая ценность (БЦ) ПКС – 75 %, коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС) – 25 %. В целом, полученные данные свидетельствуют, что по коэффициенту утилитарности (0,64), показателю сопоставимой избыточности (3,0 %) целесообразно комбинирование ПКС с сырьем животного происхождения, что позволит сбалансировать состав белка новых изделий при обогащении их широким спектром эссенциальных компонентов.

С целью создания широкого спектра пищевых систем с высокими функционально-технологическими свойствами (ФТС) изучен процесс связывания воды биополимерами ПКС в различных технологических средах - молоко пастеризованное с м.д.ж. 2,5 % (рН 6,7); сыворотка творожная (рН 4,5); растворы поваренной соли и сахарозы, 1,5 % (рН 6,7-7,0); бульон из печени говядины (рН 6,5). Выяснено, что процесс набухания ПКС в технологических средах протекает с высокой скоростью (0,014-0,017 с⁻¹) и достигает предельной степени набухания во всех исследованных средах (таблица 2). При повышении температуры до 60 °С степень набухания снижается, а константа скорости набухания увеличивается, присутствие в растворе минеральных веществ, белков и других компонентов не снижает гидрофильных свойств ПКС. Установлено оптимальное время контакта образца с растворителем - 5-20 минут, что позволяет прогнозировать время набухания пасты на основе ПКС при разработке технологии производства готовой продукции. Полученные результаты позволяют рекомендовать применение ПКС в системах, состав которых близок к рН 6,5 и более. Эти значения рН близки к технологическим средам: мясные фарши и буль-

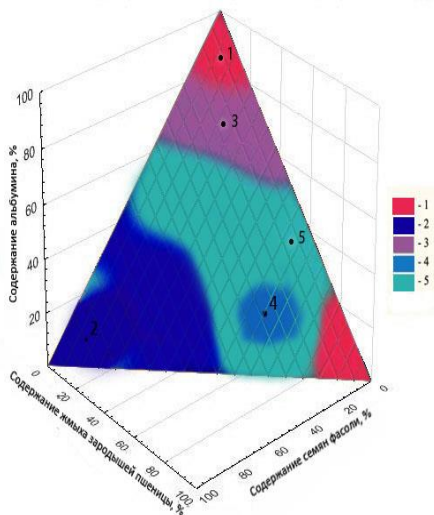


Рисунок 2. Номограмма для определения процентного соотношения альбумина светлого, семян фасоли и жмыха зародышей пшеницы в ПКС для соотношений фракций животного и растительного белка: 1 - 85-90:15-10; 2 - 10-15:90-85; 3 - 70-80:30-20; 4 - 50-60:50-40; 5 - 40-50:50-40

оны, субпродукты, овощи, что предполагает перспективность применения ПКС в паштетах на основе этого сырья. Результаты исследований подтвердили наличие

Таблица 2

Физико-химические характеристики процесса набухания ПКС

Предельная степень набухания i_{\max} , г/г	Константа скорости набухания $k \cdot 10^2$, с ⁻¹	Теплота набухания ΔH , Дж/г	Масса связанной воды $x_{г.в.}$, г(Н ₂ O)/г(ВМС)	Технологическая среда
1,33	1,43	44,56	0,13	Сыворотка творожная
2,57	1,69	58,19	0,17	Бульон из говяжьей печени
2,61	1,73	48,92	0,15	Молоко
2,70	2,00	62,70	0,19	Раствор хлорида натрия
3,28	1,78	71,77	0,21	Раствор сахарозы

значительного количества гидратной воды в ПКС (0,13-0,17 г/г) и высокое значение удельной теплоты набухания (44,6-58,2 Дж/г), которые свидетельствуют о протекании процессов прочного связывания влаги в системе (таблица 2). Учитывая, что гидратная вода прочно удерживается веществом, обладает низкой температурой замерзания и высокой энтальпией парообразования, ее наличие в гидратированной ПКС оказывает положительное влияние на хранимостепособность пищевых продуктов с ее применением. Получены математические модели для анализа и оптимизации процессов гидратации компонентов ПКС методом Левенберга, что имеет практическое значение и позволяет устанавливать параметры и режимы процесса. В результате статистической обработки процесса гидратации ПКС разработаны математические модели, позволяющие прогнозировать степень набухания ПКС в зависимости от температуры в любой момент времени (рисунок 3).

