

На правах рукописи

ШАЛАЕВА АННА ВАЛЕРЬЕВНА

**РАЗРАБОТКА МОДИФИЦИРОВАННОГО УПАКОВОЧНОГО
МАТЕРИАЛА С АНТИМИКРОБНЫМИ СВОЙСТВАМИ
ДЛЯ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ**

Специальность 05.18.04 – технология мясных, молочных и рыбных
продуктов и холодильных производств

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва 2012

Работа выполнена в Государственном научном учреждении Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ ВНИМИ Россельхозакадемии)

Научный руководитель: Доктор технических наук,
старший научный сотрудник
Федотова Ольга Борисовна

Официальные оппоненты: Доктор технических наук,
доцент
Творогова Антонина Анатольевна

Кандидат технических наук,
старший научный сотрудник
Роздов Игорь Александрович

Ведущая организация: **НОУ ДПО Международная
промышленная академия**

Защита диссертации состоится «__» _____ 2012 г в __ часов на заседании диссертационного совета ДМ 006.021.01 при Государственном научном учреждении Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности им. В.М. Горбатова Российской академии сельскохозяйственных наук.

Ваш отзыв на автореферат в двух экземплярах, заверенный печатью учреждения, просим направлять по адресу: 109316, г. Москва, ул. Талалихина, 26, ГНУ ВНИИМП им. В.М.Горбатова Россельхозакадемии, Ученому секретарю диссертационного совета.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГНУ ВНИИМП им. В.М. Горбатова Россельхозакадемии.

Автореферат разослан «__» января 2012 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник



А. Н. Захаров

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Одним из приоритетов государственной политики в области здорового питания в настоящее время является обеспечение безопасности пищевых продуктов на всех этапах их производства и реализации. Известно, что при воздействии факторов окружающей среды в них происходят процессы, приводящие к ухудшению качества и безопасности. На современном уровне развития техники и технологии задачу сохранения продуктов питания невозможно решить без рационального использования современных упаковочных средств.

Постоянное расширение ассортимента молочных и молочносодержащих продуктов, а также общая тенденция увеличения их сроков годности предъявляют особые требования к используемым упаковочным материалам и изготовленной из них таре. Химический состав и структура упаковочных материалов определяют не только безопасность их использования при контакте с продуктом, но и обеспечивают комплекс требуемых функциональных свойств.

Одной из существенных проблем является подавление роста нежелательной поверхностной микрофлоры на молочных продуктах, в частности творожных. Также известно, что в процессе эксплуатации упаковочные материалы могут подвергаться вторичному бактериальному обсеменению, приводящему к дальнейшей контаминации расфасованного продукта. Существует значительное количество научных работ, посвященных совершенствованию упаковочных материалов. В то же время литературный поиск показал отсутствие разработок материалов для молочных продуктов, обладающих антимикробными свойствами по отношению к расфасованному в них продукту, способных стабилизировать его показатели безопасности при хранении и ингибировать развитие нежелательной микрофлоры на поверхности упаковки при ее возможном вторичном обсеменении.

В связи с вышеизложенным, разработка упаковочного модифицированного материала для молочных продуктов с антимикробными свойствами является актуальной.

Цели и задачи исследования. Целью настоящей работы является разработка полимерного упаковочного материала с антимикробными свойствами для стабилизации качества и увеличения сроков хранения молочных продуктов.

В соответствии с поставленной целью были определены следующие основные задачи:

- научно обосновать возможность создания упаковочного материала с антимикробными свойствами для молочной продукции, произвести выбор антимикробной добавки;

- разработать технологию производства антимикробного упаковочного материала на основе полиэтилена и провести ее апробацию;

- установить влияние введенной антимикробной добавки на комплекс показателей качества и безопасности полученного упаковочного материала и исследовать степень проявления в нем антимикробных свойств добавки;

- определить оптимальное количество антимикробной добавки в материале;

- выявить способы определения наличия антимикробной добавки на поверхности материала;

- установить влияние разработанного упаковочного материала на хранимоспособность творожных продуктов;

- разработать технические условия на производство антимикробного полимерного материала.

Научная новизна.

Теоретически и экспериментально обоснована возможность получения упаковочного материала с антимикробными свойствами на основе ПЭ и экстракта коры березы путем их совмещения в расплаве.

На основании комплексной оценки подтверждена антимикробная активность экстракта коры березы, введенного в ПЭВД пленку, и ее ингиби-

рующее действие на нежелательную микрофлору на поверхности упаковочного материала.

Установлена зависимость ингибирующего действия на нежелательную микрофлору от концентрации антимикробной добавки в ПЭ пленке. Впервые показана возможность стабилизации качества творожного продукта за счет его взаимодействия с антимикробной добавкой на поверхности разработанного материала при хранении.

Практическая значимость.

Разработана технология получения ПЭВД пленки, модифицированной ЭКБ и осуществлен выпуск опытно-промышленных партий. Предложено оптимальное содержание антимикробной добавки, обеспечивающее ингибирующее воздействие на нежелательную микрофлору.

Показана возможность увеличения сроков хранения творожных продуктов, упакованных в разработанный антимикробный материал.

Разработаны ТУ 2245-464-00419785-11 «Пленка полиэтиленовая антимикробная, модифицированная экстрактом коры березы». Подана заявка на патент № 20101126005/12 (037110) «Упаковочный материал для пищевых продуктов».

Апробация работы.

Результаты работы доложены на: 3-й конференции молодых ученых и специалистов институтов Отделения «Хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» Россельхозакадемии: «Обеспечение качества и безопасности продукции агропромышленного комплекса в современных социально-экономических условиях» (Москва, 2009г.); Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии и оборудование в молочной промышленности» (Воронеж, 2010г.); Международной научно-практической конференции «Инновационные пути в разработке ресурсосберегающих технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (Волгоград, 2010г.); Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии – основа модернизации отраслей производства и

переработки сельскохозяйственной продукции» (Волгоград, 2011г.); 5-ой Конференции молодых ученых и специалистов институтов Отделения «Хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» Россельхозакадемии: «Современные методы направленного изменения физико-химических и технологических свойств сельскохозяйственного сырья для производства продуктов здорового питания» (Москва, 2011г.); Первом Международном конгрессе «Экологическая, продовольственная и медицинская безопасность человечества» (Москва 2011г.).

Публикации. По результатам выполненных исследований опубликовано 14 печатных работ, в том числе 3 работы в журнале списка ВАК.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, методической части, экспериментальной части с обсуждением результатов исследований, выводов, списка литературы, включающего 128 отечественных и зарубежных источников и приложений. Работа изложена на 95 стр., содержит 13 таблиц, 23 рисунка, 2 приложения.

Список сокращений, приведенных в работе: ПЭ – полиэтилен; ПП – полипропилен; ПЭВД – полиэтилен высокого давления; ЭКБ – экстракт коры березы; ТУ – технические условия; ТД – техническая документация; БГКП – бактерии группы кишечных палочек; КОЕ – колониеобразующие единицы; УФ - ультрафиолет (-овая).

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение. Обоснована актуальность выбранного направления исследований диссертационной работы, определены цель и задачи исследований.

Глава 1. Анализ состояния проблемы.

Представлен обзор научной, технической и патентной литературы, содержащий анализ роли упаковочных материалов в сохранении качества молочных продуктов; рассмотрены основные способы обеспечения микробиологической безопасности упаковочных материалов; приведены данные о существующих разработках материалов с антимикробными свойствами, предназначенных для пищевых продуктов и особенностях их получения; дана

общая характеристика процессов, происходящих в системе упаковка/продукт питания.

Глава 2. Методологические подходы, объекты и методы исследований. Схема проведения исследований.

Исследования проводились в ГНУ Всероссийский научно - исследовательский институт молочной промышленности Россельхозакадемии в рамках темы по проблеме 10 «Разработать современные ресурсосберегающие инновационные технологии хранения и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья и производства экологически безопасных продуктов питания общего и специального назначения» Плана фундаментальных и приоритетных прикладных исследований Россельхозакадемии по научному обеспечению развития агропромышленного комплекса Российской Федерации и гранта Ассоциации Университетского Центра Прикладной Биотехнологии.

Объектами исследований служили: экстракт коры березы (ТУ 9197-034-58059245-08); пленки ПЭВД (ГОСТ Н 15803-020); пленки из ПЭВД с различным содержанием экстракта коры березы; культуры микроорганизмов – бактерий группы кишечной палочки, дрожжей, плесневых грибов; молокосодержащий продукт - продукт творожный с массовой долей жира 18% (ТУ 9226-008-00430580-08); молочный составной продукт - продукт творожный с изюмом с массовой долей жира 23% (масса «Особая») (ТУ 9226-008-00430580-08); пергамент жиростойкий, ПП пленка.

Экстракт коры березы (ЭКБ) является сложной системой, содержащей бетулинол, лупеол, ацетат бетулина, олеаноловую кислоту и другие вещества. Известны его антибактериальная, противовирусная, противовоспалительная, антимутagenная и другие активности. Основным действующим веществом считается бетулинол, содержание которого достигает 85-90%. ЭКБ имеет нейтральный вкус и запах, микробиологически стерилен и гигиенически безопасен. Зарегистрирован как биологически активная добавка в государственном реестре (свидетельство государственной регистрации № 77.99.23.3.У.3440.4.08 от 29.04.2008 г.).

В работе применены современные стандартизованные и общепринятые методы исследований упаковочных материалов, молока и молочных продуктов.

Исследования физико-механических показателей упаковочных материалов осуществляли на разрывной машине Instron 1122, формирование сварных соединений на сварочном аппарате H-597 фирмы Uline. Исследования миграции добавки проводили с использованием спектрофотометра Specord M-40

Для оценки бактерицидной эффективности поверхность пленочных материалов принудительно обсеменяли суспензиями с микроорганизмами в концентрации 10^3 - 10^6 КОЕ/см³. После нанесения суспензии на поверхность исследуемых образцов и выдержки в течение 2 часов, рассчитывали бактерицидную эффективность - уровень снижения микробной обсемененности поверхности.

Микроскопические исследования проводили с использованием микроскопа Olympus BX50 с объективом Ach 20x/0,40 Phz (разрешающая способность 0,84 мкм). Количественное определение активного компонента антимикробной добавки на поверхности пленочных материалов осуществлялось на жидкостном хроматографе Shimadzu LC-20A.

Обработка результатов исследований выполнена с использованием методов математической статистики. Повторность проведения опытов не менее трех-пятикратной.

Схема проведения исследований приведена на рис. 1.

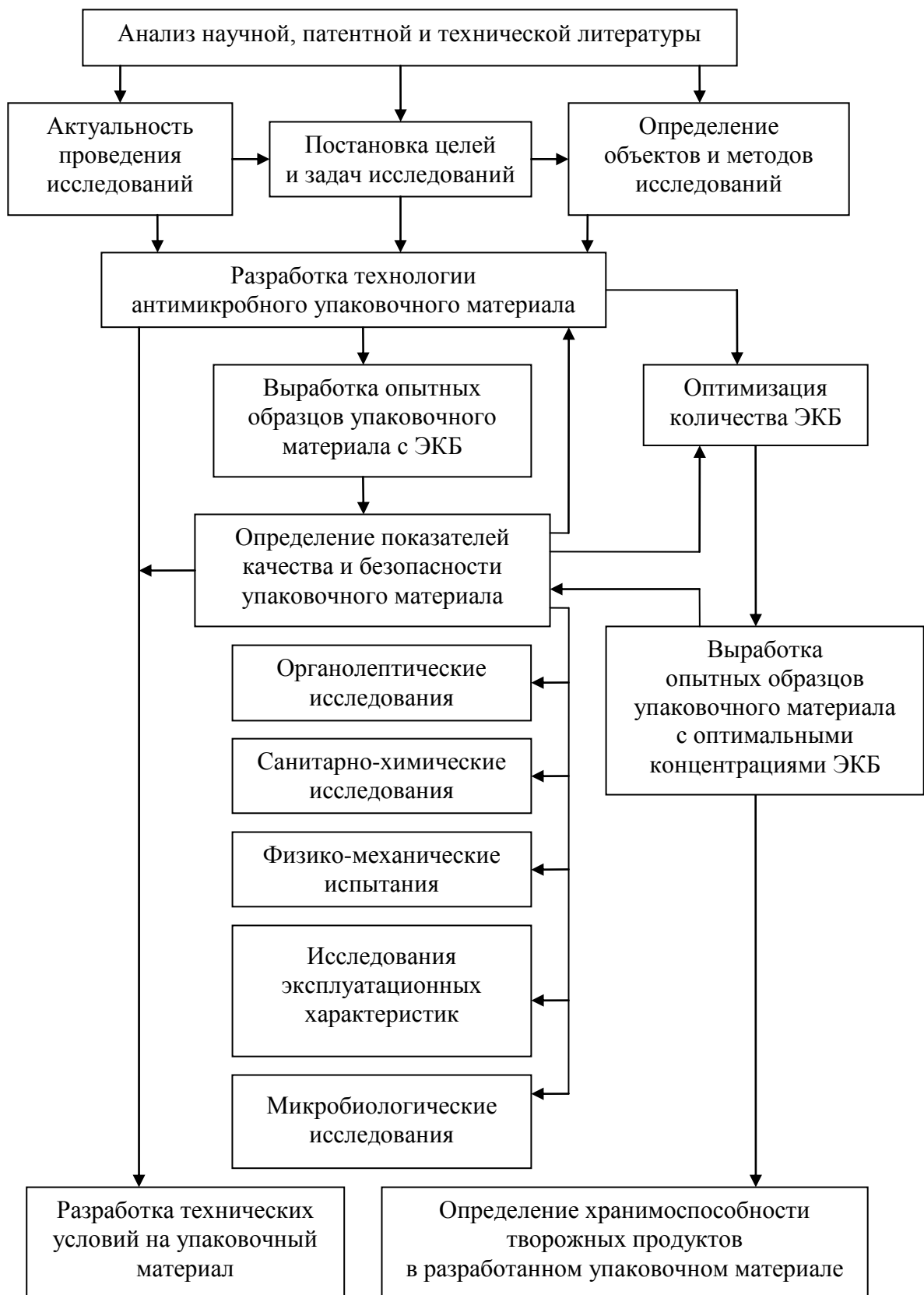


Рис.1. Схема проведения исследований

Глава 3. Экспериментальная часть

3.1. Разработка технологии производства модифицированной ПЭ пленки

3.1.1. Модификация ПЭ пленки экстрактом коры березы

Была предложена рабочая гипотеза о возможности модифицирования ПЭ в процессе его высокотемпературной экструзии антими­кробным компонентом, имеющим высокую температуру плавления. Это исключает деструкцию и разложение модификатора, которые лимитируют использование данного приема.

Для реализации предлагаемого технологического подхода в качестве неорганического модификатора был выбран экстракт коры березы с температурой плавления 242 °С, что выше температур плавления большинства веществ, обладающих антими­кробными свойствами.

Для получения материала с заданной концентрацией модификатора и увеличения равномерности его распределения в массе полимера при введении изготавливали и использовали суперконцентрат добавки на основе ПЭ матрицы. Это явилось дополнительной стадией процесса, которая обеспечила получение более качественной пленки.

Основные этапы технологического процесса производства модифицированной пленки методом экструзии через кольцевую головку с последующим раздувом рукава представлены на рис. 2.

Опытная партия получена на оборудовании фирмы «Райфенхойзер» МИПП-НПО «Пластик». Температура экструзии по зонам составляла от 163 до 186 °С, коэффициент вытяжки 1,95.

