

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт торговли и сферы услуг
Кафедра технологии и организации общественного питания

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Г. А. Губаненко
подпись инициалы, фамилия
« __ » _____ 2025 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Исследование качества растительных масел в нанотаре

19.04.04 Технология продукции и организация общественного питания

19.04.04.01 Новые пищевые продукты для рационального
и сбалансированного питания

| | | | |
|-------------------------|---------------|---------------------------------|-----------------------|
| Научный руководитель | _____ | <u>доцент, канд. хим. наук</u> | <u>Л.В. Наймушина</u> |
| | подпись, дата | должность, ученая степень | инициалы, фамилия |
| Выпускник | _____ | | <u>Е.П. Корчашкин</u> |
| | подпись, дата | | инициалы, фамилия |
| Рецензент | _____ | <u>доцент, канд. техн. наук</u> | <u>Е.А. Речкина</u> |
| | подпись, дата | должность, ученая степень | инициалы, фамилия |

Красноярск 2025

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт торговли и сферы услуг
Кафедра технологии и организации общественного питания

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Г.А. Губаненко

(подпись)

(инициалы, фамилия)

« _____ » _____ 2022 г

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме магистерской диссертации**

Студенту магистратуры Корчашкину Евгению Павловичу
группа ЗИТ22-04МИТ

Направление подготовки 19.04.04 «Технология продукции и организация общественного питания» по программе «Новые пищевые продукты для рационального и сбалансированного питания».

Тема магистерской диссертации «Исследование качества растительных масел в нанотаре».

Утверждена приказами по университету № 18478/С от 10.11.2022 и № 453/С от 15.10.2025

Руководитель магистерской диссертации: Л.В. Наймушина, канд. хим. наук, доцент кафедры технологии и организации общественного питания Ити-СУ СФУ

Исходные данные для магистерской диссертации:

Пищевая ценность растительных масел обусловлена большим содержанием в них липидов (75 - 95%), в составе которых присутствуют нужные для человеческого организма непредельные жирные кислоты и жирорастворимых витамины А, Е. При хранении в растительных маслах происходят процессы гидролитического окисления и автолиза, которые могут привести к ухудшению пищевой ценности и качественных показателей масел. Влияние этих процессов зависит от множества факторов, в том числе: температуры, относительной влажности воздуха, присутствия кислорода воздуха, интенсивности светового воздействия. Окислительные процессы в маслах намного интенсивнее протекают на свету, в том числе в светопроницаемой таре, применяемой для их хранения. Проблемы хранения масел с сохранением их качества можно решать, применяя специальную стеклянную тару с покрытием из нанопленок, защищающим содержимое от действия световых лучей.

Для достижения поставленной цели в диссертационной работе, следует изучить следующую проблематику:

- Проанализировать и выбрать тару с покрытием из наноматериалов для хранения подсолнечного масла.
- Создать экспериментальную установку, выбрать опытные режимы и провести исследования сохранения качества растительного масла с течением времени под действием светового потока в таре с нанопокрывтием и без него.
- Параллельно проводить определения физико-химических, органолептических и оптических показателей качества масла.
- Рассчитать экономическую эффективность и рентабельность применения тары с нанопокрывтием для розлива и хранения растительных масел.

Структура диссертации:

Введение. Глава I. Литературный обзор.

Глава II: Объекты и методы исследования.

Глава III: Результаты и обсуждение.

Глава IV. Обоснование экономической эффективности и рентабельности организации по розливу растительных масел в специализированную нанотару.

В работе необходимо представить:

- обоснование возможности применения нанотары для хранения растительных масел в целях сохранения качества продукта и увеличения его срока годности;
- экономическую оценку эффективности и рентабельности применения тары с нанопокрытием для розлива и хранения растительных масел.

Научный руководитель

подпись

Л.В. Наймушина

инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению

подпись

Е.П. Корчашкин

инициалы, фамилия

« _____ » _____ 2022 г

АННОТАЦИЯ

Тема диссертации: «Исследование качества растительных масел в нанотаре». Выбор темы объясняется актуальностью проблем, связанных с исследованием увеличения сроков хранения растительных масел с сохранением качественных показателей масла и его пищевой и биологической ценности. Предлагаемый в работе подход, включающий в себя теоретическое обоснование, экспериментальные исследования, анализ полученных данных, численный анализ, позволил определить рациональность использования наноматериалов для хранения пищевых растительных масел.

Цель диссертационной работы – научно-практическое обоснование применения нанотары для хранения растительных масел. Для достижения поставленной цели в диссертационной работе решались следующие задачи: 1. Проанализировать и выбрать тару с покрытием из наноматериалов для хранения подсолнечного масла. 2. Создать экспериментальную установку, выбрать опытные режимы и провести исследования сохранения качества растительного масла с течением времени под действием светового потока в таре с нанопокрывтием и без него. 3. Провести определение органолептических, физических, физико-химических показателей качества масла и сохранения его пищевой и биологической ценности. 4. Рассчитать экономическую эффективность и рентабельность применения тары с нанопокрывтием для розлива и хранения растительных масел.

Объектами исследования являлось подсолнечное растительное масло ГОСТ Р52465-2005 и тара для хранения растительных масел с нанопокрывтием. Для определения физико-химических показателей свежести растительного масла - кислотного, йодного и перекисных чисел - использовали классические химические титриметрические методы анализа и физико-химический (оптический) метод – рефрактометрию.

Результаты исследования. Проведено изучение динамики изменения физико-химических показателей (кислотного, перекисного, йодного чисел) образцов подсолнечного масла, помещенных в емкости из различных видов стекла, в том числе из стекла с нанопокрывтием, в ходе воздействия УФ – излучения. Для опытного образца подсолнечного масла, которое хранилось в открытой стеклянной таре с In-Sn-O-нанопокрывтием в течение длительного времени - 6 недель, дополнительно проводились исследования по показателям качества масла: органолептической оценке, оптической плотности и цветных чисел. Результаты проведенного исследования показали, что применение нанотары – стеклянной тары с In-Sn-O- нанопокрывтием – существенно снижает степень протекания гидролитических и окислительных процессов в растительных маслах и увеличивает сроки хранения данной продукции.

Ключевые слова: Подсолнечное растительное масло, тара, гидролиз и окисление масел, наноматериалы, физико-химические показатели масел, оптические показатели, органолептическая оценка, сроки хранения.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Введение..... | 5 |
| 1. Литературный обзор..... | 7 |
| 1.1 Проблемы хранения пищевых жиров..... | 7 |
| 1.2 Влияние различных видов излучения на пищевые продукты..... | 9 |
| 1.3 Стекло как разновидность материала тары для перевозки и хранения продуктов питания..... | 11 |
| 1.4 Возможности применения высокотехнологичных пленок и наномате- риалов для создания тары нового поколения..... | 16 |
| 1.4.1 Виды защитных пленок и методы их нанесения на стеклянную тару.... | 16 |
| 1.4.2. Защитные нанопленки InSnO, полученные экстракционно- пиролитическим методом..... | 24 |
| 1.5 Определение влияния различных факторов на сохранность качества подсолнечного масла..... | 27 |
| 2 Объекты и методы исследования | 29 |
| 2.1 Организация исследования. Объекты исследования..... | 29 |
| 2.2 Методы исследования..... | 30 |
| 2.2.1 Определение физико-химических показателей качества масла..... | 30 |
| 2.2.1.1 Определение кислотного числа подсолнечного масла..... | 30 |
| 2.2.1.2 Определение перекисного числа подсолнечного масла..... | 32 |
| 2.2.1.3 Определение йодного числа подсолнечного масла..... | 34 |
| 2.2.2 Физические (оптические) методы исследования качества подсолнеч- ного масла..... | 36 |
| 2.2.2.1 Определение спектральных характеристик оптической плотности, цветного числа, органолептических показателей стекла..... | 36 |
| 2.2.2.2 Определение коэффициента преломления масла методом рефрак- тометрии..... | 37 |
| 2.2.3 Исследование качества масел в таре из различных материалов с при- менением экспериментального стенда..... | 39 |

