

### **Отзыв официального оппонента**

кандидата технических наук, доцента **Цыганка Сергея Николаевича** на диссертационную работу **Руськиной Алёны Александровны** «Разработка технологии сонохимической модификации картофельного крахмала для пищевых систем», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.3. Пищевые системы (технические науки)

**Актуальность темы диссертационной работы.** основополагающим фактором достижения стратегических целей внутренней и внешней политики Российской Федерации является состояние здоровья, увеличение продолжительности и повышение качества жизни населения. Современная пищевая индустрия ориентирована на обеспечение спроса потребителей в достаточном количестве продуктов питания сбалансированных по функциональным характеристикам. Обеспечение глобальной продовольственной безопасности и технологического суверенитета государства возможно за счет эффективного использования продовольственных ресурсов, разработки новых технологических решений для повышения пищевой ценности и доступности пищевой продукции, что согласуется со Стратегии НТР РФ (Приоритеты и перспективы научно-технологического развития Российской Федерации п. 20-г). Разработка новых технологических решений, построенная на комплексном подходе использования современных методов и инструментов воздействия на продовольственное сырье, станут ресурсом для своевременное достижение больших вызовов (пункт-г, ориентированный на повышение конкурентоспособности отечественной продукции). Обозначенные приоритеты имеют высокую степень актуальности, их достижение позволит обеспечить население продуктами питания с заданными характеристиками полезности, а производителей пищевыми ингредиентами.

Сегодня использование функционально-технологических пищевых добавок на основе модифицированного картофельного крахмала в пищевой промышленности является одним из решений компенсации вариативности качества и ресурсосбережения используемого продовольственного сырья при формировании пищевой системы в технологических потоках. Поэтому свойства применяемых функционально-технологических пищевых добавок и ингредиентов должны быть стабильными независимо от воздействующих факторов самой пищевой системы и агрессивных воздействий технологических процессов.

В связи с этим диссертационная работа Руськиной А.А., посвященная разработке технологии сонохимической модификации картофельного крахмала для пищевых систем, является актуальной и своевременной.

**Обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.** Научные положения, выводы и практические рекомендации, сформулированные в диссертационной работе Руськиной А.А., научно обоснованы и базируются на подробном теоретическом анализе, а их достоверность подтверждена значительным объемом изученных литературных источников и массивом полученных автором экспериментальных данных. Экспериментальные исследования выполнены в условиях повторяемости с применением комплекса корректной математической и статистической обработкой результатов. Полученные результаты согласуются с общетеоретическими основами и практическими данными других авторов.

Экспериментальные исследования проводились в период с 2018 по 2023 г. Основные этапы работы выполнялись на базе научно-исследовательских лабораторий ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)»: НОЦ «Нанотехнологии», международной научно-исследовательской лаборатории «Синтез и анализ пищевых ингредиентов» кафедры пищевых и биотехнологий. Исследования выполнены при финансовой поддержке программы стратегического лидерства «Приоритет 2030», стратпроект № 3 «Экосреда постиндустриальной агломерации», подпроект «Экотехнологии ресурсосбережения АПК».

Методологической основой работы являются труды отечественных и зарубежных ученых по вопросам глубокой переработки картофеля и производства модифицированных крахмалов. Для решения поставленных задач применялись общенаучные подходы, при проведении экспериментальных исследований использовались стандартные и специальные методы исследований.

Основные результаты и положения диссертационной работы Руськиной А.А. опубликованы в 22 научных работах, из них 12 статей в журналах, входящих в перечень ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, две публикации в изданиях, индексируемых в международной базе Scopus, одна статья в базе данных RSCI, получено два патента. Основные результаты и выводы представленной диссертационной работы апробированы, обсуждены и доложены на международных и всероссийских научно-практических конференциях.

