

В диссертационный совет 99.0.092.02 на базе ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности», ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)» 125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 11, корп. А.

ОТЗЫВ

Официального оппонента доктора технических наук, руководителя отдела научно-прикладных и технологических разработок Насоновой Виктории Викторовны, на диссертацию Мяленко Дмитрия Михайловича «Научные и практические аспекты совершенствования упаковочных материалов с ускоренной деградацией для молочной продукции» представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по научной специальности 4.3.3. «Пищевые системы» (технические науки)

Актуальность темы диссертационного исследования

Разработка упаковочных материалов с ускоренной деградацией представляет собой одну из приоритетных задач, обозначенных в рамках Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации и национального проекта «Экология». Работа направлена на снижение негативного воздействия полимерных материалов на окружающую среду с одновременным сохранением их высоких эксплуатационных свойств. Особенно актуальна тема в контексте обеспечения безопасности и качества выпускаемой молочной продукции в условиях повышения требований современных потребителей.

Помимо этого, проблема утилизации синтетических материалов, объемы производства которых ежегодно возрастают, имеет глобальное значение. Внедрение биоразлагаемых упаковочных материалов позволяет снизить нагрузку на экосистемы, ускорить процессы разложения отходов и уменьшить углеродный след пищевой промышленности. Особое внимание в диссертации уделено взаимодействию упаковочных материалов с продуктами питания, что соответствует современным требованиям к упакованным продуктам.

Актуальность работы подтверждается её соответствием задачам федерального проекта «Комплексная система обращения с твердыми

коммунальными отходами», направленного на переход к экономике замкнутого цикла. Кроме того, предлагаемые решения могут стать основой для внедрения инновационных технологий в пищевой промышленности, обеспечивая долгосрочный экологический эффект и улучшая качество жизни населения.

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

Обоснованность научных положений и выводов работы Мяленко Д.М. подтверждается комплексным подходом к исследованию, включающим теоретический анализ, экспериментальные данные и практическую апробацию. Научные положения диссертации базируются на современных достижениях фундаментальной и прикладной науки в области пищевых продуктов, в частности технологий создания модифицированных синтетических и биоразлагаемых материалов.

Выводы и рекомендации сформулированы на основе анализа значительного объема эмпирических данных, полученных в ходе экспериментальных исследований, а также экспертных оценок и сравнительного анализа. Применение методов математического анализа и статистической обработки обеспечило высокую достоверность полученных результатов. Практическая значимость подтверждена внедрением на предприятиях молочной промышленности и полимерных производствах, что свидетельствует об их эффективности и применимости в реальных условиях. Таким образом, научные положения, выводы и рекомендации диссертации обладают высокой степенью обоснованности и могут быть использованы для дальнейшего развития теории и практики в области совершенствования упаковочных материалов для молочной продукции.

Достоверность и научная новизна исследований, полученных результатов и выводов, сформулированных в диссертации

Достоверность представленных в работе результатов и выводов подтверждается выбором соответствующих методологических решений, объемом выборки объектов исследований, применением современных методов анализа и аттестованного испытательного оборудования, обеспечивающего единство измерений. Проведенные исследования выполнены в необходимом и достаточном объеме, а анализ и интерпретация экспериментальных данных проведен с использованием современных статистических инструментов. Полученные результаты согласуются с

фундаментальными принципами и данными, представленными авторитетными учёными в области темы диссертационной работы.

Автором разработана концепция, базирующаяся на 3 ключевых позициях:

- Реализация комплексного подхода к созданию современных упаковочных материалов позволит определить вектор развития и научные принципы их совершенствования; спрогнозировать и оценить направленное воздействие компонентов упаковочной системы на контактирующий молочный продукт.

- Разработку технологии упаковочных материалов с заданным комплексом функциональных свойств можно обеспечить за счет: рационального сочетания приемов направленного регулирования состава и свойств исходного базового сырья и модифицирующих компонентов: оптимизации соотношения компонентов, оптимизации технологического процесса формирования материалов при изготовлении и прогнозирования потенциальной деградации упаковочных систем в посттехнологических условиях.

- Совокупность свойств молочного продукта, сроков и условий его хранения определяет базовый научно-технологический подход к выбору упаковочных систем, адаптированных к конкретным условиям применения.

Научная новизна работы состоит в разработке научных и практических аспектов совершенствования упаковочных материалов с ускоренной деградацией для молочной продукции.