| | |
|---|----|
| 2.2.3.1 Рефрактометрический анализ термического окисления растительного масла..... | 41 |
| 3 Результаты исследования..... | 44 |
| 3.1 Определение физико-химических характеристик образцов подсолнечного масла, содержащихся в разных видах стеклянной тары..... | 44 |
| 3.1.1 Исследования кислотного числа образцов подсолнечного масла..... | 46 |
| 3.1.2 Результаты исследования перекисного числа образцов подсолнечного масла в таре из различных материалов..... | 47 |
| 3.1.3 Результаты исследования йодного числа образцов подсолнечного масла в таре из различных стекломатериалов..... | 47 |
| 3.2 Органолептическая оценка образцов подсолнечного масла при длительном хранении в нанотаре..... | 48 |
| 3.3 Результаты исследования цветных чисел и оптической плотности опытного образца подсолнечного масла, хранившегося в нанотаре..... | 51 |
| 3.4 Исследование термического окисления масла, хранящегося в нанотаре.. | 53 |
| 4.Обоснование экономической эффективности разработки и внедрения в производственную деятельность нанотары..... | 56 |
| 4.1 Методология оценки экономической эффективности..... | 56 |
| 4.2 Обоснование выбора поставщиков..... | 57 |
| 4.3 Расчет капитальных и операционных затрат..... | 59 |
| 4.4 Определение цены и объема продаж..... | 61 |
| 4.5 Расчет показателей экономической эффективности..... | 61 |
| Заключение | 63 |
| Список использованных источников..... | 65 |

ВВЕДЕНИЕ

Качество продуктов питания является неотъемлемой составляющей существования благополучия, качества жизни и показателей здоровья человека. Однако, пища, наряду с важнейшими нутриентами, содержит большое количество различных по структуре химических соединений, представляющих потенциальную опасность для здоровья человека. Ими могут быть собственно компоненты пищевых продуктов, продукты их биотрансформации, загрязнители окружающей среды, попадающие в пищу в результате накопления в трофических цепях, а также свободные радикалы, образующиеся в ходе протекания окислительных процессов. Технический прогресс, наряду с несомненными достижениями, привносит проблемы в экологию питания.

Пищевая ценность таких продуктов питания как масла обусловлена большим содержанием в них жиров (75 - 99%), большой степенью их извлечения, а также содержанием нужных для человеческого организма непредельных жирных кислот и жирорастворимых витаминов А, Е.

Растительные масла содержат 99,9% жира и 0,1% воды. Калорийность 100 г масла рафинированного – 899 ккал, нерафинированного, гидратированного - 898 ккал. Масла отличаются большой степенью усвоения, содержанием жирорастворимых витаминов - провитамина А (каротина), витамина Е (токоферола). Токоферол наделен свойством медленно окислять полиненасыщенные жирные кислоты, которые способствуют удалению из организма холестерина. Полиненасыщенные жирные кислоты не синтезируются в организме, поступают только с пищей, выполняют многие функции в обмене веществ.

Пищевым достоинством растительных масел является отсутствие в них холестерина. При хранении в растительных маслах происходят процессы, которые могут привести к ухудшению качества масел. Влияние этих процессов зависит от множества факторов, в том числе: температуры, относительной влажности воздуха, присутствия кислорода воздуха, интенсивности светового воздействия. В литературе есть сведения о том, что автоокисление масел проте-

кает в любом случае независимо от места их хранения, однако на свету окислительные процессы, протекающие в растительных маслах, становятся намного интенсивнее. Следует отметить, что не всегда процесс прогоркания масла сопровождается изменением его органолептических показателей.

Разработка оптимальных способов и режимов хранения растительных масел позволяет добиться экономической эффективности при производстве и реализации данного продукта, а также максимальной безопасности для потребителей. В связи с этим, поиск эффективных способов хранения пищевых масел является актуальной проблемой.

1 Литературный обзор

1.1 Проблемы хранения пищевых жиров

Пищевые жиры вследствие особенностей химического состава легко подвергаются изменениям в процессе хранения и промышленной переработки, которые снижают их качество и биологическую ценность. Поэтому исключение возможности протекания в пищевых жирах процессов, сопровождающихся изменением их органолептических показателей и химического состава, является важной научно-практической проблемой [1-2].

Жиры, свободные от влаги и полученные из хорошего сырья, при низкой температуре и без доступа света могут сохраняться продолжительное время. В противном случае они подвергаются различным изменениям, образующиеся вещества ухудшают органолептические показатели жиров и в большей или меньшей степени оказывают вредное действие на организм человека.

В основе порчи жиров лежат химические процессы и биохимические превращения. При пищевой порче жиров образуются низкомолекулярные летучие соединения - альдегиды, кетоны и низкомолекулярные кислоты, которые и обуславливают специфический запах прогорклых жиров. С течением времени в жирах образуются также некоторые нелетучие продукты окисления. Жиры, подвергшиеся порче, обычно содержат перекисные вещества, но количество их невелико. Перекисные соединения образуются в результате действия на жиры молекулярного кислорода и оказывают токсичное действие на мелких животных, а также болезнетворное влияние на детей младшего возраста [2-3].

Носителями прогорклости являются летучие альдегиды и кетоны, продукты окисления жиров. Они всегда содержатся в прогорклом жире одновременно, но в разных количествах. Альдегиды доминируют в жирах с ненасыщенными кислотами. В жирах с небольшим количеством ненасыщенных кислот (например, кокосовое) преобладают кетоны и метилалкилкетоны. При прогоркании жиров кроме указанных соединений образуются вода, оксид и диоксид углерода. В испорченных жирах происходит резкое повышение содержания

свободных жирных кислот вследствие гидролиза глицеридов. Накопление свободных жирных кислот может происходить и в результате воздействия на жиры молекулярного кислорода. Образующиеся свободные жирные кислоты имеют более низкую молекулярную массу, чем кислоты исходного жира [3-7].

Наряду с окислительными процессами при прогоркании жиров происходят также микробиологические и ферментативные процессы.

Последние, в основном, сводятся к гидролизу, т.е. к расщеплению жира. Микробиологические и ферментативные реакции протекают в жирах, содержащих белковые вещества и воду. Часто процессы протекают с образованием плесеней [8-10].

В растительных маслах на повышение кислотности влияет наличие фермента липазы, содержащегося в не жировом комплексе. При фильтрации осадок, а с ним и большая часть липазы удаляется из масла. В связи с этим профильтрованные масла более устойчивы при хранении [11-13].

Существуют и другие причины пищевой порчи жиров. Так, появление в коровьем масле рыбного привкуса и запаха обуславливается расщеплением лецитина и образованием холина. Разложение последнего ведет к образованию триметиламина, имеющего рыбный запах. Появляются иногда и другие неприятные запахи, и вкусовые ощущения, связанные с гидролизом некоторых глицеридов под влиянием ферментов и разложения белков плесенями [12-13].

1.2 Влияние различных видов излучения на пищевые продукты

Пищевые продукты ввиду разнообразия своих свойств имеют очень разную восприимчивость к воздействию ультрафиолетового излучения (УФИ). Еще в 1968 году немецкие ученые [14] в ходе изучения воздействия солнечного света на пищевые продукты, подразделили продукты на четыре группы. Среди наиболее чувствительных к воздействию света отметили сметану, взбитые сливки, сливочное масло, майонез и молоко. В этих продуктах было обнаружено образование неприятного горького привкуса уже после 1–2 часов хранения под лучами солнца.