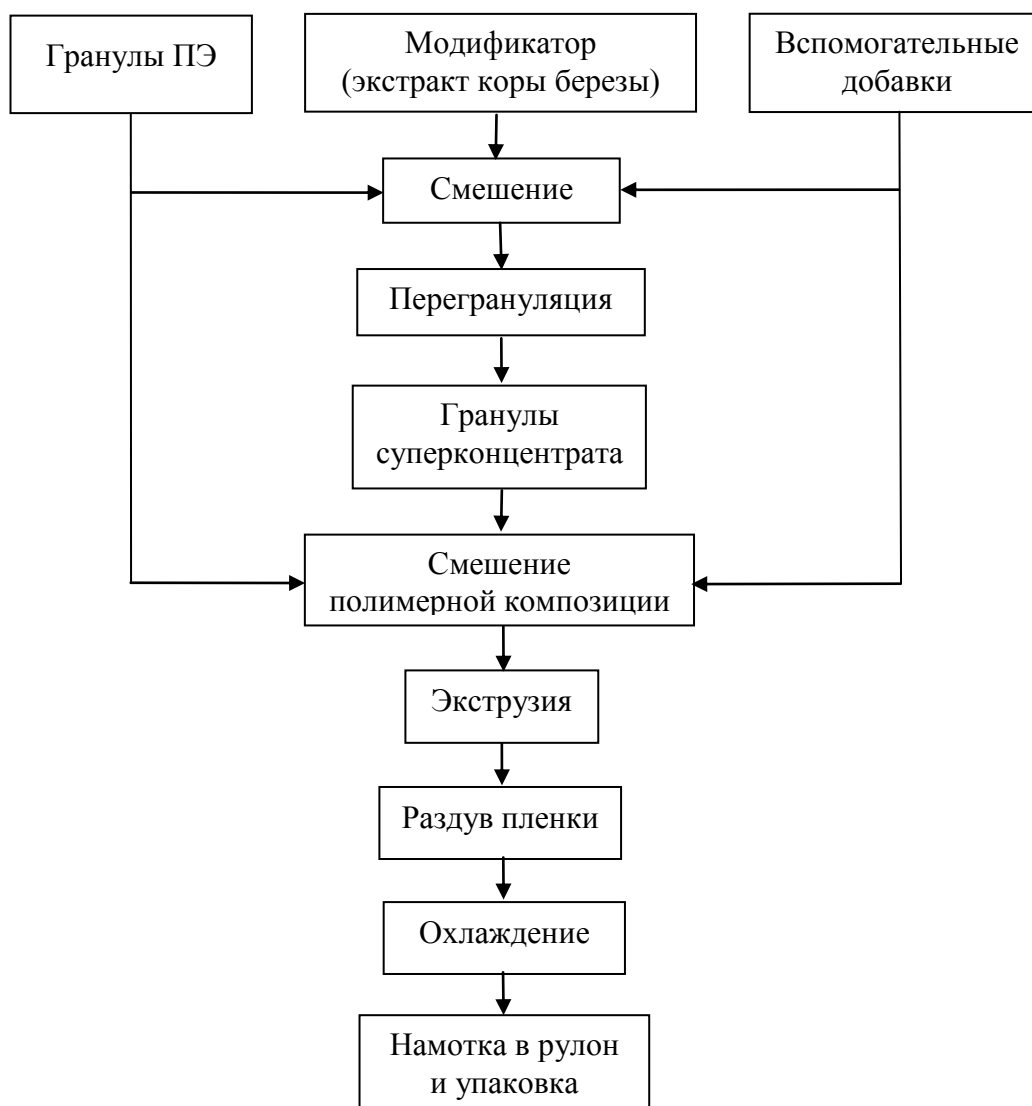


Рис.2. Основные этапы получения модифицированной ПЭ пленки

3.1.2. Комплексные исследования опытных образцов модифицированной пленки

Санитарно-гигиеническую безопасность полученных пленочных материалов оценивали по результатам органолептических и санитарно-химических исследований. Органолептическая оценка водных вытяжек пленок показала, что при всех температурах и длительности экспозиции они не содержат мути или осадка и не изменяют цвета, оценка запаха не превышает 1 балла по пятибалльной шкале, что соответствует требованиям Роспотребнадзора к полимерным материалам, контактирующим с пищевыми продуктами. В водных вытяжках всех исследуемых пленок отсутствует формальдегид. Это свидетельствует о том, что введение в полиэтиленовую пленку экс-

тракта коры березы в концентрации от 0,2 до 1% не вызывает нежелательных деструктивных процессов в образцах материала.

В соответствии с инструктивными материалами Роспотребнадзора, полученные положительные результаты органолептических и санитарно-химических исследований позволили проводить дальнейшие испытания полученных образцов в контакте с молочными продуктами.

Физико-механические характеристики полученных образцов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Физико-механические характеристики пленочных материалов

Образец пленки	Прочность при растяжении, МПа		Относительное удлинение при разрыве, %	
	Продольное направление	Поперечное направление	Продольное направление	Поперечное направление
Норма по ГОСТ 10354-82 марка Н, не менее	14,7	11,8	150	150
ПЭ (контроль)	21,0±1,0	19,6±1,0	450±40	500±44
ПЭ+0,2% ЭКБ	19,9±0,9	23,1±1,1	490±45	514±50
ПЭ+0,5 % ЭКБ	20,0±0,9	19,2±0,8	459±41	521±48
ПЭ+1,0% ЭКБ	19,2±0,8	18,2±0,5	445±40	519±47

Из табл. 1 видно, что значение прочности полученных материалов в продольном и поперечном направлениях в среднем колебалось в области 20 и 19 МПа соответственно, что выше нормы, указанной в ГОСТ на аналогичную «пищевую» ПЭ пленку. Относительное удлинение в среднем составляло 450 в продольном и 500% в поперечном направлении, что также соответствует норме ГОСТ.

Определены показатели, характеризующие эксплуатационные свойства разработанного материала. Установлено, что наличие частиц ЭКБ в материале вызывает увеличение коэффициента трения статического на 15-25%.

Возрастание прочности сварного соединения (рис. 3) с повышением концентрации ЭКБ составляет 40-75% по сравнению с контролем.

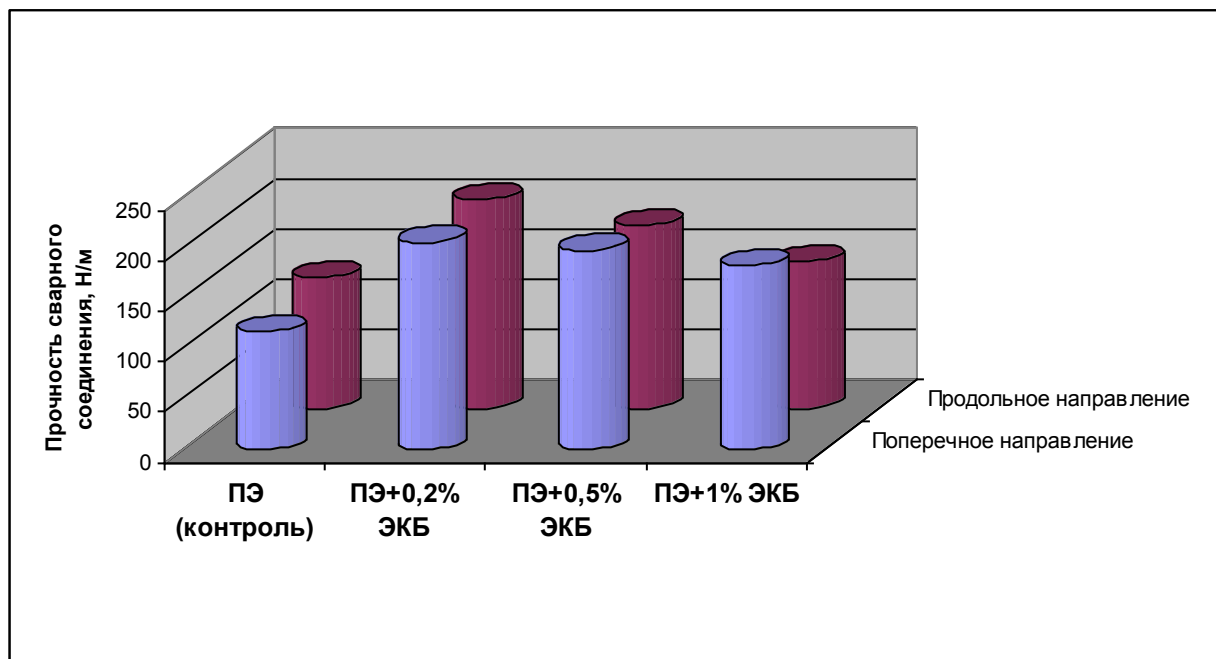


Рис.3 Прочность сварного соединения в продольном и поперечном направлениях

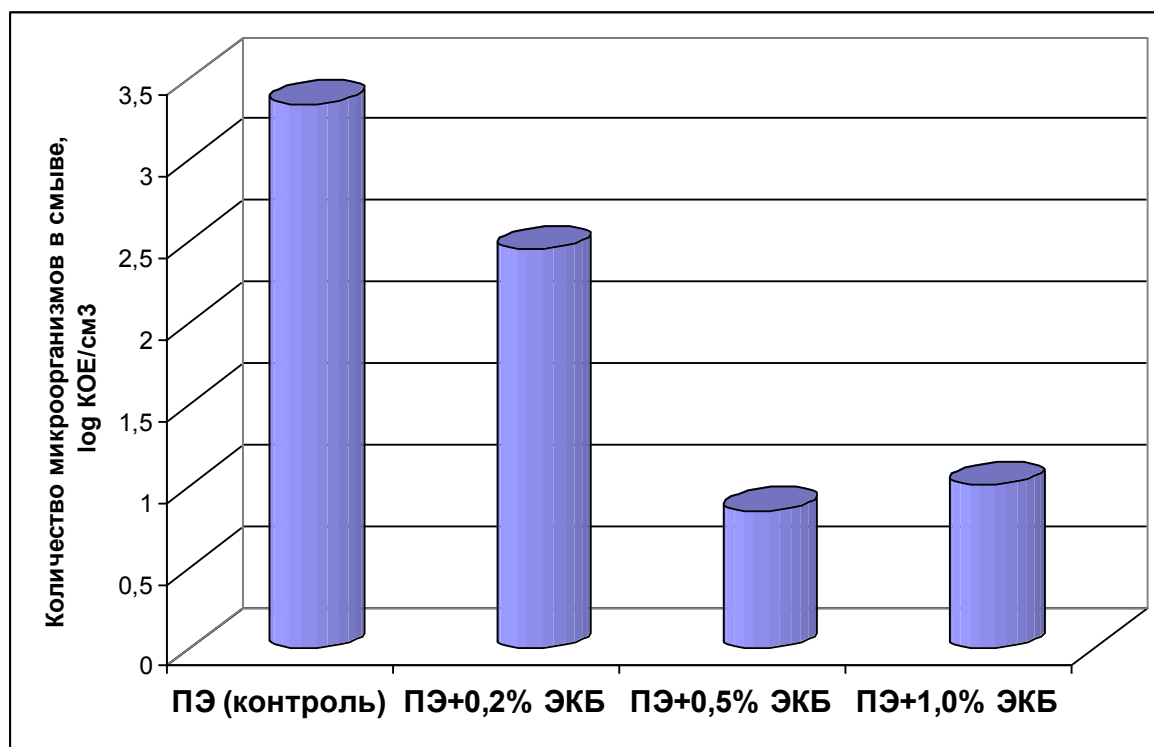


Рис.4 Изменение количества дрожжей в смыве с поверхности образцов в зависимости от концентрации ЭКБ

Проведенные микробиологические исследования (с использованием метода принудительного обсеменения) показали, что БГКП после выдержки

в течение 2 часов отсутствовали на поверхности опытных пленок. Установлено возрастание антибактериального воздействия на дрожжи и плесневые грибы с увеличением концентрации ЭКБ, о чем свидетельствуют рис. 4. и 5, на которых приведено изменение количества микроорганизмов в смывах с образцов, содержащих различное количество антимикробной добавки.

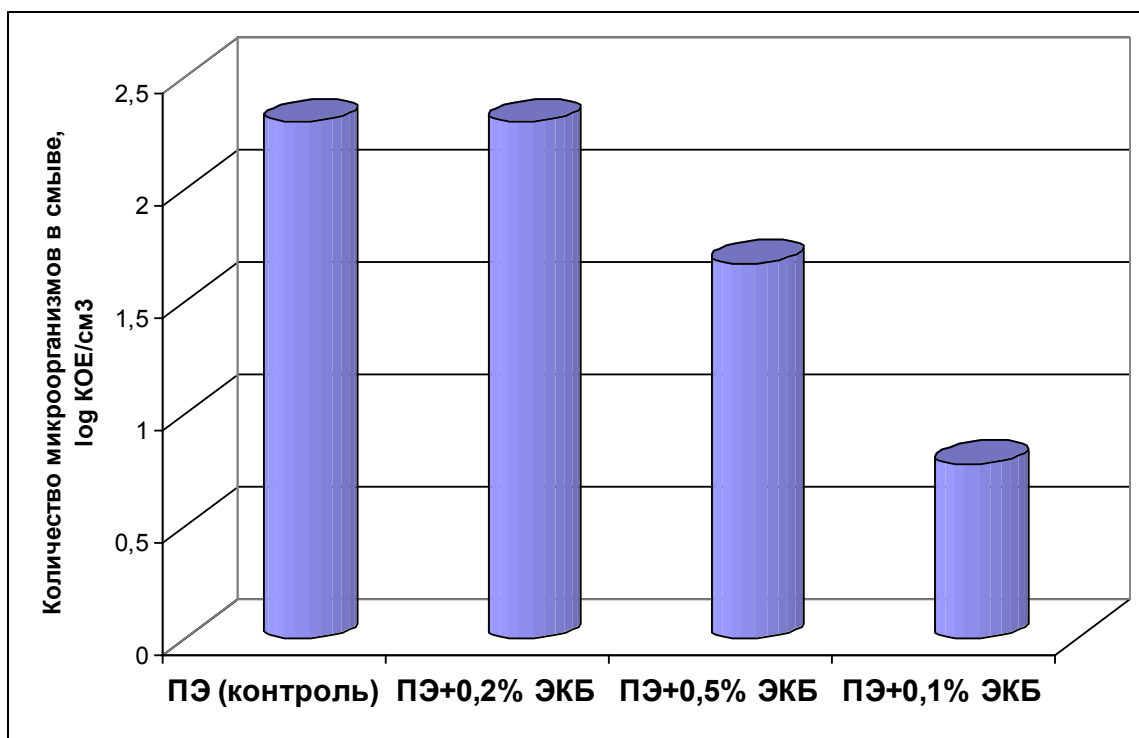


Рис.5 Изменение количества плесневых грибов в смыве с поверхности образцов в зависимости от концентрации ЭКБ

Установлена высокая степень бактерицидной эффективности модифицированной пленки в отношении БГКП – 100%, дрожжей – 87,7 – 99,7% и меньшая в отношении плесневых грибов – 10,0 - 97,0% в зависимости от содержания ЭКБ (табл. 2).

Таблица 2

Бактерицидная эффективность в отношении выбранных микроорганизмов

Микроорганизм	Бактерицидная эффективность, %		
	ПЭ+0,2% ЭКБ	ПЭ+0,5% ЭКБ	ПЭ+1,0% ЭКБ
БГКП	100,0	100,0	100,0
Дрожжи	87,7	99,7	99,6
Плесневые грибы	10,0	76,5	97,0

3.2. Определение оптимального содержания ЭКБ в ПЭ пленке

На основе полученных данных о бактерицидной эффективности были построены оптимизационные модели (рис. 6 и 7), которые позволили произвести выбор оптимальных концентраций антимикробной добавки. За варьируемый параметр была принята концентрация ЭКБ, в качестве отклика - проявление бактерицидного эффекта в отношении дрожжей и плесневых грибов. Поскольку бактерицидный эффект в отношении БГКП у всех модифицированных пленок 100%, то этот параметр не учитывался. При концентрациях ЭКБ выше 0,5% наблюдается ухудшение внешнего вида пленки, а при 1%-осыпание добавки. В связи с этим диапазон рассматриваемых концентраций сужен.

