

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по научной работе
Федерального государственного
автономного научного учреждения
«Всероссийский научно-
исследовательский институт молочной
промышленности» (ФГАНУ «ВНИМИ»),
доктор технических наук

 Н.С. Пряничникова
«11» августа 2025 г

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного автономного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности» (ФГАНУ «ВНИМИ») на диссертационную работу **Малинина Артема Владимировича** на тему: **«Разработка технологических подходов получения биоактивных упаковочных материалов для пищевых систем»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.3. Пищевые системы (технические науки).

Актуальность работы

Стратегия научно-технологического развития РФ определяет главной целью достижение продовольственной безопасности и технологического суверенитета страны. В этом контексте разработка новых технологических решений сохранения высокого качества продуктов переработки продовольственного сырья на всех этапах товародвижения является главной задачей обеспечения населения качественными и безопасными продуктами питания, решение которой требует комплексного подхода.

Стоит отметить что сегодня, значительные объемы продовольственных потерь (около 40% от общего объема) является весомым материальным ущербом для экономики страны, а также источником неоправданного загрязнения окружающей среды. В соответствии с чем, прослеживается необходимость сокращения количества пищевых отходов по всей цепочке товародвижения, а действенным инструментом минимизации проблемы может являться упаковка с оптимальными функционально-эксплуатационными свойствами. В настоящее время широкое применение полимерных пленочных материалов разного химического состава для упаковки пищевых продуктов создаёт новые риски, связанные с ее безопасностью, а также, защитой окружающей среды.

Исследования, посвященные созданию инновационных природных биоматериалов, способных не только сохранять качество продуктов питания,

но и сигнализировать о глубине качественных изменений, приобретают особую важность и, несомненно, определяет актуальность представленной диссертационной работы Малинина Артема Владимировича, направленной на разработку технологических подходов получения биоактивных упаковочных материалов для пищевых систем.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, определяется использованием прогностических исследований и обработки полученного массива экспериментальных данных современного математического аппарата на основе использования серии компьютерных программ Microsoft Office Word и Excel для Windows 10, Statistica 13, MathCad 14.0 Professional, OriginPro 8.0 AutoDock, SR5, SPSS 25.0, xTB, MOPAC.

Представленные в работе научный анализ и выводы подтверждены результатами экспериментальных исследований, полученных с высокой степенью статистической достоверности и производственных испытаний.

Результаты исследований апробированы, представлены и обсуждены на международных, всероссийских научно-практических конференциях. Соискателем опубликовано 22 научные работы, в том числе 13 научных статей в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, одна публикация в издании, индексируемом в международной базе данных Scopus, получено четыре патента. Автореферат и опубликованные научные труды Малинина Артема Владимировича в полной мере отражают основные научные результаты диссертационной работы.

Научная новизна результатов диссертационного исследования

Научная новизна результатов, полученных в ходе выполнения диссертационного исследования, а также сформулированных выводов и разработанных рекомендаций не вызывает сомнений. Представленные в диссертационной работе результаты разработки биоактивных упаковочных материалов для пищевых систем отличаются оригинальностью и соответствуют критериям научной новизны.

Научная новизна диссертации Малинина А.В. соответствует требованиям паспорта специальности ВАК РФ 4.3.3 – Пищевые системы, в частности, положениям пунктов 8, 13, 17 и 27, и выражается в следующих аспектах:

- научно обоснована и доказана с использованием квантово-химических вычислений целесообразность применения комплекса антоцианов экстракта черники в качестве пигмента-сенсора в составе полисахаридной матрицы биоактивного экоматериала.

- впервые доказана эффективность применения низкочастотного ультразвукового воздействия в режиме воздействия 700 Вт/л, экспозиции 5 мин для получения биоактивных пленочных экоматериалов с улучшенными эксплуатационными свойствами, контролируемой биоразлагаемостью и безопасностью для упаковки, сигнализирующей о процессах порчи продукта.

- обоснована и экспериментально доказана эффективность использования эмульсии Пикеринга, структурированной комплексом

альгината натрия (Alg-Na) и наночастиц оксида цинка (НЧ ZnO), в составе биоматериалов-сенсоров для усиления барьерных и бактерицидных свойств упаковки.

– показана эффективность применения биоматериалов-сенсоров, чувствительных к pH, при упаковке разных видов пищевых систем для оценки динамики изменения их качества с использованием колориметрической шкалы.

Значимость результатов диссертационной работы для науки и производства определяется достижением цели путем решения задач и полученными новыми научными знаниями в области моделирования технологических подходов для производства биоактивных упаковочных материалов для пищевых систем. В рамках работы обоснован компонентный состав биополимеров основной матрицы биоактивных пленочных материалов; исследован биотехнологический потенциал выборки биополимеров и пигментов, применимых для матрицы упаковочного материала. Проведена оценка влияния эффектов низкочастотного ультразвукового воздействия для формирования устойчивой биоактивной композиции. Разработана композиция на основе растительных антоциановых компонентов и наночастиц пищевого ZnO обуславливающая антимикробные эффекты и чувствительность пленок к изменению pH среды в условиях высокой влажности, что определяет биоактивные упаковочные материалы-сенсоры для пищевых систем к pH – чувствительным. Оценена экономическая эффективность разработки, разработана документация по стандартизации.

Были проведены пилотные исследования биоактивных упаковочных материалов-сенсоров на пищевых системах продуктов животного происхождения (образы мяса птицы и морепродуктов) для оценки перехода цвета панели биосенсора, фиксирующей интенсивность биохимических реакций пищевой системы продукта в зависимости от уровня его свежести.

Практическая значимость заключается в разработке технологии получения биоматериалов-сенсоров для мониторинга и контроля пищевых систем и их апробации в условиях действующего предприятия ООО «Линум» (Акты промышленной апробации).

Учитывая практическую значимость полученных в работе результатов, рекомендуется их использовать по нескольким направлениям:

1. Теоретические и практические материалы должны явиться основанием для проведения дальнейших исследований в направлении совершенствования технологии биоактивной интеллектуальной упаковки.

2. Разработанные технологические решения использовать для внедрения на предприятиях пищевой промышленности.

3. Использовать результаты научных исследований в учебном процессе ВУЗов, реализующих основные образовательные программы подготовки по направлениям «Биотехнология», «Продукты питания растительного и животного происхождения, а также, в системе послевузовского образования.

Оценка структуры и содержания работы

Диссертация работа Малинина А.В. имеет логически выстроенную структуру, которая отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к квалификационным научным работам и состоит из введения, 5 глав, включающих аналитический обзор литературы, методическую часть, результаты собственных исследований, заключения, списка литературы и приложений. Основной текст изложен на 124 страницах, включает 27 таблиц, 18 рисунков и 159 литературных источника, в том числе 86 иностранных. Оформление диссертации соответствует требованиям, предъявляемым к диссертационным работам.

Автором четко определена концепция работы, предметная область собственных исследований, средства и методы, используемые для достижения поставленной цели. Прослеживается единство всех разделов работы, каждая глава заканчивается анализом и обоснованием перехода на новый этап исследований. Написание каждой экспериментальной главы диссертационной работы основано на осмыслении результатов, постановке и решении конкретных задач. Диссертационная работа написана хорошим научным языком. Цель и задачи работы сформулированы четко.

Во **введении** обоснована актуальность диссертационной работы, степень ее проработанности, сформулирована цель и определены задачи, изложены научная новизна и практическая значимость, сформулированы научные положения, выносимые на защиту.

В первой главе представлен анализ отечественных и зарубежных литературных источников по теме диссертационной работы. Проведен анализ имеющейся информации по сохранению продовольственных ресурсов и проблем, определяющих необходимость поиска новых технологических решений в данном направлении, в том числе подходов и методов их минимизации на разных этапах товародвижения. Проведен анализ патентных разработок в части природных пигментов, современных методов пролонгирования сроков годности пищевых продуктов, что позволило спрогнозировать возможности применения для этих целей биоактивных компонентов в составе материалов для упаковки пищевой продукции. В конце данной главы автором была выдвинута рабочая гипотеза.

Представлен анализ существующих технологий получения биоактивных экоматериалов, применимых для упаковки и хранения продуктов питания, а также составе природных биоактивных пигментов-сенсоров, что подтверждает целесообразность и актуальность объекта разработки.

Во второй главе автором представлены объекты и методы исследования. При выполнении диссертационной работы использовались как стандартные методы анализа комплекса показателей, так и современные методы исследований с применением методов молекулярного моделирования. Представлена развернутая структурная схема проведения исследования, подтверждающая способность соискателя планировать научную работу.

В третьей главе представлены результаты экспериментального обоснования ресурсной (сырьевой) базы для получения пленочных материалов-сенсоров. Проведен анализ растительных природных биополимеров для формирования каркаса матрицы будущих пленочных материалов, с учетом их способности к пленкообразованию. Представлены результаты тестовых исследований растительных пигментов, в части применимости в качестве сенсорных систем, при включении в активную композицию матрицу пленочных материалов-сенсоров. Результаты скрининговых исследований биоактивных веществ изучаемого перечня растительных пигментов с применением программного обеспечения ПО xTV, что позволяет наглядно отображать эффективность использования в качестве индикаторного наполнителя антоцианов экстракта черники для биополимерной матрицы упаковочного материала.

В четвертой главе изложены результаты разработки технологических подходов на основе применения низкочастотного ультразвукового воздействия для обеспечения функциональных и эксплуатационных свойств биоактивных упаковочных материалов для пищевых систем. С учетом проведения испытаний процессов биотрансформации компонентов (полимеров, пигментов и биоактивной эмульсии), а также полученной базы экспериментальных данных определен рациональный режим ультразвукового воздействия для получения пленочных материалов-сенсоров. Также показана эффективность встраивания в структуру матрицы упаковочного материала-сенсора эмульсии Пикеринга, структурированной биоактивными веществами. Представлены результаты мониторинга барьерных свойств, биоразлагаемости, бактерицидных и фунгицидных свойств, безопасности модельных образцов пленочных материалов-сенсоров, полученных при использовании рационального режима воздействия ультразвука.