Сахар, печенье, шоколад, сырые сосиски и сало составили вторую группу продуктов, в которых признаки порчи присутствовали уже после 24–70 часов облучения. В рисе и картофеле отмечены изменения после 5–7 дней. К продуктам группы наименее восприимчивой к солнечному свету относились орехи и макароны – для них период наблюдения составил от двух до четырех недель [14].

Световое излучение воздействует на молоко, растительные масла, соки, пиво, некоторые сорта вин и др. Например, в пиве под воздействием света (длина волны 420-500 нм) образуются сернистые соединения и появляется «световой» привкус. Молоко в бесцветной бутылке при дневном свете быстро теряет витамин С. Свет отрицательно влияет также на витамины А, В6 и др. Растительные масла под воздействием света (длина волны 430-460 нм) стареют и портятся [15,17].

Окисление липидов является причиной немикробной порчи продуктов питания, приводящей к серьезным изменениям их вкусовых характеристик [16]. Дж. Спикс [6] отмечал, что наиболее подверженными воздействию УФИ незаменимыми аминокислотами являются аминокислоты, содержащие, подобно жирам в составе молекул ароматические кольца – гистидин, фенилаланин и триптофан. Следствием фотодеградации белков может стать образование неприятных запахов и изменение во вкусе продукта. Например, в молоке, непри-

ятный вкус или запах появляющийся под длительным воздействием прямого ультрафиолетового излучения, или солнечного света, вызван активацией рибофлавина – витамина В2, ответственного за образование метанола из аминокислоты – метионина. Также существуют факты образования пероксидов и свободных гидрофильных групп, под действием которых возможны изменения в цвете, вкусе и запахе молока и молочных продуктов [14].

Электромагнитные поля являются одними из существенных загрязнителей как окружающей среды в целом, так и продуктов питания в частности. В литературе в последнее десятилетие даже появился соответствующий термин электромагнитный смог. СВЧ-излучение с очень высокой плотностью потока энергии способно вызывать процессы деструкции высокомолекулярных органических молекул, в частности денатурацию белков при нагреве, приводящие к образованию групп с неспаренными электронами т.е. свободных радикалов, являющихся одной из причин преждевременного старения организма человека [18].

Методами ЭПР и Фурье ИК-спектроскопии в средней области проведен качественный анализ процессов, происходящих в ряде продуктов питания растительного происхождения при воздействии на них различных доз СВЧ-излучения. Методом ЭПР установлено, что исходные материалы содержат незначительное количество парамагнитных центров свободных радикалов, однако под воздействием СВЧ-излучения их количество увеличивается пропорционально времени и/или мощности излучения. В ИК-спектрах СВЧ-обработка проявляется в уменьшении интенсивности полосы поглощения ионов -ОН, что связано, по-видимому, с потерей молекулярной воды образцами при нагреве и ростом интенсивности полосы -С=О, что может быть объяснено образованием некоторого количества сложноэфирных и кетонных групп в системах в результате термоокислительной деструкции/пиролиза, либо переходом органических молекул в перекисное состояние под воздействием свободных радикалов [18-19].

Современные исследования подтвердили и доказали правильность сделанных немецкими учеными выводов. Интенсивность воздействия света напрямую зависит от оптических свойств упаковки, температуры продукта, а также содержания в пище кислорода или воздуха [20].

В связи с этим актуальна разработка специальных защитных пленок, повышающих качество и сроки хранения продуктов питания.

1.3 Стекло как разновидность материала тары для перевозки и хранения продуктов питания

В европейских странах бутылка из стекла выступает традиционной тарой для множества видов продукции питания. Это объясняется общей тенденцией ведения здорового образа жизни и заботы об окружающей среде. Стекло нейтрально в отношении продукта, не вступает с ним в реакцию и не выделяет вредных веществ. В пищевой промышленности изделия из стекла пользуются наибольшим спросом, поскольку стеклотара незаменима для хранения кисло-молочных продуктов, соков, пищевых масел, в банках удобно хранить варенья и джемы и многое другое. Стекло абсолютно никак не влияет на содержимое бутылки или банки, оно безопасно для человеческого здоровья. Из этого материала изготавливаются емкости самых разных объемов и дизайнов [21].

К основному виду стеклотары относят стеклянные бутылки. Применение стеклянной тары имеет ряд преимуществ:

Позволяет избежать отрицательного воздействия солнечного света на содержимое, что препятствует деструкции и выпадению осадка:

- увеличивает срок хранения продукта;
- представляет несомненную выгоду при транспортировке и реализации;
- позволяет разливать напитки под давлением (шампанское и игристые вина);
- многократная оборачиваемость. Происходит удешевление конечного продукта за счет вторичного использования тары;

- разнообразие форм и дизайна. Позволяет использовать индивидуальную бутылку под определенный сорт напитка, что создает «узнаваемость» товара и способствует увеличению объема продаж;

- напитки, разлитые в стеклянные бутылки, имеют более презентабельный вид;

- возможность изготовления бутылки с названием напитка или фирмы-изготовителя, что значительно затрудняет подделку напитка;

- изделия из стеклянной тары гигиеничны, как правило, не взаимодействуют с содержимым продуктом;

- позволяют осуществлять герметичную упаковку;

- предполагается поточное изготовление, разнообразные размеры и масса.

Наряду с указанными преимуществами, стеклянной таре присущи и некоторые недостатки: она имеет сравнительно большую массу, невысокую механическую прочность, более дорогая [21-22].

Стеклянная бутылка является также самым лучшим вариантом для упаковки подсолнечного, оливкового или других видов растительных масел, так как надолго сохраняет его качество [21].

Изделия должны вырабатываться из однородного стекла, иметь равномерную толщину стенок и дна, точный вес и размеры; горло изделий не должно иметь заусенцев, выступающих швов, острого края, посечек, заколов. Все эти требования изложены в нормативно-технической документации на данный вид товарной продукции [23-25].

Комплекс физико-химических свойств (табл.1) необходимых для стеклотары, достигается в основном при использовании стёкол натрий-кальций-силикатного состава. Небольшие различия в их составе связаны с видом стеклянной тары, способом ее изготовления и назначения. Возможны добавки некоторых оксидов для улучшения эксплуатационных и технологических свойств стекла. Например, отдельные виды стеклотары медицинского назначения изготавливаются из боросиликатного стекла [23-25].

Основными компонентами тарного стекла являются SiO_2 , CaO и Na_2O ; в небольших количествах в составе этих стёкол должны быть Al_2O_3 и MgO , благоприятно влияющие на основные свойства стекол. Содержание MgO в стекле может быть доведено до 3,0 – 3,5 %, а Al_2O_3 до 3 – 5 %. В некоторых видах тарного стекла может присутствовать в сравнительно небольшом количестве Fe_2O_3 .

Стеклотара, получаемая из полубелого и зеленоватого стекла, может содержать от 0,15 до 0,3 % и выше Fe_2O_3 . Кроме того, значительную часть винных и пивных бутылок, а также бутылок для минеральных вод изготавливают из окрашенного стекла, в котором содержание оксидов железа практически не ограничено и может быть в пределах 1,5 – 2,5 %. Для окраски в такое стекло вводится до 2,0 – 2,5 % MnO [22-23].

Таблица 1 - Физико-химические свойства и характеристики тарных стекол

| Наименование показателя | Значение |
|--|-------------|
| Температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР), $1/^\circ\text{C}$ | (91-100)-7 |
| Плотность, кг/м^3 | 2460-2510 |
| Пропускание в области спектра 400-700 нм в пересчете на толщину стекла 3 мм, % | |
| Бесцветное | не менее 80 |
| Полубелое | » 65 |
| Зеленое | » 20 |
| Коричневое (В Области Спектра 540-560 Нм) | » 15-60 |

Состав тарного стекла может меняться в зависимости от способов производства тары и особенностей технологического процесса на различных стеклотарных заводах. Наблюдаются некоторые различия в составах стёкол для машин с вакуумным и капельным питанием. Как правило, стёкла для машин с вакуумным питанием содержат больше щелочноземельных и меньше щелочных

оксидов. Содержание щелочных оксидов увеличивается при выработке на выдувных автоматических машинах мелкой стеклотары (емкостью до 200 мл), а также стеклотары с мелкой резьбой под винтовой колпачок [23].

Некоторое ограниченное количество стеклянной тары вырабатывают на вакуумных полуавтоматах, где технологический процесс выдувания более длителен, стекло сравнительно долго находится в соприкосновении с металлом форм, и поэтому появляется риск ухудшения качества конечного продукта. Длительное взаимодействие стекла с металлическими формами может привести к различным проблемам, таким как:

1. Окисление металла: При высоких температурах металл может окисляться, что может привести к загрязнению стеклянной тары.

2. Потеря прозрачности: Если металл выделяет какие-либо вещества, это может повлиять на прозрачность и цвет стекла.

3. Неправильная форма: Долгое время контакта может привести к деформациям или изменению формы изделия, если температура не поддерживается на нужном уровне.

4. Повышенные дефекты: Увеличенное время контакта может способствовать образованию пузырей, трещин и других дефектов в стекле.

Для минимизации этих рисков важно контролировать процесс производства, использовать качественные материалы и оптимизировать технологические параметры [24].

При работе на автоматах с капельным питанием в стекле должно быть повышено содержание щелочей за счет содержания основных оксидов, с тем, чтобы избежать возникновения кристаллизации стекла в питателях. При варке бесцветного стекла широко практикуется замена Na_2O до 3 % на K_2O . Использование такой замены создаёт в стеклах эффект двух щелочей, который позволяет добиться повышения химической устойчивости стекла и улучшения технологических свойств при повышенном содержании щелочных оксидов.

Одной из основных причин порчи пищевых продуктов может быть неудовлетворительное состояние контактной поверхности, что обусловлено сро-

ками и условиями хранения, как порожней стеклянной тары, так и с расфасованными в нее пищевыми продуктами. В процессе длительного хранения порожней стеклотары под воздействием атмосферной влаги происходит химическая коррозия внутренней поверхности стекла, что впоследствии отрицательно сказывается на качестве пищевых продуктов.

На технологические и эксплуатационные свойства стёкол благоприятно влияет введение в состав B_2O_3 и BaO в количестве до 1 % каждого оксида. В сочетании с эффектом двух щелочей это даёт хорошие результаты [24].

В зарубежной практике при формовании узкогорлой тары прослеживается тенденция к снижению в составе стекла количества MgO до 0,8 – 1,5 %. Уменьшение содержания MgO в составе тарного стекла снижает склонность стекломассы к кристаллизации в температурном интервале формования.

Качество стеклянной тары находится в прямой зависимости от качества используемого стекла и его обработки. Стекло должно быть однородным, химически стойким, не переходить в содержимое тары и не содержать включений, влияющих на прочность тары [25].

В основном выпускаемая заводами стеклянная тара, как по составам стекол, так и по показателям водостойкости соответствует действующим нормативным документам. И, тем не менее, в стеклянной таре, изготовленной из таких стекол, часто наблюдаются случаи порчи пищевых продуктов (помутнение, выпадение осадков и т. п.). Одной из основных причин порчи пищевых продуктов может быть неудовлетворительное состояние контактной поверхности, что обусловлено сроками и условиями хранения, как порожней стеклянной тары, так и с расфасованными в нее пищевыми продуктами [23].

1.4 Возможности применения высокотехнологичных пленок и наноматериалов для создания тары нового поколения

1.4.1 Виды защитных пленок и методы их нанесения на стеклянную тару

Для защиты от солнечного излучения применяют затемненные стекла, но их эффективность не достаточна. Разработка высокотехнологичного производства защитных пленок на стекле, сохраняющих качество и безопасность пищевых продуктов и предохраняющих продукты питания от УФ, ИК и СВЧ - излучений для развития системы товарных рынков региона и повышения уровня конкурентоспособности является задачей, поставленной в ряде исследований [26-38].

Защитные пленки на основе оксидов металлов эффективно препятствуют проникновению УФ-излучения, а также выполняют защитные функции от влажности и агрессивных условий окружающей среды и повышают механическую прочность стеклянной тары [26]. Тонкие защитные пленки обычно наносят на стекло и другие материалы методами микроэлектроники, с использованием вакуума и дорогого энергоемкого технологического оборудования. Для широкомасштабного нанесения пленок и покрытий на большие или сложные поверхности необходимо разработать более экономичные и, в то же время, экологичные методы.

В настоящее время исследователями выполняется разработка высокотехнологичного растворного метода для нанесения тонких защитных пленок на стеклянную тару для пищевых продуктов с обеспечением экологической безопасности и выводом производства на «зеленый» уровень [28].

Для решения этой задачи необходимо:

- 1) разработать технологическую линию для нанесения защитных пленок на витринные стекла и стеклянную тару для пищевых продуктов;

2) изучить и оптимизировать технологические процессы нанесения тонких пленок оксида индия-олова, оксида циркония-иттрия для защиты пищевых продуктов от УФ, ИК и СВЧ излучений;

3) изучить процессы экстракции металлов – компонентов сложных и простых оксидов индия, олова, циркония и др. и составить маршрутную карту технологических процессов;

4) изучить и оптимизировать процессы пиролиза экстрактов металлов для получения оксидных пленок на различных подложках (стекло, металлы и др).

5) исследовать с помощью РФА, ИКС и МС методов синтез экстракционно-пиролитическим методом сложнооксидных пленочных материалов функционального назначения, а именно диэлектрических, полупроводниковых и проводящих пленок;

Дальнейшие исследования в области прозрачных проводящих пленок предполагают нанесение пленок на гибкие материалы, в частности карбон, металлические фольги и термостойкие пластики, а также испытание их в качестве защитных материалов от различного вида излучений.

Проблематика предстоящих исследований в области создания нанопокровов для стеклянной тары, предназначенной для продуктов питания [29-32]:

- изучение новых составов прозрачных проводников, в частности допирование различными элементами;
- исследование влияния различных видов излучений на кислотное число и фазовый состав продуктов питания с применением защитных пленок на основе оксида индия-олова, циркония-иттрия, оксида цинка;
- поиск новых составов для защитных пленок. Синтез многослойных структур с использованием различных экстрактов металлов.
- изучение защитных, свойств диэлектрических пленок на основе ZrO_2 , TiO_2 , NiO , и сложных оксидов на их основе, полученных экстракционно-пиролитическим методом, Испытания в климатических камерах и в потенциометрических системах необходимо осуществить для обеспечения практических рекомендаций к их применению;

- изучение возможности регулирования структуры и морфологии объемных и пленочных систем, получаемых из растворов, определяет широкий диапазон их свойств и области возможных применений. Необходима проработка проблемы выбора соответствующих подслоев на подложке, позволяющих улучшить адгезию пленочных структур.
- исследование различных физико-химических свойств, и механических свойств, процессов адгезии материалов с подложкой, а также между слоями.

Одна из основных технологических проблем при создании качественных композиционных проводящих керамических материалов состоит в достижении максимально возможной дисперсности фазовых составляющих и однородности в их распределении по объему. Необходимо исследовать электрические свойства синтезированных материалов основе диоксида индия и олова, легированного серебром, медью, кобальтом и сурьмой. Отсюда вытекает возможность регулирования структуры и морфологии объемных и пленочных систем, получаемых из растворов, определяет широкий диапазон их свойств и областей возможного применения [26].

Фундаментальные исследования взаимосвязи состав - строение – свойства важны для достижения максимальной эффективности функциональных материалов. Исследование процессов получения пленочных материалов с использованием эффектов смачивания представляет важную технологическую и теоретическую задачу проекта. Также предстоит изучение возможности создания и автоматизации работы технологической линии производства защитных пленок и в целом нанотары в заданных технологических режимах [32-33].

Также сегодня ученые разрабатывают процессы рекуперации, адсорбции отходящих газов ректификации, рециклинга для создания «зеленой» технологии получения тонких защитных пленок на подложках различной формы и масштаба [29].

Успехи современной электроники и техники основаны на широком использовании тонких пленок неорганических материалов с особыми электрическими и оптическими свойствами, а также различных гетероструктур.

Также одним из актуальных направлений является изучение слоистых функциональных материалов – объектов физики и химии твердого тела. Слоистый характер объектов открывает широкие возможности целенаправленного варьирования электрических, оптических и других свойств веществ, а также способствует формированию новых уникальных сочетаний этих свойств. В конечном счёте, это создаёт основу для конструирования материалов с особыми электрооптическими свойствами и использования их в устройствах современного приборостроения или в других технических сферах. Работы такого плана широко проводятся во всех промышленно развитых странах [28-31].

Пленки InSnO (ITO) относятся к прозрачным проводящим оксидам (transparent conductive oxides TCO) и находят широкое применение для большого разнообразия оптико-электронных приборов. Они могут быть также использованы для предотвращения уноса излучения от корпуса, мешающего другим устройствам, или для того чтобы избежать ввода излучения в корпус, мешающего электронным устройствам изнутри, для уменьшения электромагнитных помех и для обеспечения визуального доступа. TCO покрытия наносятся на рабочие поверхности и двери кабинетов, особенно в чистых помещениях, используемых для сборки электроники, в целях предотвращения вредного накопления статического заряда. В этом применении относительно высокое сопротивление поверхности может допускаться. В оконном стекле, как правило, проводимость не имеет значения, но высокая инфракрасная отражательная способность нужна для того, чтобы получить хорошее светопропускание в видимом диапазоне, при сведении к минимуму передачи тепла [31].

В связи с широкой востребованностью TCO пленочных материалов весьма актуальна разработка недорогого и масштабного метода их изготовления. Важным требованием, предъявляемым к технологии получения функциональных материалов, являются использование универсального оборудования и ста-

бильных, недорогих исходных веществ и реагентов и методов синтеза, обеспечивающих высокую химическую, и фазовую однородность продуктов.

Сложнооксидные пленки традиционно наносят вакуумным распылением мишеней, нагретых до высоких температур, при низких температурах подложки. В процессах реактивного распыления для достижения высокого качества покрытий необходимы однородный поток газа и однородное распределение газа в камере. В настоящее время разрабатываются все более крупные машины с очень сложными процессами измерения и системами управления газовым потоком для стабилизации процесса реактивного распыления. Метод лазерного распыления для производства пленок позволяет распылять практически любые по составу мишени, причем состав получаемых пленок близок к составу мишеней. Довольно высокая стоимость оборудования окупается его эффективностью и простотой управления процессом.

Метод ионного осаждения ИТО пленок использует полностью автоматизированную вакуумную камеру с крионакачкой, оснащенную резистивным источником, электронной пушкой, контроллером скорости/толщины из кварцевого кристалла, 3 кВт кварцевой лампой – нагревателем и криогенным охлаждением поверхности Мейснера.

Среди различных методов, золь-гель метод кажется наиболее привлекательным из-за покрытия больших площадей, простоты контроля уровня допирования, концентрации растворов и однородности без помощи дорогого и сложного оборудования при сравнении с другими методами. Однако, золь-гель метод использует алкоксиды металлов, но очень трудно получить алкоксиды индия и олова из-за проблем, возникающих при подготовке, недоступности или дорогого сырья [30].

1.4.2 Защитные нанопленки InSnO, полученные экстракционно-пиролитическим методом

Среди сложнооксидных материалов оксид индия-олова In-Sn-O задерживает не только УФ-излучение, но и ИК- и СВЧ-излучения, что является критерием его эффективности в защите продуктов питания от различных видов излучений. Сложный оксид циркония-иттрия Zr-Y-O также характеризуется рядом ценных свойств, в том числе теплостойкостью, высокой механической прочностью, которые рекомендуют его в качестве эффективного защитного покрытия [27-28].

В большинстве случаев используемые для синтеза наноматериалов высокочистые реактивы имеют высокую стоимость или требуется специальная очистка применяемых соединений, поскольку на функциональные характеристики поликристаллических наноструктурных материалов большое влияние оказывает наличие примесей. Применяемые вакуумные методы требуют сложного оборудования и высокой стоимости реактивов [30].

Для получения наноструктурных пленок высокой чистоты и заданной стехиометрии из недорогих исходных веществ был и предложен экстракционно-пиролитический метод [28]. Для осуществления процесса экстракции используются различные типы экстракторов в зависимости от производительности процесса.

Для изготовления тонких пленок наиболее целесообразным является использование экстрактора типа «смеситель-отстойник». Экстрактор имеет привод мощностью 0,2 кВт. За время работы экстрактора расход электроэнергии составит около 1 кВт ч, годовой расход 10 кВт ч. Нанесение пленок на крупногабаритные покрытия осуществляется с использованием пульверизаторов-роботов-автоматов, разработанных для лакокрасочной промышленности. Подсушивание смачивающей пленки и пиролиз органических растворов в смачивающей пленке целесообразно проводить с использованием ИК-ламп или ИК-печей, помещенных в вытяжные шкафы. В процессе пиролиза происходит раз-

ложение органической составляющей и формирование газов CO_2 (88 %), H_2O , CO и 0,1 % летучих углеводородов [27].

При приготовлении сложнооксидных материалов полное смешение компонентов в растворе способствует получению гомогенных или однородных смесей продуктов пиролиза и обеспечивает легкость регулирования соотношений компонентов в растворе [28].

Основными достоинствами экстракционно-пиролитического метода являются:

- гомогенность промежуточных веществ и конечных продуктов (экстракционные соединения не кристаллизуются и не выделяются из растворов в отличие от солей водных растворов, в которых дробная кристаллизация ведет к получению негомогенных продуктов);

- высокая реакционная способность наноразмерных оксидов, полученных в результате пиролиза, снижает температурные и временные параметры синтеза; простота и низкая стоимость метода обеспечивают его преимущества перед громоздкими вакуумными методами.

Возможность использования различных материалов, включая вторичные продукты, технологические материалы расширяют сырьевую базу функциональных материалов. Приготовление материалов с различными соотношениями компонентов и легкость введения модифицирующих катионов обусловлено нелетучестью используемых экстрактов и строгим сохранением стехиометрии. Возможно получение продуктов различного состава в зависимости от их природы и условий синтеза (термическая, плазменная, лазерная или другой тип обработки) [29].

В Российской Федерации был разработан высокотехнологичный и экономичный способ получения прозрачных проводящих пленок на стекле, пленок титанатов бария, стронция, свинца с высоким значением диэлектрической проницаемости и других сложнооксидных материалов, который имеет существенные достоинства по сравнению с мировым уровнем [26,28].

Исследования показали практическое отсутствие примесных элементов, включая углерод, в пленках ИТО, полученных экстракционно-пиролитическим методом. При этом пленки, полученные экстракционно-пиролитическим методом, имеют нанокристаллическую структуру с размером зерен около 6 нм, как показали исследования методами РФА и ПЭМ на рисунке 1.