Изучение реологических свойств ПКС различной степени гидратации показало, что в модельных системах с влажностью 60 % и менее не происходила полная гидратация биополимеров ПКС, их структура характеризовалась неоднородностью, наличием негидратированных фрагментов, что подтвердили значения нормальных механических напряжений (таблица 3). С увеличением массы воды в гидратированной ПКС увеличивалась ее пластичность, однородность и уменьшались усилия механических напряжений (с 6,1 до 2,9 кПа). Динамика изменения механических напряжений, оценка органолептических показателей ПКС различной степени гидратации показали, что рациональное соотношение

ПКС и воды составляет 1:2 (влажность 66,7 %), что соответствует требуемым структурно-механическим показателям пищевых систем (паштеты, фарши) традиционного состава.

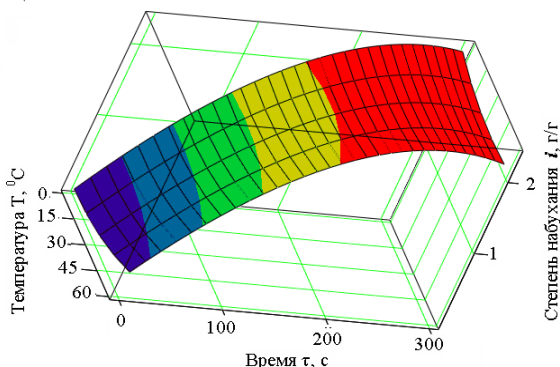


Рисунок 3. Зависимость степени набухания i_{\max} , г/г от времени контакта с технологической средой (бульон из печени говядины) при температурах 15-60°C

Результаты исследований подтвердили, что ПКС обладает высокими ФТС: величина ВСС находится на уровне 97 %, ВУС - 86 %, что обеспечит существенный уровень прочно связанной влаги в готовых изделиях. Эффективное удержание жира (ЖУС - 91 %) и воды (ВУС - 86 %) исключает возможность возникновения бульонно-жировых отеков готовых продуктов. ЭС и СЭ находились на уровне 98 %, что позволяет прогнозировать получение стабильной эмульсии в изделиях с ПКС. Высокие значения ФТС обусловлены значительным содержанием белка в растворенном состоянии, образующем коллоидный раствор в пищевых системах с ПКС. Белки в данном случае выполняют функцию структурообразователя ПАВ и способствуют стабилизации эмульсий.

Таблица 3

Изменение значений нормальных механических напряжений при различном влагосодержании ПКС

Влажность ПКС, %	Соотношение ПКС и воды	Нормальное механическое напряжение (кПа)
60,4	1,0:1,7	6,1
62,6	1,0:1,8	4,8
64,8	1,0:1,9	3,5
66,7	1,0:2,0	2,9
68,4	1,0:2,1	1,9

Как показал эксперимент *in vivo* на *P. Caudatum*, ПКС не проявляет признаков токсичности и является биологически безопасной для здоровья человека. Оценка биотического потенциала свидетельствует о хорошем усвоении питательных компонентов, ПКС по стандартизированной относительной биологической ценности (77,7 %) сопоставима с белком куриного яйца (100 %), что свидетельствует о том, что ПКС может слу-