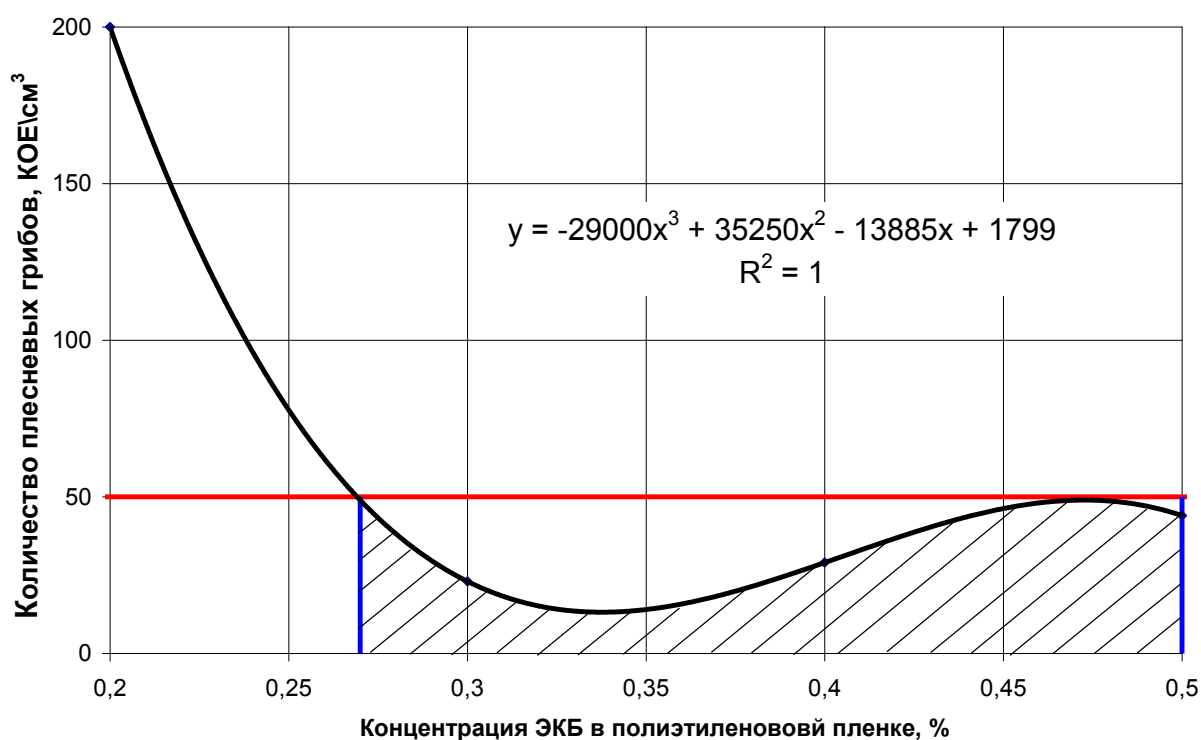


Рис.6. Оптимизационная модель количества ЭКБ в зависимости от ингибирующего эффекта по отношению к плесневым грибам

Согласно требованиям ФЗ-№88 в твороге, творожных продуктах и продуктах на их основе со сроками хранения 72 часа содержание дрожжей не должно превышать 50 КОЕ/г (см³) и плесеней - 50 КОЕ/г (см³). Содержание микроорганизмов на поверхности модифицированного материала соответствует этим требованиям при расчетном содержании ЭКБ от 0,29% до 0,47%.

При увеличении концентрации добавки в указанном диапазоне происходит незначительное усиление антимикробного эффекта, вследствие чего, по экономическим соображениям принята оптимальная концентрация 0,3%.

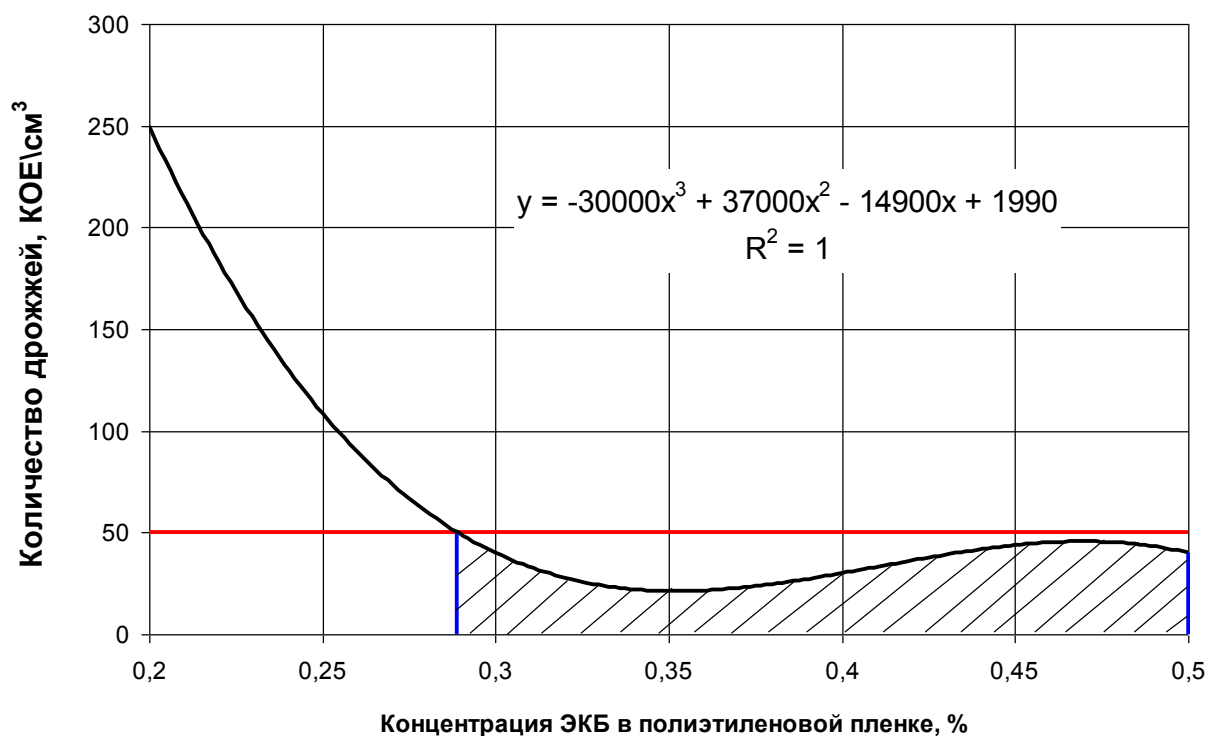


Рис.7. Оптимизационная модель количества ЭКБ в зависимости от ингибирующего эффекта по отношению к дрожжам

С учетом результатов оптимизации были выработаны опытные партии ПЭ пленки, содержащие 0,2, 0,3 и 0,4% ЭКБ и контрольная пленка. Исследования их органолептических, санитарно-химических и физико-механических характеристик показали, что полученные образцы обладают требуемым уровнем безопасности и качества.

По совокупности полученных результатов комплексных исследований разработаны и утверждены ТУ 2245-464-00419785-11 «Пленка полиэтиленовая антимикробная, модифицированная экстрактом коры березы».

3.3 Исследование миграции ЭКБ на поверхность пленочных материалов

Для получения более полной картины о свойствах полученных материалов представляло интерес исследовать миграцию добавки на поверхность пленочных материалов. На микроснимках (рис. 8 а-е) заметно изменение оптические

ской картины с ростом концентрации ЭКБ, что говорит об изменении поверхностной структуры полимерной матрицы, связанной с миграцией добавки на поверхность. Приведенные снимки качественно подтверждают наличие ЭКБ на поверхности упаковки.

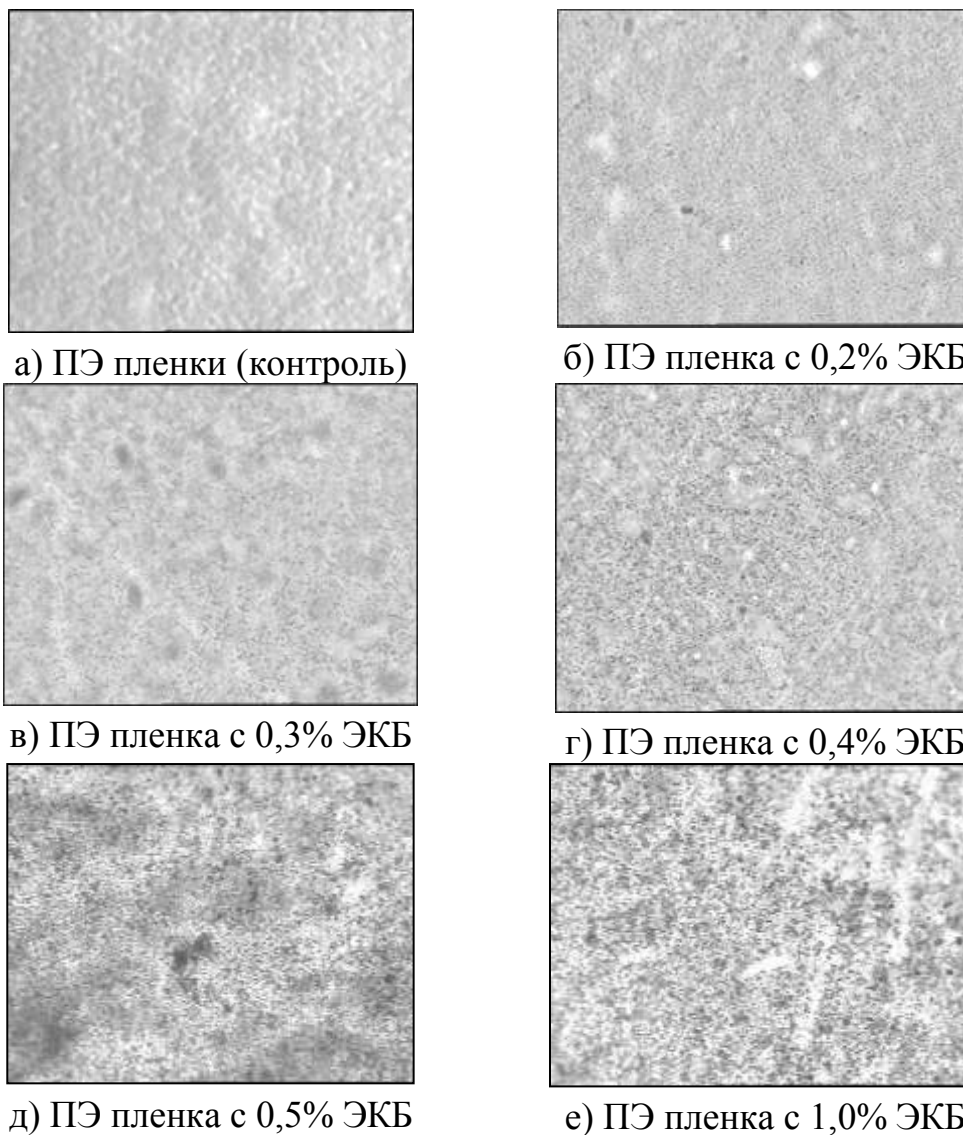


Рис.8. Микроснимки поверхности опытных образцов (увеличение 300 раз)

Для уточнения полученных данных было проведено инструментальное определение активного компонента добавки (бетулинола) на поверхности опытных образцов. Было сделано предположение, что при экспозиции пленочных материалов в модельной среде, в последнюю может переходить часть ЭКБ, находящейся на поверхности материала. В результате изменится оптическая плотность среды, что фиксировалось методом спектрофотометрии в УФ области спектра.

Регистрация спектров пропускания вытяжек из полученных пленок в типовых модельных средах (дистиллированная вода, растворы молочной кислоты, этиловый спирт) показала, что при всех исследуемых сроках экспозиции спектры вытяжек аналогичны спектру модельных сред. Это связано с крайне малой растворимостью ЭКБ и, следовательно, данные среды не могут использоваться для его регистрации. В связи с этим и на основании литературных данных о растворимости ЭКБ в жирах для определения бетулинола в качестве модельной среды было выбрано рафинированное подсолнечное масло.

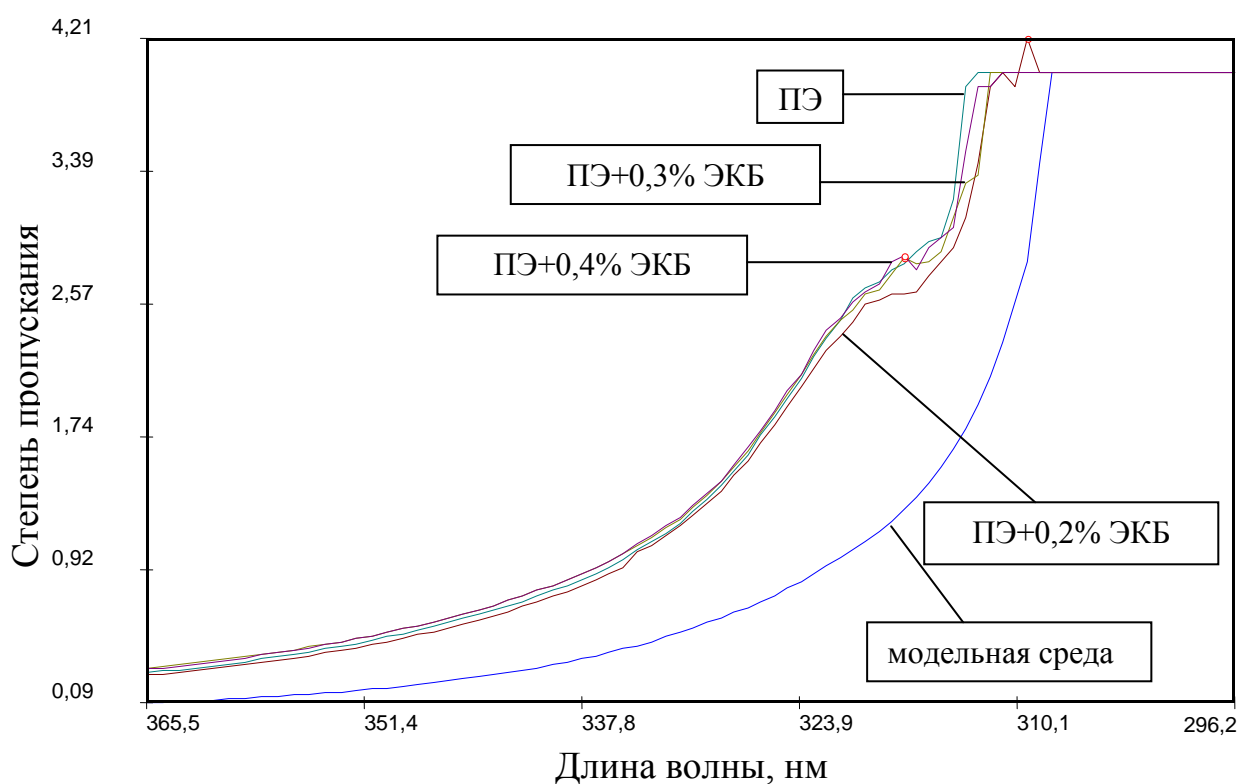


Рис. 9. Спектр пропускания вытяжек из полиэтиленовых пленок с ЭКБ (0,2%-0,4%) в подсолнечном масле

На рис. 9 приведено изменение спектральной характеристики в УФ области спектра. В диапазоне длин волн 310 – 320 нм заметно изменение оптической плотности вытяжек модифицированных пленок по сравнению с контрольной (вытяжка ПЭ) и модельной средой. Со снижением расчетной концентрации ЭКБ колебание спектра уменьшается. В связи со сложным многокомпонентным составом и низкой растворимостью ЭКБ регистрация непо-

средственно активного компонента добавки затруднена. Тем не менее, с учетом погрешности, существует возможность качественной регистрации малых концентраций ЭКБ в масляной вытяжке исследуемого материала, то есть данный метод может использоваться для определения наличия ЭКБ на поверхности пленочных материалов.