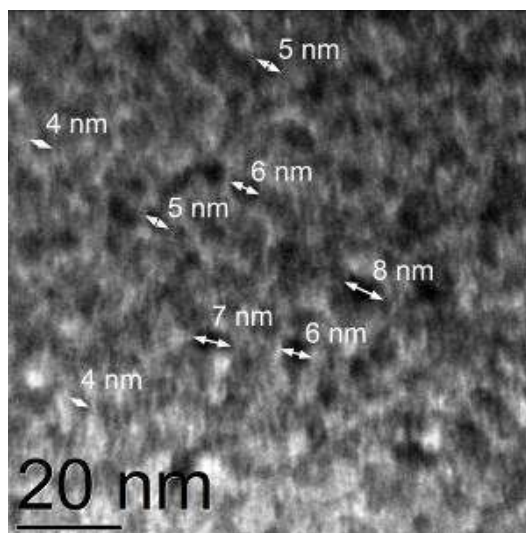


Рисунок 1 - ПЭМ-изображение ИТО пленки, полученной экстракционно-пиролитическим методом.

Нанокристаллическая структура пленки ответственна за повышенное поверхностное сопротивление ИТО пленки. Слоистый характер объектов открывает широкие возможности целенаправленного варьирования электрических, оптических и других свойств веществ, а также способствует формированию новых уникальных сочетаний этих свойств. В конечном счёте, это создаёт основу для конструирования материалов с особыми электрооптическими свойствами и использования их в устройствах современного приборостроения или в других технических сферах. Работы такого плана широко проводятся во всех промышленно развитых странах [29-31].

1.5 Определение влияния различных факторов на сохранность качества подсолнечного масла

Развитие реакции окисления зависит от состава масел и условий их хранения. Прежде всего, стабильность масел определяется их жирно-кислотным составом. С увеличением степени ненасыщенности растет скорость реакций окисления. Стабильность масел, содержащих кроме олеиновой и насыщенных кислот линоленовую кислоту, снижается, если ее доля составляет более 10 % [40].

К группе веществ, инициирующих окисление, относятся гидроперекиси, которые всегда присутствуют в маслах. На начальных стадиях окисления при сравнительно небольшом содержании гидроперекисей распад их идет по уравнению 1:



Скорость разветвления цепи за счет распада гидроперекиси пропорциональна ее концентрации. При высоких концентрациях гидроперекисей становится более вероятной реакция распада димеров гидроперекисей 2:



Влияние даже незначительного количества перекисных соединений на стабильность масел при хранении проявляется при добавлении к свежему маслу 10 % слабо окисленного подсолнечного масла. Это практически не отражается на величине перекисного числа исходной смеси масел, но приводит к снижению срока ее хранения [40].

Содержание металлов в нерафинированных маслах зависит от вида масличных культур и условий их произрастания (табл. 2). В масле они находятся в виде солей жирных кислот, значительная доля металлов входит в состав фосфатидов, поэтому после гидратации и рафинации масел их содержание снижается в 5-10 раз в зависимости от режимов соответствующей технологической обработки.

Таблица 2 - Содержание металлов в маслах при закладке на хранение, %

| Масло | Железо | Медь |
|----------------------------------|-----------|------------|
| 1. Подсолнечное рафинированное | 2,0 - 4,5 | 0,1-0,5 |
| 2. Подсолнечное нерафинированное | 0,5 - 1,5 | 0,05 - 0,1 |

При длительном хранении масел и жиров возможен переход металлов из материала тары. О влиянии этого процесса на окисление масел можно судить из данных, приведенных в таблице 3.

Таблица 3 - Влияние металлов на окисление масла, %

| Масло | Массовая доля железа, мг/кг | П. ч. масла, % I ₂ | Массовая доля железа, мг/кг | П. ч. масла, % I ₂ |
|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | В железной таре | В стеклянной таре | В железной таре | В стеклянной таре |
| 1. Подсолнечное рафинированное | 0,11 | 0,25 | 0,43 | 1,70 |
| 2. Подсолнечное нерафинированное | 0,21 | 0,27 | 1,37 | 2,0 |

Наибольшее влияние на окисляемость масел и жиров оказывают медь, железо, марганец [40].

Так как при окислении масел кислородом при обычных условиях с большей вероятностью протекает реакция с образованием перекисных радикалов, то к веществам, тормозящим окисление (антиоксидантам) относятся соединения фенольного характера как природные (токоферолы), так и синтетические (бутилоксианизол, бутилокситолуол или ионол, эфиры галловой кислоты).

Антиоксиданты различаются по своей активности, т. е. имеют разные константы реакции ингибирования. Содержание растворенного в подсолнечном масле кислорода колеблется в широких пределах, приближаясь к значениям (близким к значению предельного насыщения), приведенным ниже в таблице 4 [17].

Таблица 4 - Содержание кислорода в масле

| Масло подсолнечное | Содержание растворенного кислорода, ммоль/л |
|---------------------------------|---|
| Нерафинированное форпрессовое | 0,3 - 1,0 |
| Нерафинированное экстракционное | 0,3 - 0,4 |
| Рафинированное | 0,3 - 0,5 |
| Рафинированное дезодорированное | 0,4 - 0,8 |

Если учесть температурные режимы и длительность отдельных технологических операций при получении масел, а также зависимость скорости окисления от температуры, то наличие растворенного в производственных образцах масел кислорода свидетельствует о многократности процессов сорбции кислорода из газовой фазы и расходования в реакциях окисления.

Наиболее легко взаимодействующими с кислородом компонентами являются характерные для нерафинированных масел фосфатиды, каротиноиды, хлорофиллы.

Скорость расходования растворенного в подсолнечном масле кислорода резко возрастает при увеличении в нем доли линолевой кислоты более 40 %, перекисного числа масла более 0,25 %, при повышении температуры более 50 °С.

Кроме указанных выше факторов на скорость окисления влияет различного рода коротковолновое излучение (γ -радиация, ультрафиолетовое излучение и др.). При этом образуются свободные радикалы, участвующие в развитии процесса окисления. Продолжительность хранения масел в стеклянной таре, имеющей коричневый или темно-зеленый цвет, увеличивается в 1,5-2 раза по сравнению со сроком хранения масел в таре из бесцветного стекла [17].

Ниже приведены основные рекомендации, обеспечивающие сохранение качества масел при их длительном хранении [13]:

- масла, подлежащие хранению, должны иметь минимальные показатели гидролитической и окислительной порчи. Например, для нерафинированных гидратированных подсолнечных и соевых масел кислотное число масла высшего сорта не должно превышать 1,2 мг КОН, для первого сорта- 1,75 мг КОН;

- для снижения влияния гидролитических процессов на качество масла последнее следует закладывать на хранение с влажностью не выше 0,1 %, хранение осуществлять при отсутствии контакта масла с влажной атмосферой;

- важнейшим фактором защиты масел от окисления является уменьшение контакта его с кислородом воздуха, что может быть достигнуто использованием герметичной тары (бочек, бутылей из окрашенного стекла), выбором формы резервуаров, в которых площадь контакта с воздухом была бы минимальной, использованием инертных газов для вытеснения кислорода из массы масла и создания защитного слоя над его поверхностью, деаэрацией масел и др. Однако следует иметь в виду, что инертные газы с примесью кислорода более 3 % практически не обеспечивают защиты масла от окисления, в ряде случаев было отмечено даже ухудшение качества хранившегося масла;

- учитывая, что с повышением температуры скорость взаимодействия компонентов масла с кислородом увеличивается, целесообразно осуществлять хранение масел при возможно низких температурах в емкостях с достаточно хорошей термоизоляцией;

- для предотвращения перехода из металлической тары в масло металлов - катализаторов окисления она должна быть покрыта защитной пленкой или изготовлена из соответствующего материала, например, из титановых сплавов;

- во всех случаях разогрева застывающих масел и жиров недопустимым является их обводнение и местный перегрев, приводящие к резкому ухудшению качества продуктов;

- для сохранения качества исходных масел и жиров следует избегать нежелательного смешения их, применяя при перекачивании отдельную систему трубопроводов [17].

