

В диссертационный совет по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук 24.2.425.03 на базе ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, профессора
Курбановой Марины Геннадьевны

на диссертационную работу Бикбулатова Павла Станиславовича «Разработка технологии и рецептур аналогов мясных рубленых изделий с использованием растительных белковых гидролизатов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.3. Пищевые системы (технические науки)

Актуальность темы диссертационного исследования

Диссертационная работа Бикбулатова П.С. посвящена решению актуальной научно-практической задачи – разработке технологии и рецептур аналогов мясных рубленых изделий на основе гидролизатов белка гороха и подсолнечного шрота. Актуальность темы обусловлена необходимостью преодоления дефицита полноценного пищевого белка в рационе населения, который, согласно данным Всемирной организации здравоохранения, затрагивает около трети населения Земли. В условиях трансформации структуры питания, вызванной как экологическими вызовами, так и изменением потребительских предпочтений, а также переходом к устойчивым моделям потребления, разработка растительных аналогов мясных изделий становится одной из приоритетных задач пищевой промышленности. Это направление полностью соответствует стратегическим приоритетам государственной политики в области обеспечения продовольственной безопасности и эффективного использования отечественного сырья.

Выбор объектов исследования обоснован как экономическими, так и технологическими факторами. Горох зелёный полевой (*Pisum arvense* L.) сорта «Самариус» является традиционной для России высокобелковой культурой с высокой агроэкологической адаптивностью, а подсолнечный шрот представляет собой значительный вторичный сырьевой ресурс маслоперерабатывающей промышленности, ежегодный объём которого в Российской Федерации составляет 8,5–10,5 млн т. Использование данных сырьевых источников позволяет не только решить задачу импортозамещения белковых ингредиентов, но и сократить продовольственные потери, повысить ресурсоэффективность отрасли, что соответствует принципам циркулярной экономики и устойчивого развития.

Вместе с тем создание полноценных аналогов мясных рубленых полуфабрикатов, сопоставимых по органолептическим, структурно-механическим и функциональным свойствам с традиционными мясными продуктами, остаётся сложной технологической задачей. Это обусловлено низкой биодоступностью

белков гороха и подсолнечного шрота, наличием антипитательных факторов (ингибиторов протеаз, фитиновой кислоты, полифенольных соединений), а также несбалансированным аминокислотным профилем сырья. В связи с этим разработана научно обоснованных технологических параметров ферментативного гидролиза растительного сырья и создание на их основе рецептур аналогов мясных рубленых изделий с заданными функционально-технологическими свойствами и пищевой ценностью является актуальной научно-прикладной задачей, имеющей важное значение для развития отечественной пищевой промышленности.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные положения, выводы и рекомендации, представленные в диссертационной работе П.С. Бикбулатова, обладают высокой степенью обоснованности, что подтверждается комплексным подходом к решению поставленных задач, использованием современной методологической базы и значительным объёмом экспериментальных данных.

Теоретической основой работы послужил глубокий анализ отечественных и зарубежных источников (147 наименований). Достоверность результатов обеспечена применением стандартизированных методов исследования, регламентированных действующей нормативной документацией (ГОСТ, ТР ТС), и проведением экспериментов на сертифицированном оборудовании в лабораториях ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет» и на производственной базе ООО «Прайм Питание» (г. Екатеринбург). Особую значимость представляет использование методов математического моделирования (симплекс-метод линейного программирования) для оптимизации рецептур, что позволило минимизировать себестоимость сырьевого набора при соблюдении заданных ограничений по содержанию белка, жира и функционально-технологическим свойствам. Экспериментальная часть выполнена на представительных выборках сырья с проведением исследований в 3–5-кратной повторности, а обработка данных проведена с использованием стандартных методов вариационной статистики.