Развиты методологические основы и определены диапазоны применения антимикробных компонентов при создании модифицированных и биоразлагаемых полимерных материалов.

Выявлены закономерности морфологических изменений, модифицированных синтетических и биоразлагаемых материалов при их хранении в условиях компостирования и при воздействиях, инициирующих фотоокислительную деструкцию.

Установлены зависимости изменения физико-механических показателей модифицированных материалов на основе полиолефинов и биополимеров в условиях компостирования и при воздействиях, инициирующих фотоокислительную деструкцию.

Выявлены закономерности изменения качества молочной продукции и пищевых моделей при их хранении в биоразлагаемой упаковке.

Предложена прогностическая модель оценки скорости деградации биоразлагаемых материалов в условиях компостирования.

Исследование представляет собой значительный вклад в интеграцию наукоемких решений в технологии производства модифицированных полимерных и биоразлагаемых упаковочных материалов с ускоренной

деградацией для молочной и пищевой продукции, что позволяет повысить их конкурентоспособность и соответствие современным и опережающим стандартам качества.

Теоретическая и практическая ценность результатов диссертационной работы

Автором осуществлено развитие методологических основ и научно-технологических подходов в области создания и изучения модифицированных упаковочных систем для молочной продукции на основе полиолефинов и биополимеров с учетом их взаимодействия с пищевыми продуктами и окружающей средой.

Показана возможность использования природных компонентов в качестве основных модификаторов при создании полимерной упаковки с комплексом антимикробных и антиоксидантных свойств.

Систематизированы и обобщены результаты исследований по созданию антимикробных модифицированных упаковочных материалов, а также рассмотрены принципы активации бактерицидных свойств их поверхности с использованием ультрафиолетового излучения, а также теоретические и практические основы биоразложения природных полимеров, применимых в качестве упаковки для пищевой продукции легли в основу разработки патентов на изобретения и программного обеспечения: № 2024667793 «Прогностическая модель деградируемости пленочных упаковочных материалов»; RU 2422475 C1 «Способ активации поверхности полимерного материала, модифицированного антимикробной добавкой бетулин»; RU 2725644 C1 «Биодеградируемая полимерная композиция с антимикробными свойствами на основе полиолефинов»

Личный вклад соискателя в разработку научной проблемы

Диссертационная работа выполнена автором самостоятельно и является результатом многолетних научных исследований. Автором лично определены актуальность, цель и задачи, сформулирована концепция, обоснованы объекты и методы исследований; получены и обобщены теоретические и экспериментальные данные, сформулированы основные результаты и выводы.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям Положения «О порядке присуждения учёных степеней»

Основные содержание диссертационной работы опубликовано в 66 печатных работах, в том числе, в 3 монографиях, 18 в журналах из перечня

ВАК, 7 в статьях, индексируемых в международных базах цитирования Web of Science и Scopus, в 3 патентах РФ на изобретение, в журналах и материалах конференций, индексируемых РИНЦ (RSCI).

Диссертация состоит из введения, семи глав, результатов и выводов, списка использованных литературных источников (481 наименование) и приложений. Основной текст изложен на 253 страницах, содержит 32 таблицы и 129 рисунков.

Автореферат включает 50 страниц и отражает содержание работы достаточно полно.

По структуре, порядку построения, объему, оформлению и изложению материала диссертация и автореферат полностью соответствуют требованиям ВАК при Минобрнауки России, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, утвержденным Положением «О порядке присуждения учёных степеней».

Оценка содержания диссертации и ее завершенность

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и задачи, сформулирована научная новизна, отмечены теоретическая и практическая ценности, а также достоверность полученных результатов работы, приводятся методология и методы, основные научные положения, выносимые на защиту, и информация о внедрении и апробации данной работы.

В первой главе представлен подробный обзор литературы, охватывающий современные подходы к созданию биоразлагаемых и модифицированных полимеров. Рассмотрены основные виды полимеров и модификаторов, используемых для улучшения свойств упаковочных материалов, включая антимикробные и антиоксидантные добавки. Приведены данные о методах утилизации, таких как компостирование и фотоокислительная деструкция, а также их применимость в пищевой промышленности.