В пятой главе представлен комплексный подход подбора пищевых систем с ограниченным сроком хранения для анализа эксплуатационных свойств разработанных материалов биосенсоров. Сформирована доказательная база оценки применения для сохранения пищевых систем за счет ингибирования микробиологической порчи, своевременного фиксирования критических изменений качества; рассчитана экономическая эффективность и разработана нормативная документация, осуществлена производственная апробация результатов.

В заключении соискателем сформулированы выводы по результатам диссертационных исследований, подтверждающие соответствие цели и выполнение поставленных задач.

Диссертация написана грамотно, научным языком, содержит табличные и графические материалы. Научные положения и выводы, сформулированные в диссертации, обоснованы полученными экспериментальными данными и подтверждены статистической обработкой.

Содержание автореферата Малинина Артема Владимировича объективно отражает содержание диссертации, включает основные результаты проведенного исследования и полностью отражает содержание

работы. По содержанию, структуре, объему и оформлению автореферат соответствует требованиям ВАК Минобрнауки России.

Несмотря на высокий научный, методологический и практический уровень работы по результатам анализа диссертационного исследования Малинина А.В., отмечен ряд **замечаний и вопросов, требующих пояснений**:

1. Работа перегружена разноплановыми исследованиями и, в результате, при анализе содержания не обнаружены (возможно упущены) основополагающие для упаковочных материалов методы контроля безопасности разработанной упаковки по ТРТС 005/2013, а также, непонятно-как и в каких условиях упаковывали исследуемые пищевые продукты перед хранением.
2. Требуется пояснения выбор концентрации суспензии пленкообразующих веществ (1%) - данные представлены на стр.58, табл.9.
3. Из литературных источников известно, что использование солей цинка небезопасно в составе пищевой упаковки. С какой целью использованы наночастицы оксида цинка, и почему их безопасность оценивалась исключительно с применением микробиологических тест-культур?
4. Желательно пояснить каким образом, будут интегрироваться разработанные полимерные материалы сенсоры в структуру биоактивной упаковки для пищевых систем, возможно ли преждевременное реагирование цветного сенсора при хранении свежего продукта?
5. С учетом важности решаемых в рамках диссертационных исследований задач, направленных на сохранение продовольственных ресурсов и обеспечения реализации нацпроектов, возможно ли в текущий момент оперативное внедрение разработанных технологических подходов на пищевых предприятиях? Есть ли интерес к предлагаемым технологическим решениям со стороны потенциальных партнеров?
6. В качестве замечаний можно отметить недопустимость построения зависимостей по трем точкам (рис.16 диссертации и, соответственно, рис.11 автореферата); наличие орфографических опечаток; отсутствие в списке литературы публикаций ученых, которые перечислены в разделе «Степень разработанности темы».

Указанные замечания носят дискуссионный характер, не отражаются на основных положениях, представленных автором к защите, и не снижают научную и практическую ценность диссертации, выполненной на высоком методологическом уровне.

Заключение

Совокупность представленных результатов диссертационной работы Малинина Артема Владимировича на тему «Разработка технологических подходов получения биоактивных упаковочных материалов для пищевых систем» позволяет считать, что цель достигнута и задачи, поставленные автором, выполнены. Работа представляет собой заверченный научно-исследовательский труд на актуальную тему в области технологии пищевых систем, характеризуется новизной, теоретической и практической

значимостью и соответствует пп.5,8,13,27 паспорта специальности 4.3.3 Пищевые системы. Научные положения, выводы и рекомендации, представленные в диссертации и автореферате Малинина Артема Владимировича на соискание ученой степени кандидата технических наук, соответствует требованиям п. 9 «Положение о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842 (в актуальной редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Малинин А.В., заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.3 – Пищевые системы (технические науки).

Поставленные в диссертационном исследовании цель и задачи полностью решены, выводы обоснованы.

Отзыв на диссертационную работу Малинина А.В. «Разработка технологических подходов получения биоактивных упаковочных материалов для пищевых систем», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.3 Пищевые системы рассмотрен и утвержден на расширенном заседании лаборатории Технологий упаковки ФГАНУ «ВНИМИ»

Присутствовало на заседании 9 чел. Результаты голосования «за» 9 чел, «против» 0 чел, «воздержались» 0 чел. Протокол №3 от 11 августа 2025г.

Отзыв подготовлен:

Заведующий лабораторией
Технологий упаковки ФГАНУ
«ВНИМИ», докт. техн. наук


Д.М.Мяленко

Подпись руки Д.М.Мяленко удостоверяю
Специалист по кадрам


Н.И. Гаркуша

Контактные данные:

Федеральное государственное автономное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности» (ФГАНУ «ВНИМИ»);

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации;

Адрес: 115093, город Москва, улица Люсиновская, дом 35, корпус 7;

Телефон: +7 (499) 236 31 64;

Электронная почта: info@vnimi.org.