жить источником полноценного белка. Эксперимент *in vivo* на белых инбредных мышцах линии BALB/c показал, что развитие животных на ранних этапах проходило без существенных отклонений. Вес животных, получающих корм с ПКС, был на 17,6 % больше, чем у особей контрольной группы, что свидетельствует о более высокой усвояемости корма с ПКС. Применительно к человеку можно утверждать, что ПКС будет способствовать увеличению усвояемости обогащаемых ею изделий. Динамика клиничко-биохимических показателей свидетельствует не только о нормальном течении метаболических процессов, но и о более высоком уровне усвояемости углеводов экспериментальной группы, получающей корм с ПКС. Уровень, кальция и фосфора в экспериментальной группе был повышен по сравнению с животными контрольной группы на 12,5 % и 10,5 % соответственно, что свидетельствует о высокой доступности и усвояемости микроэлементов, имеющихся в корме. Одинаковый уровень щелочной фосфатазы на фоне стабильного содержания микроэлементов говорит о нормальном синтезе коллагена остеобластами на фоне умеренной активности остеокластов, что подтверждает преобладание процессов остеосинтеза в костной ткани экспериментальных животных. Скармливание животным рациона с ПКС сопровождалось менее выраженной постпрандиальной гликемической реакцией по сравнению с таковой при стандартной пищевой нагрузке, что свидетельствует о физиологически нормальном течении постпрандиальной гликемии при употреблении продуктов с ПКС, а также об отсутствии панкреотоксического действия.

В четвертой главе представлены результаты исследований ФТС пищевых модельных систем и полуфабрикатов на их основе, обоснованы рецептуры и частные технологии производства паштетов для повышения пищевого статуса и репродуктивного здоровья населения.

Был сформирован информационный банк (таблица 4) ФТС фаршей из свинной (1), говяжьей (2), куриной (3) печени, а также печени кролика (4) в диапазоне концентраций ПКС 10-30 %, позволяющий прогнозировать свойства полуфабрикатов, выход и качество готовых изделий при различных способах термического воздействия.

Таблица 4

ФТС модельных фаршей с ПКС

№ системы	Содержание пасты из ПКС, %											
	контроль			10			20			30		
	ВСС, %	ВУС, %	ЭС, %	ВСС, %	ВУС, %	ЭС, %	ВСС, %	ВУС, %	ЭС, %	ВСС, %	ВУС, %	ЭС, %
1	82	55	51	96	73	55	97	74	58	99	76	57
2	86	56	53	96	74	57	97	75	61	97	77	60
3	83	55	48	92	72	54	93	73	57	94	74	56
4	84	61	63	92	73	66	93	74	70	93	74	69

При комбинировании ПКС с исследуемым сырьем ВСС возрастает на 11-13 %, ВУС – на 16-19 %, а ЭС – на 6-7 % по сравнению с контролем, что обуславливает повышение сочности готовых изделий и сокращение технологические потери при тепловой обработке на 5-6 %.

Сочетание ПКС с сырьем животного и растительного происхождения увеличило в разработанных паштетах массу долю Мп и Си, витаминов В₂, В₅ до уровня более 50 % суточной потребности организма, что позволяет их отнести к витаминизированным продуктам. Компоненты ПКС в составе готовой продукции (паштеты «Нежность», «Витаминный», «Здоровый ребенок») повысили содержание Fe, Zn, Na, P и витаминов В₁, В₆, В₉, В₁₂, С и D до 20-50 % суточной потребности организма, что позволяет отнести новые изделия к функциональным. Включение ПКС в остальные паштеты позволило увеличить содержание по Fe, Zn, Na, P, витаминам В₁ и В₆ до уровня 15 % и более суточной потребности организма, что соответствует общим принципам обогащения продуктов питания. Важно отметить, что во всех готовых изделиях соотношение ω:ω-3 соответствовало рекомендациям НИИ питания РАМН (5-10:1). Биологическая ценность на уровне 66-82 %, показатель сопоставимой избыточности, коэффициент утилитарности разработанных изделий, коэффициент различия аминокислотного сора (таблица 5) позволяют высоко оценить качество белковой составляющей.

Таблица 5

Показатели биологической ценности готовой продукции с ПКС

Наименование изделия	КРАС, %	БЦ, %	Показатель сопоставимой избыточности, %	Коэффициент утилитарности
Паштет «Нежный»	33,6	66,4	3,1	0,77
Паштет «Витаминный»	30,2	69,8	3,2	0,81
Паштет «Здоровый ребенок»	34,3	65,7	3,1	0,81
Паштет «Мамина шкода»	17,7	82,3	3,2	0,88
Паштет «Радость ожидания»	20,0	72,0	3,1	0,74
Паштет «Скорая встреча»	32,8	67,2	3,1	0,78

Таким образом, комбинирование ПКС с компонентами пищевых систем паштетов позволило при обеспечении рекомендуемого баланса ПНЖК получить готовую продукцию функциональной направленности, повысить сбалансированность аминокислот в продуктах (коэффициент утилитарности 0,74-0,88, показатель сопоставимой избыточности - 3,1-3,2 %), обогатить их эссенциальными веществами.