Обоснованность выводов подтверждается их соответствием поставленным задачам и непротиворечивостью экспериментальным данным. Каждое научное положение аргументировано результатами собственных исследований автора и сопоставлено с данными других исследователей. Дополнительным подтверждением служит широкая апробация результатов на международных и всероссийских научно-практических конференциях, а также их опубликование в 23 печатных работах, включая 5 статей в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Таким образом, научные положения, выводы и рекомендации базируются на надёжной экспериментальной базе и современной методологии, что позволяет считать их в полной мере обоснованными и достоверными.

Научная новизна исследований, полученных результатов и выводов, сформулированных в диссертации

Научная новизна диссертационного исследования заключается в разработке теоретически обоснованных и экспериментально подтверждённых подходов к созданию аналогов мясных рубленых изделий на основе гидролизатов

растительного белка с заданными функционально-технологическими и потребительскими свойствами. Автором впервые на основании комплексного исследования пяти сортов гороха и подсолнечного шрота обоснован выбор сырья для получения белковых гидролизатов. Установлено, что горох сорта «Самариус» характеризуется наиболее высоким содержанием белка (26–28 %) и оптимальным аминокислотным скором по лимитирующим серосодержащим аминокислотам (84,4 %), тогда как подсолнечный шрот имеет выраженный дефицит по лизину (скор 49,1 %), что требует его комбинирования с другими источниками белка.

Принципиально новым результатом является научное обоснование и экспериментальное подтверждение технологических параметров комбинированного ферментативного гидролиза растительного сырья. Впервые доказано, что применение комплекса ферментных препаратов – протеазы «Протозим Н» (1,5 %), амилазы (0,5 мл/кг) для гороха, целлюлазы (1,0 %) для подсолнечного шрота в сочетании с лактатом кальция (0,5 %) – обеспечивает синергетический эффект, позволяющий достичь степени гидролиза белков до 45–55 % и получить гидролизаты с содержанием белка 70,5 % (горох) и 68,9 % (подсолнечный шрот) при значительном улучшении функционально-технологических свойств. Перевариваемость полученных гидролизатов составляет 91,22 % (ГБГ-3) и 88,92 % (ГБП-3), что на 23–25 % выше, чем у исходного сырья. Установлены закономерности влияния гидролизатов на формирование физико-химических, структурно-механических и органолептических показателей аналогов мясных рубленых изделий: внесение гидролизата горохового белка обеспечивает повышение влагоудерживающей способности до 75,4 %, жирудерживающей способности до 80,8 %, снижение потерь при тепловой обработке и позволяет получить продукт с содержанием белка не менее 22,7 % и сбалансированным аминокислотным профилем (скор метионин + цистеин – 86,9–89,1 %).

Важным элементом научной новизны является применение методов математического моделирования для оптимизации рецептур аналогов мясных рубленых изделий. Решение оптимизационной задачи линейного программирования позволило обеспечить заданные показатели качества (содержание белка ≥ 16 %, жира ≤ 18 %, потери при тепловой обработке ≤ 19 %) при снижении затрат на сырьё на 4 %. Методом *in silico* с использованием программы BIOPER-UWM впервые идентифицированы пептиды гидролизата белка подсолнечного шрота, обладающие множественной биологической активностью: ингибированием АПФ, ренина, ДПП-3, ДПП-4, неприлизина; стимуляцией усвоения глюкозы; гипоурикемическим и регуляторным эффектами. Новизна технических решений подтверждена свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2026661925.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость диссертационного исследования П.С. Бикбулатова заключается в развитии научных представлений о закономерностях ферментативного гидролиза растительных белков (гороха и подсолнечного шрота) и их влиянии на функционально-технологические свойства пищевых систем. Автором впервые систематизированы и экспериментально подтверждены критерии выбора сорта гороха для получения белковых гидролизатов с учётом не только содержания белка, но и аминокислотного профиля. Существенным теоретическим вкладом является обоснование возможности использования комбинированной

ферментативной обработки (протеаза + амилаза/целлюлаза + лактат кальция) для модификации растительных белков с целью улучшения их растворимости, эмульгирующих, влаго- и жиросодержащих свойств.