Количественный анализ наличия бетулинола на поверхности пленочного материала был проведен методом жидкостной хроматографии (табл. 3).

Полученные данные сопоставимы с визуальной оценкой поверхности образцов: с увеличением расчетной концентрации ЭКБ увеличивается содержание активного компонента (бетулинола) на поверхности пленки.

Таблица 3

Количественное содержание активного вещества на поверхности пленки

Образец	ПЭ+0,3% ЭКБ	ПЭ+0,4% ЭКБ
Количественное содержание активного вещества на поверхности пленки, мг с 1 г пленки	1,21	1,39

3.4. Исследование хранимостпособности творожных продуктов

Проведены исследования изменения свойств творожных продуктов при хранении в разработанном упаковочном материале. Хранение творожного продукта с массовой долей жира 18% и творожного продукта с изюмом (масса «Особая») с массовой долей жира 23% осуществлялось в ПЭ пленке, модифицированной 0,3% ЭКБ, в течение 14 суток при температуре 4 ± 2 °С. Контролем являлись творожные продукты в двойной упаковке из жиростойкого пергамента и полипропиленовой пленки.

Изменение органолептических характеристик исследуемых продуктов, упакованных в разработанный материал, произошло только на 10-е сутки хранения, в то время как у контрольных негативные изменения произошли: вкуса – на 3-и сутки, запаха – на 7-е, цвета и консистенции – на 10-е. Цвет и консистенция упакованных в модифицированный пленочный материал об-

разцов в течение всего срока хранения соответствовали требованиям, предъявляемым соответствующей ТД.

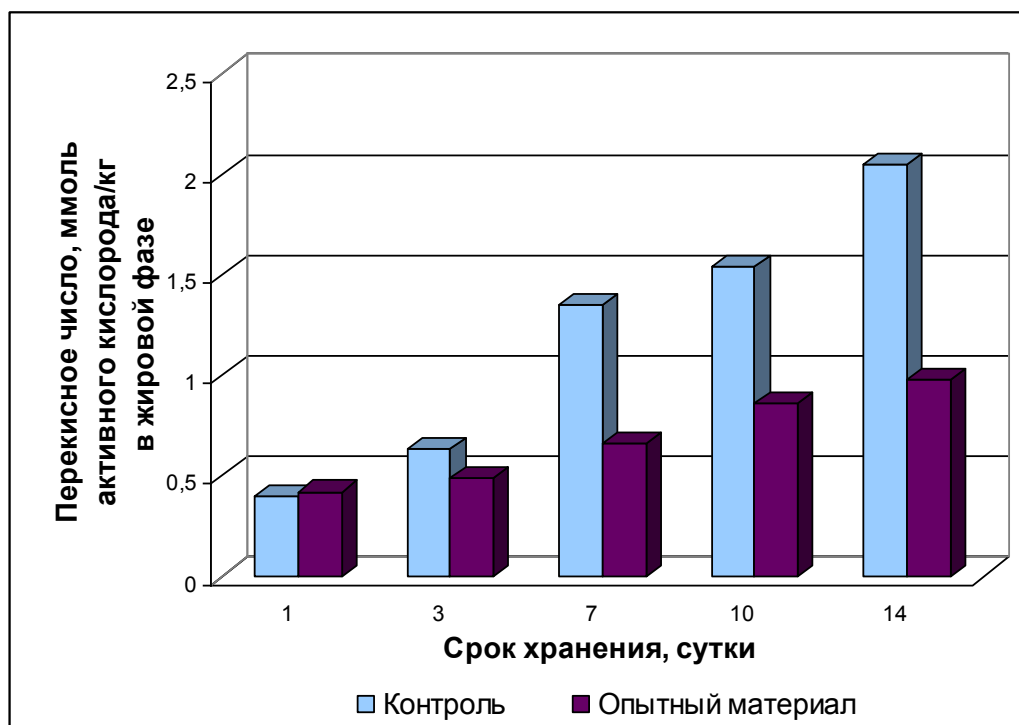


Рис.10. Изменение перекисного числа жировой фазы творожного продукта при хранении

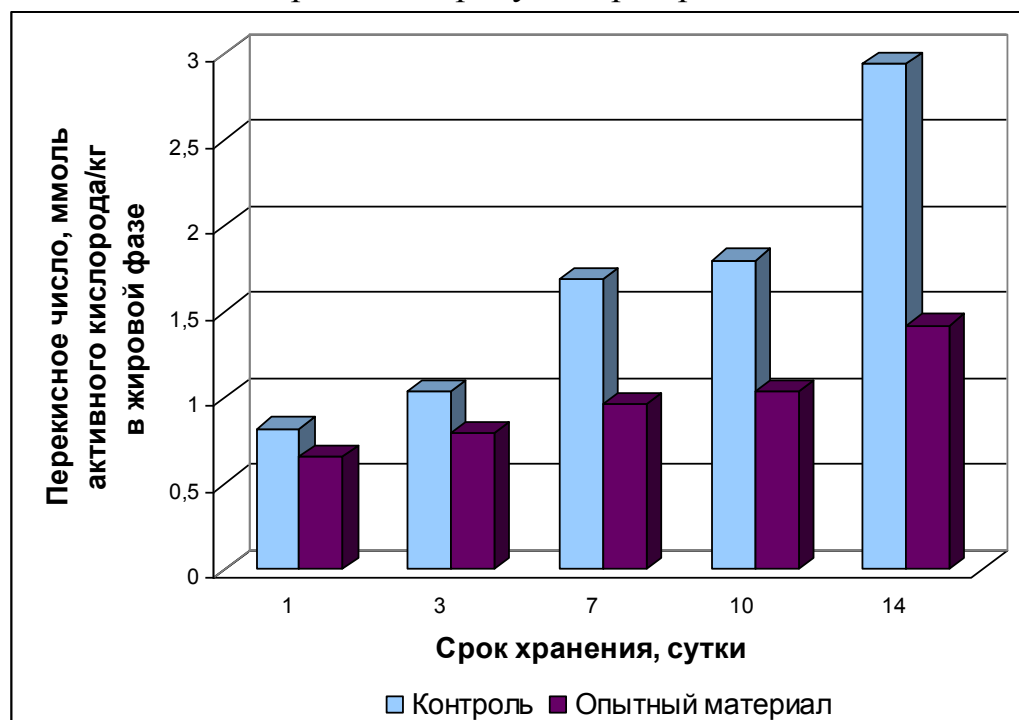


Рис.11. Изменение перекисного числа жировой фазы творожного продукта с изюмом при хранении

После 14 суток хранения значение перекисного числа контрольных образцов более чем в 2 раза превышало значение данного показателя творожных про-

дуктов в разработанной пленке (рис. 10 и 11). Эти результаты свидетельствуют о снижении динамики окисления жира в них в течение срока хранения.

Кислотность творожных продуктов при хранении существенно не изменяется. Микробиологические исследования показали, что БГКП отсутствуют как в контрольных, так и в опытных образцах расфасованных творожных продуктов в течение всего срока хранения. В контрольных образцах рост дрожжей зарегистрирован на 3-е сутки хранения, плесневых грибов – на 7-е, тогда как задержка роста нежелательной микрофлоры в продуктах, упакованных в модифицированную пленку, составляла:

- для творожного продукта: дрожжей – 4 суток; плесневых грибов – 3 суток;
- для массы «Особая»: дрожжей – 6 суток; плесневых грибов – 7 суток.

Как видно из таблицы 4, продукт творожный и продукт творожный с изюмом, хранимые в опытном материале, соответствуют нормам ФЗ №88 при хранении до 7 и 10 суток соответственно, в то время как в контрольном образце количество дрожжей в продукте превышает норму уже на 3-и сутки хранения.