В пятой главе на основании маркетинговых исследований была оценена потенциальная емкость рынка продуктов с включением ПКС. Исследования по потребительским предпочтениям и мотивациям проводились в женских консультациях г. Воронежа, в составе выборки опрошиваемых учитывались социально-демографические данные пар, планирующих рождение детей и беременных (возраст, занятость, физическая

активность) и процент от выборки респондентов. Анализ результатов опросу респондентов показал, что только 23 % имеют какие-либо представления о продуктах, повышающих репродуктивную функцию человека, при этом большинство респондентов либо не задумывались или не знают о существовании такой продукции. Также выяснились сведения о мнении этой целевой группы о частоте и форме получения продуктов специальной направленности, способах приобретения и цене на данные виды продукции. Установлено, что 86 % будут покупать продукты из товарных линеек для повышения пищевого статуса населения репродуктивного возраста, 58 % изъявили желание употреблять такую продукцию не в виде БАД, а в составе обычного рациона питания. 77 % отметили, что удобнее приобретать продукцию для будущих родителей в привычных магазинах розничной торговли или специализированных магазинах здорового питания, что позволяет внедрить продуктовые линейки для этой категории населения в подобные торговые сети. Также выяснено, что большинство опрошенных (61 %) предпочли получать добавку с продукцией животного происхождения. Полученные данные подтвердили, что полученный ассортимент паштетов будет пользоваться спросом более чем у половины целевой аудитории.

Произведен расчет и анализ диапазона розничных цен на единицу продукции на паштеты с ПКС, варьирующийся в пределах 86-137 р. за единицу продукции (батон массой 100-150 г), при этом цена на разработанные паштеты уменьшалась на 11 %. Разработан бизнес-план, проведены опытно-производственные испытания по производству ПКС, пасты на ее основе и паштетов. Основные финансово-экономические показатели доказывают экономическую целесообразность и эффективность внедрения разработанных технологий в производство.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Проведен анализ информационно-патентных исследований в области производства пищевых продуктов профилактической и лечебной направленности для коррекции пищевого статуса и репродуктивной функции человека.

2. Теоретически обоснован и экспериментально подтвержден выбор обогатителей жмыха зародышей пшеницы, альбумина пищевого светлого и фасоли овощной (сорт «Белая плоская»), обеспечивающих повышение качества, пищевой ценности, выхода готовой продукции и способствующих вовлечению в хозяйственный оборот вторичных ресурсов пищевых производств.

3. С применением численного метода сканирования обоснован компонентный состав ПКС (г/100 г: альбумин - 30; ЖЗП - 45; фасоль - 25), определены технологические этапы ее подготовки. Установлены параметры набухания и проращивания (температура – 18-20 °С, продолжительность набухания - 36 ч) фасоли, позволяющие снизить трипсинингибирующую активность и получить готовую продукцию требуемого качества.

4. Выявлено в опытах *in vivo* снижение гликемического индекса, повышение биодоступности кальция и фосфора, активности фермента щелочной фосфатазы, что свидетельствует об усилении процессов остеосинтеза в костной ткани, снижении постпрандиальной гликемической реакции и нормальном течении метаболических процессов организма за счет употребления компонентов ПКС.

5. Определены органолептические, гидратационные, функционально-технологические, реологические, показатели качества и безопасности, микроструктура пищевых систем с ПКС и изделий на их основе, в том числе при хранении.

6. Экспериментально обоснованы параметры, режимы приготовления и сроки хранения ПКС и готовых изделий, позволяющие обеспечить стабильное качество и потребительские свойства паштетов.

7. Установлено, что себестоимость и рекомендуемая цена реализации конечному потребителю находится на уровне 86-137 р., что ниже контроля на 11 % за счет замены традиционного дорогостоящего сырья. Анализ маркетинговых исследований респондентов показал, что 86 % потенциальных потребителей готовы внести в рацион питания новые изделия с целью корректировки нарушений гомеостаза организма.

8. Разработана техническая документация на новые изделия, проведена их опытно-промышленная апробация. Основные финансово-экономические показатели доказывают экономическую целесообразность внедрения разработанных технологий в производственную деятельность (при плановой выручке 63,5 млн. р. в год и годовой прибыли 10,6 млн. р.).

Основные публикации по диссертационной работе

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Алексеева Т.В. Анализ маркетингового потенциала обогащенной пищевой продукции для питания беременных [Текст] / Т.В. Алексеева, Е.В. Белокурова, Н.Ю. Агаева, М.И. Корыстин, Ю.О. Калгина // Новые технологии. - 2020. - № 2 - С. 11-20. (0,6 п.л.; лично соискателем – 0,2 п.л.).

2. Алексеева Т.В. Исследование форм связи влаги пищевой обогащающей композиции для питания беременных [Текст]/ Т.В. Алексеева, Ю.О. Калгина, А.П. Фурсова, Е.О. Здоровцев // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2020. - № 1(60) - С. 31-37. (0,4 п.л.; лично соискателем – 0,1 п.л.).

3. Алексеева Т.В. Биологически активная добавка для питания женщин в период беременности из отечественного вторичного сельхозсырья [Текст] / Т.В. Алексеева, Ю.О. Калгина // Хранение и переработка сельхозсырья. - 2018. - № 4 - С. 10-19. (0,6 п.л.; лично соискателем – 0,3 п.л.).

4. Родионова Н.С. Применение полносвязной искусственной нейронной сети для прогнозирования режимов хранения отечественного низкомасличного сырья в контролируемых средах [Текст] / Н.С. Родионова, Ю.О. Калгина, М.М. Зяблов, В.Б. Науменко // Вестник ВГУИТ. - 2015. - № 3 (65). - С. 113-117. (0,3 п.л.; лично соискателем – 0,1 п.л.).

5. Алексеева Т.В. Влияние кислотности среды на характер равновесного набухания биополимеров пищевой композиции в воде и технологических средах [Текст] / Т.В. Алексеева, К.К. Полянский, Е.А. Климова, Ю.О. Калгина // Вестник ВГУ. - 2020. - № 2 - С. 5-15. (0,7 п.л.; лично соискателем – 0,2 п.л.).

6. Алексеева Т.В. Паштеты из субпродуктов с обогащающими компонентами растительного происхождения [Текст] / Т.В. Алексеева, Ю.О. Калгина, Н.В. Раздобарина // Пищевая промышленность. - 2017. - № 12. - С. 49-52. (0,3 п.л.; лично соискателем – 0,1 п.л.).

7. Алексеева Т.В. Биологически активная добавка для питания военных в условиях Крайнего Севера [Текст] / Т.В. Алексеева, Ю.О. Калгина, Д.А. Бокарев // Пищевая промышленность. - 2018. - № 8 - С. 76-79. (0,3 п.л.; лично соискателем – 0,1 п.л.).

8. Алексеева Т.В. Обогащенные изделия из крупы для питания женщин в период беременности [Текст] / Т.В. Алексеева, Ю.О. Калгина, В.И. Шевченко // Вестник ВГУИТ. - 2016. - № 4 (71). - С. 130-134. (0,3 п.л.; лично соискателем – 0,1 п.л.).

9. Родионова Н.С. Разработка растительной комплексной пищевой системы на основе продуктов переработки сбалансированного жирнокислотного состава [Текст] / Н.С. Родионова, Т.В. Алексеева, Н.Н. Попова, Е.С. Попов, Ю.О. Калгина // Фундаментальные исследования. - 2013. - № 11. - С. 1594-1597. (0,3 п.л.; лично соискателем – 0,1 п.л.).

10. Алексеева Т.В. Получение пищевых эмульгированных пен, обогащенных нативным кальцием [Текст] / Т.В. Алексеева, Ю.О. Калгина, В.С. Евлакова // Вестник ВГУИТ. - 2019. - № 1(79) - С. 120-124. (0,3 п.л.; лично соискателем – 0,1 п.л.).