Во второй главе детально описаны объекты и методы исследования, включая параметры экспериментальных установок, применяемых для анализа физико-химических характеристик материалов. Особое внимание уделено методам оценки биоразлагаемости и безопасности упаковочных материалов. Подробно представлены стандартизированные методики, обеспечивающие достоверность и воспроизводимость полученных результатов.

Третья и четвертая главы посвящены детальному исследованию физико-механических свойств, разработанных синтетических и биоразлагаемых материалов, в том числе модифицированных антимикробными и антиоксидантными компонентами (бетулин и дигидрокверцетин). Представлены результаты исследования оценки их устойчивости в условиях длительного хранения, компостирования и воздействия УФ-излучения. Проведен сравнительный анализ влияния различных концентраций добавок на физико-химические свойства упаковки. Выявлена высокая эффективность природных добавок в обеспечении антимикробной активности, предотвращении роста нежелательной микрофлоры и сохранении структурной целостности материалов.

Проведена оценка микроскопических характеристик, разработанных образцов в условиях лабораторного компостирования методом сканирующей электронной микроскопии. Показано, что на поверхности синтетических и биоразлагаемых материалов после компостирования на всей поверхности наблюдаются многочисленные трещины, уходящие в глубь материала практически по всей поверхности.

Анализ ИК – спектров материала полилактид-полибутиленаддипаттерефталат до и после компостирования показал сильные отклонения от спектра контрольного образца. Это свидетельствует о протекании деструктивных процессов у данного компаунда особенно после 12 месяцев хранения.

Автором предложен и успешно использован в работе Коэффициент деградации, представляющий собой отношение значения прочностных показателей образца без хранения к значению показателя при хранении в течение определенного времени.

Полученные результаты комплексных физико-механических испытаний полимерной биоразлагаемой пленки показывают ее перспективность для применения в качестве альтернативной полимерной упаковки для молочной и пищевой продукции с небольшими сроками хранения, а способность материала полилактид-полибутиленаддипаттерефталат к ускоренной биodeградации в условиях окружающей среды позволит существенно улучшить экологическую обстановку в России.

Пятая глава посвящена анализу безопасности упаковочных материалов. Включены данные по испытаниям на миграцию веществ в водные модельные среды имитирующие пищевые продукты в соответствии с требованиями Технического регламента Таможенного союза «О безопасности упаковки» (ТР ТС 005/2011). Результаты исследований подтверждают отсутствие миграции

летучих органических элементов, токсичных элементов и металлов, в вытяжки из проанализированных модельных сред даже при длительном контакте с разработанной модифицированной синтетической и биоразлагаемой упаковкой.

Отдельное внимание уделено влиянию добавок на органолептические показатели, что подчеркивает применимость материалов в упаковке продуктов питания.

В шестой главе представлены данные об оценке хранимостпособности молочной продукции в разработанных упаковочных материалах на основе синтетических и биоразлагаемых компонентов с ускоренной биodeградацией.

Результаты органолептических исследований показали, что у образцов сметаны 15,0 % жирности, упакованной в классическую полиэтиленовую пленку и модифицированную бетиулином в концентрациях 0,5 % и 1,0 % на протяжении 10 суток хранения не наблюдается изменений во внешнем виде, вкусе, запахе и цвете.

Для определения возможности потенциального использования биоразлагаемой упаковки для хранения в ней молочной продукции автором были проведены исследования по определению хранимостпособности творога обезжиренного, творога с массовой долей жира 9,0%, массы творожной с массовой долей жира 18,0% и творожных продуктов на его основе. Образцы продукции упаковали в стерильных условиях и хранили в бытовом холодильнике при температуре $4\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Представленные в главе результаты по оценке стойкости в хранении упакованной молочной продукции в разработанных синтетических и биоразлагаемых материалах свидетельствуют о возможности их использования в качестве альтернативы современной традиционной упаковке. При этом, поскольку в состав материалов введены антимикробные и антиоксидантные добавки, существует очевидная перспектива не только стабилизации упакованных продуктов, но и продления их срока годности.

Седьмая глава посвящена разработке технологий производства модифицированных пленок, термоформованной и выдувной упаковки на основе органических и неорганических наполнителей, а также биоразлагаемой полимерной пленки в том числе модифицированных. В разделе представлены данные о ранжировании показателей качества и безопасности полимерных упаковочных материалов при оценке их деградируемости, в том числе о разработке прогностической модели и проведении ее апробации. Проведена оценка экономической целесообразности внедрения разработанных технологий.

