

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

Красноштановой Аллы Альбертовны на диссертационную работу  
Рождественской Лады Николаевны «Развитие научной теории и практики  
обеспечения качества пищевых продуктов и рационов с использованием  
белковосодержащего растительного сырья»,  
представленную на соискание ученой степени доктора технических наук  
по специальности 4.3.3. Пищевые системы (технические науки)

### **Актуальность темы исследования**

В указе Президента РФ «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 г. и на перспективу до 2036 г.» обоснована необходимость решения задач, направленных на оптимизацию структуры питания населения. В Стратегии повышения качества пищевой продукции до 2030 г. и Постановлении Президиума РАН «Об актуальных проблемах оптимизации питания населения России: роль науки» перечислены важнейшие задачи по совершенствованию структуры питания населения. К ним следует отнести обоснование принципов здорового и оптимального питания человека, профилактику алиментарных и алиментарно-зависимых заболеваний, создание адекватных инструментов поддержки принятия управленческих решений при формировании новых пищевых систем и рационов.

Производство продуктов здорового питания с заданными характеристиками из отечественного сырья, позволяющих осуществлять коррекцию пищевого статуса, может быть связано с использованием потенциала бобовых культур. Применение бобовых не только как источника растительного белка, но и как сырьевого ингредиента, формирующего качественные характеристики получаемой на их основе пищевой продукции, сопряжено с рядом проблем, в числе которых наличие антипитательных веществ, которые снижают биодоступность белка, витаминов и минеральных веществ. Это делает актуальными научные исследования и разработку технологий, направленных на снижение содержания антипитательных компонентов в бобовых, повышение биодоступности, улучшение органолептических и функционально-технологических свойств.

Поиск решений, направленных на создание возможностей достижения Целей устойчивого развития, предполагает ряд системных действий, среди которых: активное использование систем нутриентного профилирования как основы здорового питания; целенаправленное изменение продовольственных систем для снижения рисков для продовольственной безопасности и питания;

сдвиг в питании в сторону расширения использования растительного белка, особенно бобовых культур; использование потенциала национальных программ питания для обеспечения системного оздоровления рационов и устойчивости продовольственных систем.

Вышеизложенное обуславливает актуальность поиска решений, которые позволят обеспечить доступность здоровых устойчивых рационов населения с акцентом на использование потенциала продуктов переработки бобового сырья. С этой точки зрения предложенный в работе научно-практический подход к формированию пищевых продуктов и рационов на основе концепции нутриентной плотности, соответствующий критериям здорового питания и задачам обеспечения устойчивости продовольственной системы, является актуальным.

#### **Личный вклад соискателя**

Личный вклад соискателя состоит в постановке и обосновании проблемы, разработке структуры и схемы проведения исследований, выполнении теоретических и экспериментальных работ, обработке и анализе полученных результатов, обобщении материалов и подготовке их к публикации, а также в организации внедрения результатов. Диссертация и автореферат написаны автором лично.

#### **Научная новизна исследования, полученных результатов и выводов, сформулированных в диссертации**

Соискателем разработан и обоснован методологический подход к созданию и применению системы мониторинга, оценки и ранжирования проектируемых и существующих пищевых продуктов и рационов устойчивого здорового питания, основанный на интеграции аппарата нечеткой логики, интеллектуальных цифровых технологий и концепции нутриентной плотности.

Рождественской Л.Н. обоснован и апробирован методологический подход к формированию системы нутриентного профилирования (включая принципы и алгоритм разработки модели нутриентного профилирования (МНП)), разработана МНП и интегральный показатель оценки качества рационов (ИПОКР); обосновано использование созданных МНП и ИПОКР при ранжировании и проектировании пищевой продукции и рационов с повышенной нутриентной плотностью.

В диссертации научно обосновано применение разработанной гармонизированной системы РВ-анализа («риск – выгода»), обеспечивающей комплексную оценку и ранжирование вариантов альтернативных белковых источников с одновременным учетом показателей пищевой ценности,

потенциальных рисков и факторов устойчивости при формировании и проектировании новых пищевых систем.

Рождественской Л.Н. разработана и экспериментально подтверждена методология проектирования белковосодержащих пищевых систем на основе унифицированной системы оценки качества и функционально-технологических свойств (ФТС) бобовых белковых ингредиентов (сухих изолятов, концентратов и гидролизатов), обеспечивающая сопоставимость ФТС и их целенаправленное использование при выборе сырья и режимов обработки.