11. Алексеева Т.В. Разработка рецептур смесей для панировки мясных и рыбных полуфабрикатов [Текст] / Н.С. Родионова, Т.В. Алексеева, О.А. Соколова, Ю.О. Калгина // Международный научно-исследовательский журнал. - 2013. - №7 (14). – С. 88-89. (0,1 п.л.; лично соискателем – 0,05 п.л.).

12. Алексеева Т.В. Влияние рН и температуры на активность и устойчивость каталазы жмыха зародышей пшеницы [Текст] / Т.В. Алексеева, А.А. Родионов, Ю.О. Калгина, А.А. Веснина // В мире научных открытий. – 2016. - № 2 (74). - С. 139-147. (0,6 п.л.; лично соискателем – 0,2 п.л.).

13. Алексеева Т.В. Расширение ассортимента животной продукции путем применения вторичных ресурсов [Текст] / Т.В. Алексеева, Ю.О. Калгина, Н.В. Раздобарина // Хранение и переработка сельхозсырья. - 2017. - № 10. - С. 37-40. (0,3 п.л.; лично соискателем – 0,1 п.л.).

Статьи в базе Scopus и Web of Science

14. Алексеева Т.В. Исследование реологических свойств пасты на основе жмыха зародышей пшеницы как компонента пищевых систем из животного сырья [Текст] / Т.В. Алексеева, А.А. Калгина, А.А. Родионов // Известия ВУЗов. Прикладная химия и биотехнология. - 2016. - Т. 6. - № 4. – С. 133-138. (0,4 п.л.; лично соискателем – 0,1 п.л.).

15. Родионова Н.С. Гигиенические аспекты и перспективы отечественного производства продуктов глубокой переработки зародышей пшеницы [Текст] / Н.С. Родионова, Т.В. Алексеева, Е.С. Попов, Ю.О. Калгина // Гигиена и санитария. - 2016. - Т. 65. - № 1. - С. 74-79. (0,4 п.л.; лично соискателем – 0,1 п.л.).

16. Alekseeva T.V. Study of the effect of fumaric acid on the lipase of wheat germ cake [Текст] / T.V. Alekseeva, E.S. Popov, E.V. Belokurova, J.O. Kalgina // 19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019. - Sofia, 2019. - P. 897-903. (0,4 п.л.; лично соискателем – 0,1 п.л.).

17. Alekseeva T. Study of the Regularities of Inhibition by Organic Acids of the Enzyme Complex Wheat Germ [Текст] / T. Alekseeva, Y. Kalgina, N. Agaeva // 1-st International Symposium Innovations in Life Sciences (ISILS 2019). – Belgorod, 2019. - P. 6-10. (0,3 п.л.; лично соискателем – 0,1 п.л.).

Статьи и материалы конференций

18. Алексеева Т.В. Перспективы производства пищевой продукции функциональной направленности с фракциями глубокой переработки отечественного низкомасличного сырья [Текст] / Т.В. Алексеева, Ю.О. Калгина, В.Б. Науменко // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. - 2016. - № 4 (12). - С. 58-62. (0,3 п.л.; лично соискателем – 0,1 п.л.).

19. Алексеева Т.В. Конструирование компонентного состава пищевой композиции для балансирования ПНЖК - состава [Текст] / Т.В. Алексеева, Н.Ю. Агаева, Ю.О. Калгина // Теория и практика перс. питания. - 2019. - № 2. - С. 75-85. (0,7 п.л.; лично соискателем – 0,2 п.л.).

20. Алексеева Т.В. Перспективы использования продуктов глубокой переработки отечественного сырья в рационах питания лечебно-профилактической направленности [Текст] / Т.В. Алексеева, Ю.О. Калгина, А.П. Фурсова // Товаровед продовольственных товаров. - 2019. - № 9. - С. 69-74. (0,4 п.л.; лично соискателем – 0,1 п.л.).

21. Alekseeva, T. Development of Compounding Enriched Flour Confectionery with Application of Products of Deep Processing of Grain [Text] / T. Alekseeva, Y. Kalgina, A. Vesnina // Journal of EcoAgriTourism. - 2014. -Vol. 10. - № 2. - P. 53-56. (0,3 п.л.; лично соискателем – 0,1 п.л.).

22. Алексеева, Т.В. [Текст] Вторичные отечественные сырьевые ресурсы низкомасличного сырья в секторе HoReCa / Т. В. Алексеева, А. А. Родионов, Ю. О. Калгина // Экономика. Инновации. Управление качеством. - 2014. – № 4 (9). – С. 43-44. (0,1 п.л.; лично соискателем – 0,05 п.л.).

23. Родионова Н.С. Перспективы введения в меню предприятий HORECA мясорастительных блюд с включением отечественного низкомасличного сырья [Текст] / Н.С. Родионова, Т.В. Алексеева, Е.С. Попов, Ю.О. Калгина // Товаровед продовольственных товаров. - 2016. - № 4. - С. 35-41. (0,4 п.л.; лично соискателем – 0,1 п.л.).

24. Алексеева Т.В. Разработка компонентного состава растительной комплексной пищевой системы для применения в области здорового питания населения [Текст] / Т.В. Алексеева, О.А. Соколова, М.М. Зяблов, Ю.О. Калгина // Экономика. Инновации. Управление качеством. - 2013. - №4 (5). - С. 48-50. (0,2 п.л.; лично соискателем – 0,05 п.л.).

25. Алексеева Т.В. Разработка рецептур обогащенных мучных кондитерских изделий с применением продуктов глубокой переработки зерна [Текст] / Т.В. Алексеева, Ю.О. Калгина, М.М. Зяблов // Актуальная биотехнология. - 2014. - №2 (9). - С. 4-6. (0,2 п.л.; лично соискателем – 0,1 п.л.).

26. Алексеева Т.В. Study of the sorption process phytosorbents meal wheat germ cake in technological media [Текст] / Т.В. Alekseeva, Y.O. Kalgina, M.M. Zyablov // Journal of Advanced Research in Technical Science. - 2016. - № 1.- С. 91-95. (0,3 п.л.; лично соискателем – 0,1 п.л.).

27. Алексеева, Т. В. Разработка рецептур печенья функциональной направленности с применением растительных жмыхов [Текст] / Т. В. Алексеева, А. А. Родионов, Ю. О. Калгина // Экономика. Инновации. Управление качеством. - 2014. – № 4 (9). – С. 171-172. (0,1 п.л.; лично соискателем – 0,05 п.л.).

28. Алексеева Т.В. Управление качеством пищевых обогащающих систем их отечественного сырья [Текст] / Т.В. Алексеева, Ю.О. Калгина, Д.А. Бокарев // Вестник ВолГУ. - 2018. - № 2 (8) - С. 37-41. (0,3 п.л.; лично соискателем – 0,1 п.л.). 17 тезисов конференций различного уровня.

Изобретения

29. Патент РФ № 2611172 RU МПК А23L 33/10, А23L 7/152, А23L 13/40, А21D 2/36, А21D 2/38 «Композиция для получения функционального продукта и способ его приготовления» [Текст] / Родионова Н.С., Алексеева Т.В., Попов Е.С., Коломникова Я.П., Попова Н.Н., Климова Е.А., Калгина Ю.О, заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «ВГУИТ» – № 2015148534; заявл. 11.11.2015; опубл. 21.02.2017 – 5 с. (0,3 п.л.; лично соискателем – 0,05 п.л.)

30. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ РФ № 2016619497 «Информационная система моделирования процесса хранения продуктов глубокой переработки низкомасличного растительного сырья» [Текст] / Родионова Н.С., Ивашин А.Л., Попов Е.С., Алексеева Т.В., Калгина Ю.О. заявитель ФГБОУ ВО «ВГУИТ» – № 2016617139; заявл. 05.07.2016; дата регистрации в реестре 22.08.2016. – 1 с. (0,1 п.л.; лично соискателем – 0,02 п.л.)

Подписано в печать 29.03.2021 г.

Формат 60x84 1/16

Усл. печ. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ № _____

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет
инженерных технологий»

Адрес университета и отдела полиграфии ФГБОУ ВО «ВГУИТ»:
394036, Воронеж, пр. Революции, 19