Разработанная математическая модель оптимизации рецептур аналогов мясных рубленых изделий, базирующаяся на симплекс-методе линейного программирования, позволяет прогнозировать показатели качества (содержание белка, жира, потери при тепловой обработке) в зависимости от рецептурного состава и может быть использована для разработки аналогичных продуктов в пищевых технологиях.

Практическая значимость работы не вызывает сомнений и подтверждается разработкой и утверждением нормативной документации: ТУ и ТИ 10.89.19-003-40586197-2025 на гидролизаты белка гороха и подсолнечного шрота, ТУ и ТИ 10.13.14-002-40586197-2025 на аналоги мясных рубленых изделий (биточки растительные «Солнышко» и «Гороховые»). Предложенные автором рецептуры и технологические решения позволяют получать продукты с высоким содержанием белка (18,3–22,7 %), сбалансированным аминокислотным профилем и низкой себестоимостью.

Разработанная технология апробирована в промышленных условиях на производственной базе ООО «Прайм Питание» (г. Екатеринбург), что подтверждено соответствующими актами. Экономическая целесообразность внедрения подтверждена расчётами, демонстрирующими снижение себестоимости продукции по сравнению с традиционными мясными полуфабрикатами. Результаты исследования используются в учебном процессе на кафедре технологии питания ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет» при подготовке бакалавров и магистров по направлениям в области пищевых технологий.

Личный вклад соискателя в разработку научной проблемы

Автором проведён анализ современного состояния проблемы в области получения растительных белковых гидролизатов и разработки аналогов мясных продуктов, систематизированы литературные данные по технологическим свойствам сои, гороха и подсолнечного шрота, а также по биологически активным компонентам растительного сырья, что позволило сформулировать цель и задачи исследования, обосновать выбор сырьевых источников.

Соискатель разработал программу и методологию экспериментальных исследований, включая планирование серий опытов по изучению физико-химических показателей сырья, оптимизации параметров ферментативного гидролиза (концентрация ферментных препаратов, гидромодуль, продолжительность процесса) и оценке функционально-технологических свойств полученных гидролизатов. Автором выполнены экспериментальные работы по обоснованию рецептур аналогов мясных рубленых изделий, включая подбор рациональных концентраций вносимых гидролизатов, органолептическую оценку образцов с применением разработанных дескрипторных профилей и балльных шкал.

Значителен вклад автора в разработку и оформление нормативной документации (ТУ и ТИ), подготовку заявки на программу для ЭВМ и получение свидетельства о государственной регистрации №2026661925. Соискатель участвовал в промышленной апробации разработанной технологии на

производственной линии ООО «Прайм Питание», а также в проведении экономических расчётов, подтверждающих целесообразность внедрения новых продуктов.

Автором самостоятельно обработаны и систематизированы экспериментальные данные, сформулированы выводы и научные положения, выносимые на защиту. Результаты диссертационного исследования опубликованы в 23 научных работах, включая 5 статей в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, и неоднократно докладывались автором на международных и всероссийских научно-практических конференциях, что свидетельствует о его ведущей роли в представлении и апробации полученных результатов научному сообществу.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям Положения о присуждении учёных степеней

Диссертационная работа П.С. Бикбулатова выполнена в соответствии с классической структурой и изложена на 145 страницах основного машинописного текста. Работа характеризуется чёткой логической организацией, включающей введение, четыре главы, заключение, выводы, список литературы (147 источников) и семь приложений, подтверждающих практическую реализацию научных результатов. Экспериментальные данные систематизированы на высоком уровне и представлены в 53 таблицах и 27 рисунках, что обеспечивает наглядность и достоверность изложенной информации.

Библиографический аппарат исследования отличается полнотой и репрезентативностью, включая 147 литературных источников, из которых значительная часть – зарубежные публикации, что свидетельствует о глубоком анализе отечественного и международного опыта по рассматриваемой тематике.

Автореферат диссертации отвечает всем требованиям к структуре, объёму, оформлению и стилю изложения. Полностью соответствует содержанию работы, отражает её основные положения, научную новизну, теоретическую и практическую значимость, а также выводы и рекомендации.

Диссертационная работа и автореферат соответствуют требованиям, установленным Положением о присуждении учёных степеней, и критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по научной специальности 4.3.3. Пищевые системы (технические науки).

Оценка содержания диссертации и её завершённость

Во введении диссертационной работы обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, охарактеризованы научная новизна, теоретическая и практическая значимость, представлены положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Обзор литературы» проведён глубокий анализ современного состояния проблемы получения растительных белков из вторичного сырья, рассмотрены особенности технологий их производства на основе гороха и подсолнечного шрота, обобщены сведения о функционально-технологических свойствах растительных белков и их применении в пищевой промышленности. Аналитический обзор позволил автору обосновать выбор направления исследований и сформулировать задачи диссертационной работы.

Вторая глава «Объекты и методы исследования» содержит подробную характеристику объектов исследования, включая пять сортов гороха,

подсолнечный шрот, ферментные препараты, гидролизаты растительного белка и модельные образцы аналогов мясных рубленых изделий. Представлена развёрнутая схема проведения исследований, описаны современные стандартизированные методы анализа физико-химических, органолептических, микробиологических показателей и показателей безопасности, а также методы математического моделирования и статистической обработки данных.

Третья глава «Получение и оценка качества гидролизатов из растительного белковосодержащего сырья» посвящена результатам экспериментального обоснования технологии получения гидролизатов белка гороха (ГБГ) и подсолнечного шрота (ГБП). Автором установлены оптимальные параметры ферментативного гидролиза, доказана эффективность применения комбинированной ферментативной обработки, получены гидролизаты с содержанием белка 70,5 % (ГБГ-3) и 68,9 % (ГБП-3) с улучшенными функционально-технологическими свойствами. Методом *in silico* идентифицированы пептиды, обладающие множественной биологической активностью.

Четвёртая глава «Разработка рецептуры и технологии аналогов мясных полуфабрикатов на основе растительного белка» содержит результаты экспериментальной отработки рецептур и технологических параметров. На основе анализа потребительских предпочтений (опрос 500 респондентов) и методов математического моделирования разработаны оптимизированные рецептуры аналогов мясных рубленых изделий. Проведена оценка качества, безопасности и пищевой ценности разработанных продуктов. Установлен гарантированный срок хранения – 9 месяцев.

Заключение и выводы диссертации логично вытекают из содержания работы, полностью соответствуют поставленным задачам и отражают основные научные и практические результаты исследования.

Таким образом, диссертационная работа П.С. Бикбулатова является завершённым научным исследованием, выполненным на высоком методическом уровне, характеризующимся внутренним единством и чёткой логической структурой.

Вопросы, замечания и рекомендации по диссертационной работе

При общей положительной оценке диссертационного исследования П.С. Бикбулатова, по его содержанию возник ряд вопросов и замечаний, требующих пояснения в ходе защиты.

1. В третьей главе диссертационной работы (стр. 53–57) автором исследовано пять сортов гороха и выбран сорт «Самариус» с содержанием белка 26–28 %. Однако в таблице 14 (стр. 55) представлены сорта с аминокислотным скором по серосодержащим аминокислотам, варьирующим от 76,6 % до 84,4 %. Чем обусловлен выбор именно сорта «Самариус» при сравнительно небольшом преимуществе по данному показателю, и учитывалось ли при этом содержание антипитательных факторов (ингибиторов трипсина, фитиновой кислоты) в выбранном сорте?

2. В главе 3 (стр. 63–71) автором определены оптимальные параметры ферментативного гидролиза. Установлена эффективность применения лактата кальция (0,5 %) для осаждения белков и улучшения органолептических показателей. В то же время из текста неясно, исследовалось ли влияние других

солей кальция (например, хлорида или глюконата кальция) на процесс гидролиза и качество конечного продукта, и чем обусловлен выбор именно лактата кальция?

3. В четвертой главе (таблицы 6–9, стр. 17–19 автореферата) представлены рецептуры и органолептические показатели разработанных аналогов мясных рубленых изделий. Однако из текста неясно, проводилась ли оценка влияния различных концентраций вносимых гидролизатов (горохового и подсолнечного) на структурно-механические показатели в динамике хранения. Автором выбраны концентрации 19,8 % (ГБГ) и 22,2 % (ГБП) на основе свежеприготовленных образцов, но остаются ли эти концентрации оптимальными для сохранения качества продукта в процессе хранения?

4. В таблице 12 (стр. 20 автореферата, стр. 117 диссертации) представлен аминокислотный профиль разработанных продуктов. Для образца 2.1 аминокислотный скор по метионину + цистеину составляет 86,9 %, для образца 2.2 – 89,1 %. Каким образом автор планирует решить проблему лимитирования по серосодержащим аминокислотам в разработанных продуктах, и рассматривалась ли возможность комбинирования гидролизатов гороха и подсолнечного шрота в одной рецептуре для достижения синергетического эффекта по аминокислотному профилю?

5. В разделе 4.3 (стр. 108–112 диссертации) представлены результаты исследования структурно-механических показателей разработанных аналогов. Однако из текста неясно, проводилось ли сравнение разработанных продуктов с традиционными мясными рублеными изделиями (например, котлетами из говядины или курицы) по показателям твердости, упругости, когезии и пережевываемости. Насколько разработанные аналоги приближены к мясным продуктам по данным показателям?

6. В выводах (стр. 125–126 диссертации) указано, что разработанные продукты способны удовлетворять 25–26 % суточной потребности в белке при потреблении 100 г продукта. При этом стандартная порция растительного аналога мясного рубленого изделия составляет 100 г. Однако в рецептуре (таблица 6, стр. 17 автореферата) масса полуфабриката указана как 100 г, но при термической обработке происходят потери (8–10 %). Следует ли рассчитывать процент удовлетворения суточной потребности на готовый (жареный) продукт, и как изменяется содержание белка в нём после тепловой обработки?

Стоит отметить, что высказанные вопросы имеют преимущественно дискуссионный характер и отражают перспективные направления дальнейшего развития исследования. Они не снижают научной ценности диссертационной работы, уровня её выполнения и обоснованности полученных автором выводов.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении учёных степеней

Диссертационная работа Бикбулатова Павла Станиславовича, выполненная на тему «Разработка технологии и рецептур аналогов мясных рубленых изделий с использованием растительных белковых гидролизатов» представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.3. Пищевые системы, является завершённой научно-квалификационной работой, результаты которой имеют существенное значение для развития теории и практики создания растительных аналогов мясных продуктов на основе гидролизатов растительных белков.

По актуальности, научной новизне, объему выполненных исследований, теоретической и практической значимости диссертационная работа соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. (в действующей редакции), предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор, Бикбулатов Павел Станиславович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.3. Пищевые системы (технические науки).

Доктор технических наук (специальность
05.18.04 – Технология мясных, молочных и
рыбных продуктов и холодильных производств),
профессор, заведующая кафедрой технологии
продуктов питания животного происхождения
ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный
университет»



Курбанова М.Г.

«28» июля 2026 г

Я, Курбанова Марина Геннадьевна, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Бикбулатова Павла Станиславовича и их дальнейшую обработку.

Контактные данные

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кемеровский государственный университет»,
Технологический институт пищевой промышленности.

Адрес: 650000, Кемеровская обл. – Кузбасс.

г. Кемерово, ул. Красная, д. 6.

Веб-сайт: <https://kemsu.ru>

E-mail: tppgs@kemsu.ru

Телефон: +7(3842)39-68-58