По результатам проведенных исследований проведена разработка технологии полимерных модифицированных пленок бетиулином,

дигидрокверцетином и карбонатом кальция, представленная в виде унифицированного алгоритма.

В заключении представлены выводы, которые в полной мере соотносятся с поставленными задачами и отражают основные результаты работы. Автор приводит словарь терминов, включающий новые предложенные определения. Список литературы включает в себя работы отечественных и иностранных специалистов, тем самым демонстрируя объем проанализированной литературы.

В целом диссертационная работа Мяленко Д.М. является законченным научным исследованием, направленным на решение актуальных задач, объединенных общим методологическим подходом. Методология работы построена грамотно и логично, материал представлен в доступной, статистически обработанной форме легкой к восприятию. Выполненная диссертация полностью соответствует паспорту специальности 4.3.3. Пищевые системы (Технические науки) пунктам 5; 12; 16; 27; 35.

Вопросы, замечания и рекомендации по диссертационной работе

Несмотря на общую положительную оценку диссертационной работы, выполненной Мяленко Д.М., имеются следующие вопросы, замечания и рекомендации:

1. По результатам проведенного литературного обзора стоило бы представить сводную информацию по перспективным материалам потенциально применимым для упаковки молочной и пищевой продукции, а также сформировать перечень модификаторов.
2. В работе не представлены литературные данные или собственные исследования по выбору рассматриваемых дозировок (0,5 % и 1 %) модифицирующей добавки бетулин. Также в работе нет обоснования использования модифицирующей добавки дигидрокверцетин, в литературном обзоре он не рассматривался, в объектах исследования – отсутствует.
3. На основании представленных в главе 4 данных по определению физико-химических показателей биоразлагаемой пленки и микроструктурных исследований поверхности материала сделан вывод о корреляции полученных результатов, несмотря на то, что исследования физико-химических показателей проведены на 0, 30 и 60 сутки, а микроструктурные на 0, 180 и 365 сутки компостирования.
4. Оказывает ли влияние бетулин на полезную микрофлору продукта, например, на молочнокислые микроорганизмы, есть ли перспективы

использования модифицированных антимикробных пленок для кисломолочных продуктов.

5. Применимо ли, разработанное в рамках диссертации программное обеспечение, для других полимерных пленок или имеются ограничения.
6. По тексту автореферата и диссертации встречаются опечатки, орфографические ошибки и некоторые погрешности в оформлении.
7. В тексте автореферата и диссертационной работе указано что разработанная биоразлагаемая пленка представляет собой компаунд, состоящий из полилактида и полибутиленаддипаттерефталата, но не указано их соотношение.

Вместе с тем, данные вопросы и замечания не снижают высокой научной ценности и практической значимости результатов исследования.

Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа Мяленко Дмитрия Михайловича на тему «Научные и практические аспекты совершенствования упаковочных материалов с ускоренной деградацией для молочной продукции», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук, является завершенной, самостоятельной работой, выполненной на высоком научно-методологическом уровне, в которой содержится решение научной проблемы, имеющей большое значение для молочной отрасли.

По актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости, достоверности полученных результатов, обоснованности выводов и рекомендаций диссертационная работа соответствует требованиям п. 9-14 Положения «О порядке присуждения учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (с изменениями от 25.01.2024 г.), предъявляемым Министерством образования и науки Российской Федерации к диссертационным работам на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор, Мяленко Дмитрий Михайлович, заслуживает присуждения искомой степени доктора технических наук по научной специальности 4.3.3 – Пищевые системы.

Официальный оппонент:

доктор технических наук по специальности 05.18.04 - Технология мясных, молочных, рыбных продуктов и холодильных производств, руководитель отдела научно-прикладных и технологических разработок Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН почтовый адрес: 109316, Москва, ул. Талалихина, 26., тел. 84956769511, e.mail: info@fncps.ru



Насонова Виктория Викторовна

Я, Насонова Виктория Викторовна, даю согласие на включение моих персональных данных, содержащихся в настоящем отзыве, в документы связанные с защитой диссертации Мяленко Дмитрия Михайловича, и их дальнейшую обработку.

Подпись руки Насоновой В.В. подтверждаю

06.03.2025



Ведущий специалист
по управлению персоналом
Кудряшова У.А.