Впервые соискателем установлены закономерности влияния механоферментативного гидролиза (МФГ) на динамику ФТС и распределение фракций молекулярной (пептидной) структуры белка; выявлены взаимосвязи между показателями ФТС и пептидным профилем при варьировании степени механотонкого измельчения и ферментативного воздействия, что создает основу для целенаправленного проектирования пищевых систем.

Соискателем научно обосновано и экспериментально подтверждено использование СВЧ-обработки как технологического приема снижения содержания антипитательных веществ в продуктах переработки бобовых; установлена эффективность и направленность изменений содержания фитиновой кислоты и ингибитора протеаз в зависимости от параметров СВЧ-воздействия.

Рождественской Л.Н. разработан и апробирован цифровой инструментальный реализации научно-практического подхода к проектированию и оценке пищевых систем и рационов на основе модуля программного средства, обеспечивающего автоматизированный расчет МНП и ИПОКР на этапах разработки рецептур, оценки нутриентной плотности, ранжирования пищевой продукции и комплексной оценки качества и эффективности рационов. Показана воспроизводимость результатов и возможность применения модулей для поддержки принятия решений при работе с разнородными и неполными данными.

Научная новизна подтверждена заявкой на патент РФ № 6364094617 «Способ производства эмульсионного соуса».

#### **Степень обоснованности и достоверности научных положений и выводов по диссертации**

Достоверность результатов подтверждается тщательным анализом отечественной и зарубежной литературы, использованием современных методов исследования, осуществляемого в лаборатории на сертифицированном оборудовании с установленными метрологическими характеристиками в многократной повторности, использованием соответствующих методов математической и статистической обработки полученных экспериментальных данных.

Степень достоверности подтверждена результатами экспериментальных исследований, большими объемами экспериментальных данных, обработанных методами расчета статистической достоверности измерений с использованием серии компьютерных программ: Microsoft Office Word и Excel для Windows 10, Statistica 13, Fuzzy Logic Toolbox среды MATLAB 2021.

Выводы аргументированы, обсуждение результатов проведено обстоятельно и логично. Рекомендации убедительно обоснованы.

#### **Соответствие диссертации паспорту специальности**

Диссертационная работа содержит элементы научной новизны в рамках Паспорта специальности 4.3.3 «Пищевые системы», а именно:

п. 4. Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства.

п.10. Механизмы и прогнозирование трансформаций сырья и пищевых продуктов на различных этапах жизненного цикла продукта.

п.11. Технологии пищевых продуктов с заданными потребительскими свойствами.

п.12. Новые виды ресурсов и их применение в пищевых системах.

п.19. Разработка и применение цифровых технологий для сбора, обработки, анализа баз данных, проектирования пищевых систем, выработке новых технологических подходов, развития потребительского рынка.

#### **Теоретическая и практическая значимость полученных результатов**

Теоретическая значимость рассматриваемой диссертации состоит в создании методологического подхода к разработке различных пищевых систем на основе продуктов переработки бобового сырья с учетом возможностей их использования, как в качестве основного рецептурного ингредиента, так и пищевых технологических добавок, с последующей их оценкой и ранжированием на основе использования цифровых инструментов нутриентного профилирования.

Практическая значимость рассматриваемой диссертации состоит в создании модуля программного средства «Мониторинг питания и здоровья» (внедрен в ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора), реализующего расчеты предложенных оригинальных инструменты ранжирования и оценки: МНП и ИПОКР; формировании баз данных: «Сравнительная база данных химического состава продуктов питания» (БД RU 2024621145) и «Результаты гигиенической оценки организованного питания в общеобразовательных организациях» (БД RU 2023623681); разработке и утверждении технической

документации: ТУ и ТИ 10.85.19-052-03814269-2024 «Соусы кулинарные пастообразные на основе гидролизатов бобовых»; ТУ и ТИ 10.84.12-124-03814269-2025 «Майонезный соус с ИГБ (изолятом горохового белка)»; ТИ и ТУ 10.84.12-125-03814269-2025 «Соусы на основе растительных масел, обогащенные гидролизатами бобовых»; ТИ и ТУ 10.85.11-026-39898879-2024 «Полуфабрикаты мясосодержащие в тесте замороженные с добавлением ИГБ (изолята горохового белка)»; ТУ и ТИ 10.89.19-10.85.11-027-39898879-2024 «Вареники с начинками из картофеля и овощей с добавлением ИГБ (изолята горохового белка)»; формировании сборников рецептур блюд и типовых меню: для организации питания обучающихся 1–4-х классов в общеобразовательных организациях (2022); для организации питания детей в образовательных организациях и организациях отдыха детей и их оздоровления (от 7 до 18 лет) (2023); для организации питания детей в дошкольных образовательных организациях (2023).