Заключение по I главе. Исследование литературных источников позволило сделать вывод, что хранение пищевых жиров представляет собой сложную задачу, требующую учета множества факторов, влияющих на качество и срок годности продукта. Показано, что окисление, микробиологические загряз-

нения и влияние внешних факторов, таких как температура, свет и кислород, могут значительно ухудшить качественные показатели жиров и масел. Выявлено, что ультрафиолетовое и световое излучение ускоряют окислительные и гидролитические процессы. Проблема хранения пищевых жиров, в частности подсолнечного масла, сохранения его качественных показателей и повышения безопасности для потребителей может быть решена применением специальной тары с нанесенными защитными нанопленками, предотвращающими проникновение светового излучения, инициирующего процессы окисления и автолиза триглицеридов.

2 Объекты и методы исследования

[изъята 2 глава]

3 Результаты исследования

[изъята 3 глава]

4 Обоснование экономической эффективности разработки и внедрения в производственную деятельность нанотары

[изъята 4 глава]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Масла и жиры, являясь важными питательными компонентами, наряду с белками и углеводами обеспечивают процессы роста, развития и функционирования организма. Ценность всех липидных фракций в составе жиров характеризуется показателями биологической эффективности. Под действием неблагоприятных внешних факторов - температуры, световых лучей, электромагнитных полей – часто происходит снижение биологической эффективности жиров и масел, отражающееся в образовании нежелательных продуктов гидролитического и перекисного окисления. Но процессы разложения и порчи жиров и масел в процессе хранения можно предотвращать или снижать до минимальных значений в случае применения специальной нанотары - стеклянных емкостей (бутылок) с нанесенным слоем пленки с наноразмерными частицами оксидов индия и олова, препятствующей проникновению световых лучей внутрь емкости.

В ходе выполнения магистерской диссертации проводились теоретические и практические исследования показателей качества подсолнечного масла, хранившегося в таре из различных материалов, в том числе нанотаре. В соответствии с поставленными задачами была выбрана нанотара для экспериментальных исследований, создана экспериментальная установка, выбраны опыт-

ные режимы, проведены исследования физико-химических характеристик подсолнечного масла, проведен сравнительный анализ, рассчитана экономическая эффективность и рентабельность хранения подсолнечного масла в нанотаре.

На основании проделанной работы были сделаны следующие выводы:

1. На основе анализа свойств нано-пленок был выбран материал индий - олово - оксид (In-Sn-O), как наиболее подходящий для хранения растительных масел.

2. Спроектирована и изготовлена экспериментальная установка, которая позволила провести практические исследования разных видов стеклянной тары для хранения подсолнечного масла в условиях жесткого УФ-облучения.

3. Проведено изучение динамики изменения физико-химических показателей (кислотного, перекисного, йодного чисел) образцов подсолнечного масла, помещенных в емкости из различных видов стекла, в том числе из стекла с нанопокрывом, в ходе воздействия УФ – излучения. Показано, что в сравнении с другими образцами физико-химические показатели масла, помещенного в нанотару, имеют значения, характеризующие минимальную степень снижения качества и биологической ценности продукта.

4. Для опытного образца подсолнечного масла «Кубанское подсолнечное масло», которое хранилось в открытой стеклянной таре с In-Sn-O-нанопокрывом в течение длительного времени - 6 недель, дополнительно проводились исследования по показателям качества масла: органолептической оценке, оптической плотности и цветных чисел в сравнении с контрольным образцом. Результаты исследования образца, хранившегося в открытой нанотаре, показали, что оптическая плотность масла за 6 недель снизилась всего на 5 %, а цветное число менее, чем на 8%. Органолептическая оценка качества масла, проведенная по 50-ти балльной шкале снизилась с 50 до 48 баллов, при этом отмечено, что вкус и запах оставались свойственными данному виду подсолнечного масла, без запаха прогорклости и затхлости.

5. Результаты исследования термического окисления – использования масла из нанотары в качестве фритюрного жира – показали, что применение

нанотары – стеклянной тары с In-Sn-O- нанопокрывтием – существенно снижает степень протекания гидролитических и окислительных процессов в растительных масле.

б. Определены показатели оценки экономической эффективности применения нанотары для розлива и хранения подсолнечного масла. Выявлено, что цех по разливу подсолнечного масла в бутылки с нанопокрывтием имеет более высокую рентабельность и немного более длительный срок окупаемости по сравнению с традиционным цехом. Однако дополнительные затраты на оборудование и технологии могут быть оправданы за счет повышения цен на конечный продукт и улучшения его качества.

Таким образом, результаты проведенного исследования показали, что применение нанотары – стеклянной тары с In-Sn-O- нанопокрывтием – существенно снижает степень протекания гидролитических и окислительных процессов в растительных маслах и увеличивает сроки хранения данной продукции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

[изъят список использованных источников]

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт торговли и сферы услуг
Кафедра технологии и организации общественного питания

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
Г. А. Губаненко
подпись инициалы, фамилия
«ГГ» января 2025 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Исследование качества растительных масел в нанотаре

19.04.04 Технология продукции и организация общественного питания

19.04.04.01 Новые пищевые продукты для рационального
и сбалансированного питания

Научный
руководитель

Л.В. Наймушина
подпись, дата

доцент, канд. хим. наук
должность, ученая степень

Л.В. Наймушина
инициалы, фамилия

Выпускник

Е.П. Корчакин
подпись, дата

- 20.01.2025

Е.П. Корчакин
инициалы, фамилия

Рецензент

Е.А. Речкина
подпись, дата

доцент, канд. техн. наук
должность, ученая степень

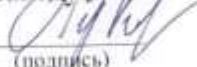
Е.А. Речкина
инициалы, фамилия

Красноярск 2025

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт торговли и сферы услуг
Кафедра технологии и организации общественного питания

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой


(подпись)

Г.А. Губаненко

(инициалы, фамилия)

« » 2022 г

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме магистерской диссертации

Студенту магистратуры Корчашкину Евгению Павловичу
группа ЗИТ22-04МИТ

Направление подготовки 19.04.04 «Технология продукции и организация общественного питания» по программе «Новые пищевые продукты для рационального и сбалансированного питания».

Тема магистерской диссертации «Исследование качества растительных масел в нанотаре».

Утверждена приказами по университету № 18478/С от 10.11.2022 и № 453/С от 15.10.2025

Руководитель магистерской диссертации: Л.В. Наймушина, канд. хим. наук, доцент кафедры технологии и организации общественного питания ИГиСУ СФУ

Исходные данные для магистерской диссертации:

Пищевая ценность растительных масел обусловлена большим содержанием в них липидов (75 - 95%), в составе которых присутствуют нужные для человеческого организма непредельные жирные кислоты и жирорастворимых витамины А, Е. При хранении в растительных маслах происходят процессы гидролитического окисления и автолиза, которые могут привести к ухудшению пищевой ценности и качественных показателей масел. Влияние этих процессов зависит от множества факторов, в том числе: температуры, относительной влажности воздуха, присутствия кислорода воздуха, интенсивности светового воздействия. Окислительные процессы в маслах намного интенсивнее протекают на свету, в том числе в светопроницаемой таре, применяемой для их хранения. Проблемы хранения масел с сохранением их качества можно решать, применяя специальную стеклянную тару с покрытием из нанопленок, защищающим содержимое от действия световых лучей.

Для достижения поставленной цели в диссертационной работе, следует изучить следующую проблематику:

- Проанализировать и выбрать тару с покрытием из наноматериалов для хранения подсолнечного масла.
- Создать экспериментальную установку, выбрать опытные режимы и провести исследования сохранения качества растительного масла с течением времени под действием светового потока в таре с нанопокрывтием и без него.
- Параллельно проводить определения физико-химических, органолептических и оптических показателей качества масла.
- Рассчитать экономическую эффективность и рентабельность применения тары с нанопокрывтием для розлива и хранения растительных масел.

Структура диссертации:

Введение. Глава I. Литературный обзор.

Глава II: Объекты и методы исследования.

Глава III: Результаты и обсуждение.

Глава IV. Обоснование экономической эффективности и рентабельности организации по розливу растительных масел в специализированную нанотару.

В работе необходимо представить:

- обоснование возможности применения нанотары для хранения растительных масел в целях сохранения качества продукта и увеличения его срока годности;
- экономическую оценку эффективности и рентабельности применения тары с нанопокрытием для розлива и хранения растительных масел.

Научный руководитель



подпись

Л.В. Наймушина

инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению



подпись

Е.П. Корчашкин

инициалы, фамилия

« »

2022 г

РЕЦЕНЗИЯ

на магистерскую диссертацию
Корчашкина Евгения Павловича

«Исследование качества растительных масел в нанотаре».

представленной к защите по направлению 19.04.04 «Технология продукции и организация общественного питания»; магистерская программа 19.04.04.01 «Новые пищевые продукты для рационального и сбалансированного питания»

Пищевые жиры вследствие особенностей химического состава легко подвергаются изменениям в процессе хранения и промышленной переработки, которые снижают их качество и биологическую ценность. Поэтому исключение возможности протекания в пищевых жирах процессов, сопровождающихся изменением их органолептических показателей и химического состава, является важной научно-практической проблемой. С точки зрения озвученной проблематики представленное исследование, в котором приведено обоснование использования нанотары - емкости, имеющей защитную пленку от воздействия УФ- и видимого излучения для хранения пищевых растительных масел, является актуальным. Новизна исследования заключается в том, что защитные пленки для стеклянной тары на основе оксидных наноразмерных частиц индия и олова являются инновационными и перспективными объектами, изучаемыми в рамках стратегии продовольственной безопасности.

Итогом работы явилось научно-практическое обоснование возможности применения такой нанотары для розлива и хранения растительных масел с целью сохранения качественных характеристик продукта и его биологической эффективности. Показателем новизны исследования является отсутствие на рынке данного вида продукции, а также отсутствие запатентованных разработок на аналогичные изделия.

Поставленные цели и задачи исследования корректны; логично и последовательно решены в ходе выполнения работы. Полученные результаты являются достоверными, обладают высокой степенью обоснованности, благодаря широкому арсеналу использованных химических и физико-химических методов анализа. Результативность и возможность практического применения отражена в выводах и заключении диссертации. Тема работы раскрыта в полном объеме.

Диссертация изложена на 74 страницах машинописного текста, состоит из введения, 4 глав, заключения, библиографического списка, содержащего как российские так и зарубежные источники.

Глава 1 посвящена аналитическому обзору литературы и патентной базы и освещает перспективы создания и применения защитных покрытий различных видов тары.

В главе 2 описываются объекты и методы исследования. Объектом исследования являлось рафинированное подсолнечное масло, хранящееся в стеклянной таре нанопокрытием (нанотаре). Приведена схема экспериментальной установки для исследования воздействия УФ-излучения на подсолнечное масло, помещенное в разные виды стеклянной тары, в том числе и с нанопокрытием. Описаны режимы и условия исследования, а также методики определения физико-химических показателей, отражающих гидролитические и окислительные процессы, протекающие в масле.

В третьей главе представлены результаты исследования. Приведены данные изучения динамики изменения кислотного, перекисного и йодного чисел, характерных для окисления масла под действием УФ-излучения. Так

тельных процессов и увеличение сроков хранения подсолнечного масла, помещенного в нанотару, по сравнению с аналогичными образцами масла в других видах стеклянной тары.

В 4 главе приведено обоснование экономической эффективности и рентабельности внедрения в производство нового вида тары с защитным покрытием для розлива и хранения растительных масел.

Обоснованность положений и выводов работы подтверждена научными публикациями диссертанта (всего 3 наименования).

Недостатки работы имеют скорее формальный, чем содержательный характер. Возможно, стоило привести для сравнения данные по исследованию других видов растительных масел, например высыхающих, содержащих большее количество ПНЖК в своем составе, например, для льняного масла. Тем не менее, данное замечание не умаляет достоинства данной выпускной квалификационной работы.

Магистерская диссертация Корчашкина Е.П. может быть квалифицирована как научное исследование, имеющее практическую значимость.

Данная квалификационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к магистерским диссертациям, и рекомендована к защите. Автор при соответствующей защите заслуживает оценки хорошо присуждения квалификации магистра.

Рецензент:
канд. техн. наук, доцент
уч. степ., уч. звание


(подпись)

/ Речкина Е.А.
(Ф.И.О.)

Место работы: Институт пищевых производств ФГБОУ «Красноярский государственный аграрный университет»
Занимаемая должность: доцент кафедры Технологии консервирования и пищевой биотехнологии

«31» января 202

ОТЗЫВ

научного руководителя на магистерскую диссертацию
Корчашкина Евгения Павловича
«Исследование качества растительных масел в нанотаре»,
представленной к защите по направлению
19.04.04 «Технология продукции и организация общественного питания»
по программе 19.04.04.01 «Новые пищевые продукты для рационального и
сбалансированного питания»

В магистерской диссертации Корчашкиным Евгением Павловичем предложено теоретическое и практическое обоснование применения нанотары - емкостей со специальным нанопокрытием (In-Sn-O) для хранения растительных масел. В соответствии с поставленными задачами была выбрана нанотара для экспериментальных исследований, создана экспериментальная установка с УФ-излучателем, выбраны опытные режимы, проведены исследования физико-химических характеристик подсолнечного масла, проведен сравнительный анализ, рассчитана экономическая эффективность и рентабельность применения нанотары для розлива и хранения масел.

В данном контексте тема диссертационного исследования магистранта может быть признана актуальной. При выборе темы, ее обоснования, постановке задач, их выполнению магистрант проявил глубокую заинтересованность и активное надлежащее участие. Результатом диссертационного исследования стали практические рекомендации по внедрению нанотары для розлива и хранения растительных масел.

Евгений Павлович вдумчиво и рационально изучил широкий спектр научной литературы, в том числе зарубежных источников, что позволило логично развить тему в литературном обзоре и далее применить для обсуждения результатов исследования. В своей работе магистрант использовал современные физико-химические и спектральные методы исследования и определения показателей качества и сохранения пищевой ценности масел.

Самостоятельно магистрантом выполнен большой объем экспериментальных исследований по определению кислотного, перекисного, йодного чисел масел, находившихся в разных видах тары в течение 6-7 часов под действием УФ-облучения. Также проведены исследования оптических характеристик - оптической плотности и цветных чисел, а также органолептических показателей масла, хранившегося в нанотаре, в сравнении с контролем - маслом, хранившимся в стандартной прозрачной таре. Результаты проведенного исследования показали, что применение нанотары - стеклянной тары с In-Sn-O- нанопокрытием - существенно снижает степень протекания гидролитических и окислительных процессов в растительных маслах и увеличивает сроки хранения данной продукции.

Разработка темы потребовала от диссертанта последовательной и ответственной работы по сбору эмпирического материала и его теоретическому осмыслению при написании выпускной квалификационной работы. Выпускник магистратуры является автором и соавтором 3 научных работ в сборниках на-

учно-практических конференций международного и всероссийского уровня РИНЦ.

Магистерская диссертация Корчашкина Е.П. может быть квалифицирована как самостоятельное исследование, имеющее научно-практическую значимость. Данная квалификационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к магистерским диссертациям, и рекомендована к защите.

Кандидат химических наук, доцент



/ Наймушина Л.В
« 26 » января 2025 г.