**Научная новизна полученных результатов.** Диссертационная работа Руськиной А.А. содержит элементы научной новизны, соответствующие пунктам 8, 11, 13 и 36 Паспорта специальности ВАК РФ 4.3.3. Пищевые системы. Автором научно обоснована и экспериментально доказана эффективность использования кавитационных эффектов низкочастотного ультразвука для направленного изменения морфологии и структуры зерен картофельного крахмала. Определены рациональные режимы ультразвукового воздействия по двум критериям: размеру

частиц; массовой доли амилозной фракции. Впервые доказано, что эффекты ультразвукового воздействия при модификации крахмала улучшают его функционально-технологические свойства. Впервые подтверждено *in vitro* влияние эффектов кавитаций ультразвука на увеличение доли резистентной фракции в сонохимически модифицированном крахмале. С использованием метода *in silico* спрогнозированы высокоспецифичные межмолекулярные взаимодействия амилозы с рецепторами антиканцерогенного и иммуномодулирующего действия, что доказывает физиологическую ценность модифицированной формы крахмала. Научно обоснованы рецептуры и получены мясные эмульсионные фарши обеспечивающих добавленную полезность готовых изделий с заменой говядины на белое мясо птицы и внесением модифицированного крахмала с высокой долей резистентной фракции пребиотического действия.

### **Значимость полученных результатов для науки и практики**

Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы Руськиной А.А. заключается в применении научно обоснованного подхода к осуществлению процессов модификации картофельного крахмала на основе кавитационных эффектов низкочастотного ультразвука с целью улучшения его ФТС, для использования как пищевой добавки; увеличения в крахмале доли амилозной фракции и использования как ингредиента для обеспечения добавленной полезности.

Практическую значимость диссертационной работы подтверждают полученные патенты РФ: № 2708557 «Способ производства модифицированного крахмала»; № 2810087 «Способ получения высокоамилозного картофельного крахмала», разработанная автором технологическая инструкция, полученные акты внедрения и промышленной апробации разработок.

Материалы диссертации используются в учебном процессе на кафедре пищевых и биотехнологий Южно-Уральского государственного университета для студентов направлений подготовки 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья» и 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения», 19.04.01 «Биотехнология».

Результаты, полученные в ходе работы над диссертацией обладают практической ценностью и могут быть использованы в пищевой индустрии, в том числе при производстве продуктов питания функциональной направленности.

**Общая характеристика диссертационной работы.** Диссертационная работа Руськиной А.А. построена по традиционному принципу и состоит из введения, основной части из четырех глав, заключения, списка сокращений, списка литературы и приложений. Диссертационная работа изложена на 159

страницах печатного текста, включает 29 таблиц, 31 рисунок, 199 источников литературы отечественных и зарубежных авторов, 4 приложения.

Во введении представлены основные положения диссертационной работы: актуальность, степень разработанности темы исследования, цель, задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов.

В первой главе представлен аналитический обзор российских и зарубежных открытых информационных источников по теме исследования. Рассмотрены химический состав, структура растительных высокомолекулярных углеводов, их значение для гомеостаза человека. Описаны технологии модификации крахмалов и их влияние на формирование функционально-технологические свойства (ФТС) и пищевую ценность. На основе анализа теоретических данных сформулированы цель и задачи собственных исследований.

Во второй главе описана методология диссертационного исследования. Представлена схема диссертационного исследования, в соответствии с которой представлен экспериментальный материал, описаны анализируемые объекты, используемые материалы и применяемые методы.

Экспериментальная часть диссертационной работы представлена в последующих взаимосвязанных главах 3, 4 и 5.

В третьей главе представлены результаты обоснования пригодности картофельного сырья трех ботанических сортов – Ред Скарлетт, Браслет, Розара, произведенного в Челябинской области, для получения крахмалов.

В четвертой главе исследованы возможности применения кавитационных эффектов низкочастотного ультразвука для модификации ФТС и полезности крахмала выделенного из картофеля сорта Ред Скарлетт и установлены рациональные режимы ультразвукового воздействия. На основании проведенных исследований сформирован массив данных влияния кавитационных эффектов низкочастотного ультразвука в условиях вариативности режимов воздействия на свойства водных крахмальных суспензий.