Полученные технические решения апробированы на предприятиях ООО «Фуд-Мастер Фабрика», ООО «Прогресс питания», что подтверждено соответствующими документами. Новизна технических решений подтверждена заявкой на патент РФ № 6364094617 «Способ производства эмульсионного соуса».

Таким образом, научная и практическая значимость полученных соискателем результатов не вызывает сомнений.

### **Содержание и оформление диссертации**

Диссертация Рождественской Л.Н. представляет собой законченный труд, в котором полностью достигнута поставленная цель и задачи исследований. Диссертация четко структурирована. Диссертация состоит из введения, семи глав, списка литературы из 509 источников, в том числе 241 зарубежных авторов, и 10 приложений. Основное содержание работы изложено на 350 страницах компьютерного текста, содержит 90 рисунков и 63 таблицы.

### **Соответствие автореферата основным положениям диссертации**

Автореферат диссертации Рождественской Л.Н. содержит исчерпывающую и хорошо иллюстрированную таблицами и графиками информацию по всем основным аспектам выполненного научного исследования. В автореферате обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, определены новизна и практическая значимость работы, изложены основные положения диссертации.

Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертации.

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

В **первой главе** представлен аналитический обзор современных подходов к понятиям «продовольственная система» и «устойчивое здоровое питание», выделена их определяющая роль в формировании режимов питания и пищевого статуса населения; выделены основные вызовы для науки при формировании рационов современного человека.

Во **второй главе** приведена методология организации эксперимента, охарактеризованы объекты исследования, даны описания аналитических и экспериментальных методов.

**Третья глава** посвящена разработке методологии оценки и ранжирования пищевых продуктов и рационов на основе интегральной оценки качества питания. Приведено подробное описание методического подхода применения аппарата нечеткой логики и интеллектуальных цифровых технологий на этапах сбора, обработки и анализа баз данных, создания и использования систем мониторинга, ранжирования и оценки проектируемых и существующих рационов здорового устойчивого питания, визуализированного в модуле системы оценки пищевых продуктов и рационов.

В **четвертой главе** соискатель проводит систематизацию и унификацию подходов к оценке роли растительного белка, качества и функционально-технологических свойств белковосодержащих продуктов переработки бобового сырья. Доказана перспективность использования бобового растительного белка в пищевых рационах. Дана характеристика аминокислотного состава бобового сырья, наличия в нем антипитательных компонентов.

Предложен методический подход оценки и сопоставления различных вариантов альтернативных источников белка, основанный на разработанной гармонизированной системе РВ-анализа («риск – выгода») выбора компонентов, для формирования новых пищевых систем.

Соискателем показано, что наиболее важным для масштабного использования потенциала продуктов переработки бобового сырья является применение методов биоконверсии, направленных на повышение их биоусвояемости и снижение содержания антипитательных нутриентов, например, таких как механоферментативный гидролиз. Кроме того, разработана и верифицирована унифицированная система оценки качества и функционально-технологических свойств продуктов переработки бобового сырья, получаемых в ходе

переработки и биоконверсии/биодеструкции; на ее основе предложена методология проектирования белоксодержащих пищевых систем.

**В пятой главе** приведены результаты исследований динамики функционально-технологических свойств и молекулярной структуры растительного белка в процессе механоферментативного гидролиза. Обосновано его применение для модификации белоксодержащих продуктов белкового сырья и изменения качественных характеристик и функционально-технологических свойств получаемых гидролизатов.

**В шестой главе** описаны эксперименты по использованию продуктов переработки растительного белкового сырья в различных пищевых системах, а также результаты апробации системы принятия решений, позволяющей осуществлять проектирование рецептур и технологии производства продуктов с использованием белоксодержащих продуктов бобового сырья.

**В седьмой главе** приведены результаты практической апробации методологии системы оценки и ранжирования пищевых продуктов и рационов на основе интегральной оценки качества питания.

Выводы полностью основаны на полученных диссертантом результатах, отражают цель и суть проведенного исследования, соответствуют поставленным задачам.

#### **Подтверждение опубликованных основных результатов диссертации в научной печати**

По теме диссертационной работы опубликовано 87 работ, в том числе 10 статей в журналах, входящих в базу данных RSCI; 9 статей в журналах, рекомендованных ВАК (К1, К2); 8 статей в изданиях, индексируемых в наукометрических базах данных Web of Science и Scopus, 3 монографии, а также 2 свидетельства о регистрации баз данных.

#### **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

Предложенные в работе концептуальные подходы, инструментарий и результаты верификации методологического подхода к процессу оценки и ранжирования пищевых систем и рационов развивают перспективное научное направление, связанное с обеспечением населения здоровым питанием и формированием устойчивых продовольственных систем. Предложенные подходы к использованию механоферментативного гидролиза и СВЧ-обработки в процессе модификации и улучшения свойств ППБС могут быть рекомендованы к применению в отношении других бобовых культур, а также для предприятий пищевой индустрии различной направленности производства.

## Недостатки в содержании и оформлении диссертации

При общей положительной оценке уровня научной новизны и практической значимости следует отметить ряд недостатков, имеющих место в работе:

1. В работе наблюдается вариативность объектов исследования: в одних экспериментах изучаются только белки гороха, в других – добавляются белки чечевицы. Требуется пояснить логику такого подхода и критерии отбора объектов на разных этапах.

2. В работе представлена табл. 16, посвящённая унификации методической базы определения функционально-технологических свойств. Однако не раскрыта методология её составления: по каким критериям отбирались методики, как оценивалась их применимость к разным видам сырья? Требуется пояснение.

3. На рис. 55 представлена структура «белка гороха». Однако белок гороха – собирательное понятие, включающее несколько фракций (глобулины: легумин, вицилин, конвицилин; альбумины и др.), существенно различающихся по свойствам. Неясно, структура какой именно фракции приведена на рисунке.

4. Дозировки ферментных препаратов указаны в массовых процентах по отношению к субстрату. Для воспроизводимости результатов желательно указывать активность ферментов в единицах активности на объём или массу (например, ед/мл или ед/г субстрата).

5. Почему в качестве стандарта для гель-электрофореза белковых продуктов выбран лецитин, а не традиционные белковые маркеры?

6. В табл. 28 и 29 приведены номера образцов, но из текста неясно, каким рецептурным или технологическим вариантам соответствуют эти номера.

7. В работе для соусов использованы гидролизаты белка чечевицы, а для заправки салатов – гидролизаты горохового белка. Логика такого распределения не пояснена. Необходимо дать пояснения, чем обусловлен выбор конкретного гидролизата для каждого типа продукта

8. Не ясно, как проводился расчет себестоимости – только с учетом затрат на сырье или полный расчет по всем статьям расхода (энергозатраты, трудозатраты, амортизация оборудования и т.п.).

Указанные недостатки носят рекомендательный характер и не снижают высокого уровня выполненной работы.

## Заключение

Диссертационная работа Рождественской Лады Николаевны на тему: «Развитие научной теории и практики обеспечения качества пищевых продуктов и рационов с использованием белковосодержащего растительного сырья», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.3 Пищевые системы (технические науки), является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной проблемы, имеющей существенное значение для развития пищевых технологий и пищевой промышленности. На основе проведенных исследований были предложены новые методологические подходы к созданию и применению системы мониторинга, оценки и ранжирования проектируемых и существующих пищевых продуктов и рационов устойчивого здорового питания, основанные на интеграции аппарата нечеткой логики, интеллектуальных цифровых технологий и концепции нутриентной плотности, а также к формированию системы нутриентного профилирования.

По актуальности, новизне, методическому уровню, объему и достоверности полученных результатов, научной и практической значимости диссертационная работа Рождественской Лады Николаевны соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г (с изменениями и дополнениями от 25 января 2024 г.), предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.3 Пищевые системы (технические науки).

Официальный оппонент  
гражданин Российской Федерации,  
доктор химических наук, профессор,  
профессор кафедры биотехнологии  
Федерального Государственного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»

Красноштанова А.А.

23.04.2022