Таблица 4

Период сохранения качества продукта по микробиологическим показателям (относительно требований ФЗ-88 от 12.06.2008)

Срок хранения, сутки	Продукт	Дрожжи		Плесневые грибы	
		Контроль	Опытный материал	Контроль	Опытный материал
	Творожная масса	3	10	7	14
	Творожная масса с изюмом	3	14	7	>14

Полученные результаты подтвердили гипотезу о возможности модификации полиэтиленовой пленки ЭКБ предложенным способом. Комплексными исследованиями доказано, что модификация ПЭ пленки ЭКБ не ухудшает показателей качества и безопасности, материал проявляет ингибирующее действие в отношении нежелательной микрофлоры на поверхности, а также положительно влияет на хранимоспособность упакованных в него творожных продуктов.

Основные результаты работы и выводы

1. На основании теоретических и экспериментальных исследований подтверждена гипотеза о возможности создания упаковочного материала с антимикробными свойствами для молочной продукции. В качестве полимерной матрицы для его получения выбран полиэтилен, в качестве модификатора (добавки), придающего антимикробные свойства, - ЭКБ.
2. Разработана технология получения ПЭВД пленки, модифицированной ЭКБ, методом экструзии с раздувом. При этом показана возможность совмещения добавки с ПЭВД в расплаве и выработаны опытные партии модифицированных пленок.
3. Комплексная оценка образцов опытных партий разработанного антимикробного материала подтвердила его соответствие требуемому уровню качества и безопасности.
4. Микробиологическими исследованиями полученных пленочных материалов с применением метода принудительного обсеменения доказано ингибирование выбранных тестовых микроорганизмов даже при минимальном содержании (0,2%) ЭКБ: БГКП на 100%, дрожжей на 87,7%.
5. На основании результатов математического моделирования установлен диапазон оптимальных концентраций вводимого в полимерную матрицу ЭКБ - 0,29 - 0,47 % масс., обеспечивающий необходимый уровень ингибирования нежелательной микрофлоры.
6. Упаковывание творожных продуктов в ПЭ пленку, модифицированную ЭКБ, обеспечивает их микробиологическую безопасность и увеличивает сохранность творожного продукта до 7 суток, творожного продукта с изюмом – до 10 суток.
7. Доказана возможность качественного и количественного определения ЭКБ на поверхности модифицированного материала. Показана целесообразность использования УФ- спектрофотометрии для качественного инструментального определения добавки на поверхности пленки в диапазоне длин волн 310-320 нм и выбраны модельные среды для проведения анализа данным методом. Количественно установлено наличие активного компонента добавки на поверхности, при этом для пленки с 0,3 % масс. ЭКБ содержание активного компонента (бетулинола) составляет 1,21 мг с 1 грамма пленки.
8. На основании выполненных исследований разработаны и утверждены ТУ 2245-464-00419785-11 «Пленка полиэтиленовая антимикробная, модифицированная экстрактом коры березы».

Публикации по теме диссертационной работы.

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Федотова, О.Б. «Активная упаковка» из полимерных материалов/ О.Б. Федотова, Д.М. Мяленко, А.В. Шалаева // Пищ. пром. -2010. - №1. - С. 22-23.
2. Шалаева, А.В. Полиэтиленовая пленка с антимикробными свойствами/ А.В. Шалаева // Пищ. пром. – 2011. - №1. – С. 22-23.
3. Шалаева А.В. Модифицированная полиэтиленовая пленка для хранения творожного продукта/ А.В. Шалаева, О.Б. Федотова // Пищ. пром. – 2011. - №6. – С. 30-31.

Публикации в сборниках научных трудов,

специализированных журналах, материалах конференций:

4. Мяленко, Д.М. Принципиальные возможности создания «Активной упаковки» на основе полиэтиленовой пленки, модифицированной экстрактом березовой коры - бетулином / Д.М. Мяленко, А.В. Шалаева// Материалы 3-й конференции молодых ученых и специалистов институтов Отделения «Хранения и переработка сельскохозяйственной продукции» Россельхозакадемии: «Обеспечение качества и безопасности продукции агропромышленного комплекса в современных социально-экономических условиях». М.: ВНИИМП. – 2009. – С. 13-17.
5. Федотова, О.Б. Технологические особенности модифицирования полиэтиленовой упаковочной пленки экстрактом березовой коры – бетулином / О.Б.Федотова, Д.М. Мяленко, А.В. Шалаева // Научное обеспечение молочной промышленности (ВНИМИ – 80 лет). Сборник научных трудов. М.: ГНУ ВНИМИ. – 2009. - С.374 – 377.
6. Шалаева, А.В. Комплексное исследование качества и безопасности модифицированной полиэтиленовой пленки / А.В. Шалаева, Д.М. Мяленко // Сборник научных трудов 4-й Конференции молодых ученых и специалистов институтов Отделения «Хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» Россельхозакадемии «Научно-инновационные технологии как основа продовольственной безопасности Российской Федерации» 9 декабря 2010 г. М.: ГОСНИИХП. – 2010. - С. 231 – 232.
7. Мяленко, Д.М. Изучение активации антимикробной активности поверхности полиэтиленовой пленки, модифицированной природным компонентом/ Д.М. Мяленко, А.В. Шалаева, Т.А. Раскошная, О.Б. Федотова // Сборник трудов молодых ученых и специалистов к 80-летию ВНИМИ. М.: ГНУ ВНИМИ. – 2010. - С.19.
8. Мяленко, Д.М. Активная упаковка/ Д.М. Мяленко, А.В. Шалаева, Т.А. Раскошная, Федотова О.Б.// Переработка молока. – 2010. -№1. - С. 8-9.

9. Федотова, О.Б. Изучение свойств полимерной упаковочной пленки с антимикробной добавкой бетулин / О.Б. Федотова, А.В. Шалаева, Д.М. Мяленко // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Инновационные технологии и оборудование в молочной промышленности», М.: НОУ «Образовательный научно технический центр молочной промышленности». - 2010. – С.139-141.
10. Шалаева, А.В. Комплексное изучение свойств опытных образцов полимерной упаковочной пленки с антибактериальной добавкой/ А.В. Шалаева // Материалы международной научно-практической конференции «Инновационные пути в разработке ресурсосберегающих технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции», Волгоград: ИУНЛ ВолгНТУ, 17-18 июня 2010г. - С. 241-243.
11. Шалаева, А.В. Использование природного компонента для создания полимерных пленок с антимикробными свойствами/ А.В. Шалаева // Живые системы и биологическая безопасность населения: материалы VII Международной научной конференции студентов и молодых ученых. – М.: МГУПБ. – 2010. - С.42 – 43.
12. Шалаева, А.В. Исследование изменения показателей творожного продукта при хранении в полимерной упаковочной пленке, содержащей оптимальное количество антибактериальной добавки/ А.В. Шалаева // Материалы международной научно-практической конференции «Инновационные пути в разработке ресурсосберегающих технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции» Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ. – 2011. - Ч. 2. - С. 241-243.
13. Шалаева, А.В. Комплексное исследование изменения показателей творожных продуктов при хранении в разработанной «активной» упаковочной пленке / А.В. Шалаева // Сборник научных трудов 5-й Конференции молодых ученых и специалистов институтов Отделения «Хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» Россельхозакадемии: «Современные методы направленного изменения физико-химических и технологических свойств сельскохозяйственного сырья для производства продуктов здорового питания» 12 октября 2011 г. М.: Изд-во РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева. – 2011. - С. 310-315.
14. Шалаева, А.В. Изучение свойств полимерной упаковочной пленки с антимикробной добавкой/ А.В. Шалаева, М.Ю. Нагорный, Д.М. Мяленко О.Б. Федотова// Материалы Первого Международного конгресса «Экологическая, продовольственная и медицинская безопасность человечества» 14-17 ноября 2011 г. М.: ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г.В. Плеханова». – 2011. – Ч.2. – С. 254-257.