В пятой главе представлены результаты экспериментальных исследований, доказывающие эффективность применения сонохимически модифицированного крахмала в составе мясных эмульсионных полуфабрикатов для колбасного производства.

В заключении обобщены результаты и представлены выводы, которые характеризуют решение задач для достижение поставленной цели.

Приложения включают свидетельства о государственной регистрации патентов на изобретения, титульный листы технологической инструкции и акты внедрения.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертационной работы и отражает все наиболее важные положения в соответствии с требованиями ВАК РФ.

Таким образом, основные положения диссертации подтверждены результатами проведенных исследований и получили развернутое и содержательное обоснование в тексте диссертации. Основные результаты и выводы соответствуют цели и задачам исследования, анализу полученных данных, приведенных в работе.

**Замечания по работе.** По результатам анализа диссертации и автореферата Руськиной А.А. в порядке дискуссии имеются вопросы, замечания и пожелания.

1. В экспериментальных исследованиях по ультразвуковому воздействию на 10% суспензию крахмала не указан объем обрабатываемой суспензии.

2. Каким образом в экспериментальных исследованиях добивалось равномерное ультразвуковое воздействия на обрабатываемую суспензию? Например, использовалось ли дополнительное перемешивание (ручное или автоматизированное)?

3. При высокоинтенсивном ультразвуковом воздействии происходит не только кавитационное разрушение обрабатываемого сырья, но и источника ультразвукового воздействия. Оценивалось ли наличие следов титанового сплава ВТ-5 (материал рабочего инструмента) в обрабатываемой суспензии?

4. Не совсем корректно показана удельная мощность ультразвукового воздействия (Вт/л). Необходимо проводить привязку к акустической мощности (измеряется калориметрическим методом), вводимой в обрабатываемую среду.

5. При расчете экономической эффективности на примере ультразвукового промышленного аппарата "БУЛАВА-П" модель УЗАП-10/18-ОП необходимо учитывать:

– акустическую мощность аппарата, вводимую в обрабатываемую среду, а не полную мощность;

– частоту ультразвукового воздействия. В ультразвуковом промышленном аппарате она составляет 18 кГц, а в экспериментальных исследованиях применялось ультразвуковое воздействие на частоте 22 кГц;

– дополнительные возможности ультразвукового промышленного аппарата. Экспериментальные исследования проводились при нормальных условиях, а ультразвуковой промышленный аппарат позволяет осуществлять ультразвуковое воздействие при избыточном давлении в обрабатываемой среде до 0,2 МПа. Известно, что повышение избыточного давления позволяет кавитационному пузырьку запасть большей энергией и, как следствие, дать больший кавитационный эффект.

Отмеченные недостатки не носят принципиального характера и не влияют на основные теоретические и практические результаты работы.

В целом диссертационная работа Руськиной А.А. является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором на современном методическом уровне. По структуре, объему проведенных исследований, их аналитической проработке и уровню практической значимости представленная диссертационная работа соответствует п. п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (ред. от 26.01.2023 г.), предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор Руськина Алёна Александровна заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.3. Пищевые системы.

Официальный оппонент:

кандидат технических наук (специальность 05.17.08 – процессы и аппараты химических технологий), доцент, доцент кафедры методов и средств измерений и автоматизации Бийского технологического института (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Цыганок Сергей Николаевич

08.08.2024 г.

БТИ ФГБОУ ВО «АлтГТУ»

Почтовый адрес: 659305, Сибирский федеральный округ, Алтайский край, г.

Бийск, улица имени Героя Советского Союза Трофимова, 27

Тел. +7-913-237-62-39

e-mail: grey@bti.secna.ru

Подпись Цыганка С.Н. удостоверяю:

