

На правах рукописи



ТУРКОВА АННА ЮРЬЕВНА

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КЕКСОВ
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Специальность 05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки
злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов,
плодоовощной продукции и виноградарства

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Орел – 2015

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс» (ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК»)

Научный руководитель: доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства» ФГБОУ ВО «Приокский государственный университет»
Румянцева Валентина Владимировна

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор, директор Санкт-Петербургского филиала ФГБНУ НИИХП
Кузнецова Лина Ивановна

кандидат технических наук, доцент кафедры «Сервис и ресторанный бизнес» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»
Белокурова Елена Владимировна

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности»

Защита состоится «10» декабря 2015 года в 12 ч 00 мин на заседании Совета по защите докторских и кандидатских диссертаций Д 212.182.08 при ФГБОУ ВПО «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс» по адресу: 302020, г. Орел, Наугорское шоссе, д.29, ауд. 212.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Приокский государственный университет».

Отзывы высылать по адресу: 302020, г. Орел, Наугорское шоссе, д.29. Объявление о защите диссертации и автореферат диссертации размещены на официальном сайте ФГБОУ ВО «Приокский государственный университет» <http://www.gu-unpk.ru> и в сети интернет на сайте Министерства образования и науки РФ: <http://vak.ed.gov.ru> «9» октября 2015 года

Автореферат разослан «22» октября 2015 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Симоненкова Анна Павловна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Учитывая концепцию государственной политики в области питания населения Российской Федерации, работники кондитерской промышленности ставят перед собой следующие задачи: улучшение структуры питания за счет увеличения доли продукции массового потребления функционального назначения; сокращение использования продуктов, способных оказывать негативное влияние на здоровье человека, за счет использования нетрадиционного сырья, что позволит получить продукты с улучшенным химическим составом, сэкономить основное сырье и повысить экономическую эффективность и конкурентоспособность готовых изделий.

Значительное место (30 %) в ассортименте и объеме производства мучных кондитерских изделий (МКИ) занимают кексы, в том числе изготовленные на основе масляного бисквитного теста, характеризующиеся большой энергетической ценностью и наличием жиров, содержащих трансизомеры жирных кислот.

Анализ отраслевой научно-технической литературы показывает, что основная часть кексов производится с использованием в качестве жирового сырья маргаринов и кондитерских жиров, полученных из гидрогенизированных растительных масел. В таких жирах содержится свыше 50 % трансизомеров жирных кислот, которые не только плохо усваиваются в организме человека, но и оказывают негативное влияние на его здоровье.

В последнее время масложировая промышленность выпускает модифицированные жиры с пониженным содержанием трансизомеров жирных кислот, однако их высокая стоимость ведет к удорожанию готовой продукции.

Замена маргаринов и кондитерских жиров на растительные масла позволит снизить потребление трансизомеров жирных кислот и обогатить готовые изделия полиненасыщенными жирными кислотами (ПНЖК), что, возможно, придаст им функциональные свойства, а также повысит экономическую эффективность производства.

При замене маргарина на жидкие растительные масла для придания определенных структурно-механических свойств эмульсии и тесту и для получения изделий хорошего качества необходимо использовать стабилизирующие добавки, обладающие хорошей водопоглощательной, жиросвязывающей и жироэмульгирующей способностью.

Наиболее оптимальным, с этой точки зрения, является использование сырья, полученного из продуктов переработки плодов, овощей и зерна: соки, пюре, фруктовые и овощные порошки, отруби и зерновые гидролизаты – для повышения качества, экономических показателей производства мучных кондитерских изделий и придания им функциональных свойств.

Все это делает **актуальным** выполнение работ, направленных на расширение ассортимента, совершенствование рецептур и технологии производства кексов с применением жидких растительных масел и продуктов переработки зерноперерабатывающей и плодоовощной отраслей.

Степень разработанности темы. Большое количество работ, посвященных вопросам снижения потребления трансизомеров и разработке рецептур кондитерских изделий повышенной пищевой ценности на основе растительных масел таких ученых, как Аксенова Л.М., Васькина В.А., Рензьева Т.В., Дмитриева Е.В., Коваленок А.В., Нечаев А.П., Султанович Ю.А., Духу Т.А., Караева Л.В., Мазалова Л.М., List G. R., Cantwell M. M. и др. подтверждает актуальность проведения исследований по данному направлению с привлечением различных видов нетрадиционного сырья, с целью создания продуктов функционального назначения.

Значительный вклад в разработку мучных кондитерских изделий функционального назначения внесли Магомедов Г.О., Корячкина С.Я., Скобельская З.Г., Савенкова Т.В., Могильный М.П., Цыганова Т.Б., Lindhauer M., Sloan E. И др.

Цели и задачи исследований. Целью настоящих исследований являлось совершенствование технологии кексов с использованием композиции растительных масел, оптимизированной по соотношению ПНЖК групп ω -6 и ω -3, и продуктов переработки зерноперерабатывающей и плодоовощной отраслей для стабилизации качества, повышения экономической эффективности, конкурентоспособности готовых изделий и придания им функциональных свойств.

В соответствии с поставленной целью решали следующие задачи:

- исследование жиросвязывающей способности (ЖСС) основных составляющих рецептурных компонентов мучных кондитерских изделий по отношению к различным растительным маслам;
- моделирование композиции растительных масел, оптимизированной по соотношению ПНЖК групп ω -6 и ω -3 и содержанию витамина Е, исследование её способности к связыванию основными составляющими рецептурных компонентов мучных кондитерских изделий;
- проведение сравнительного анализа химического состава и технологических свойств плодовых, овощных порошков и гидролизата овса «Живица» (жиросвязывающей, жироземульгирующей и водопоглотительной способности) и моделирование смеси на их основе, оптимизированной по ЖСС;
- изучение влияния замены рецептурных компонентов смоделированной смесью порошков (ССП) при производстве кексов на основе композиции растительных масел, оптимизированной по соотношению ПНЖК групп ω -6 и ω -3 и витамину Е, на ход технологического процесса, структурно-механические, физико-химические свойства эмульсии, теста и готовых изделий;
- совершенствование рецептуры и технологии производства кексов с ССП при полной замене маргарина на композицию растительных масел;
- определение показателей качества разработанных кексов в процессе хранения;
- исследование пищевой и энергетической ценности вновь разработанных кексов;

- разработка и утверждение технической документации; апробирование в промышленных условиях усовершенствованной рецептуры и технологии производства кексов; оценка экономической эффективности и конкурентоспособности кексов функционального назначения.

Научная новизна. Диссертационная работа содержит элементы научной новизны в рамках пунктов 3 и 6 паспорта специальности 05.18.01.

Смоделирована композиция подсолнечного рафинированного, горчичного и соевого растительных масел, оптимизированная по соотношению ПНЖК групп ω -6 и ω -3 и содержанию витамина Е.

Оптимизирован состав смеси порошков из тыквы, мандарина и гидролизата овса «Живица» с учетом их жиросвязывающей способности по отношению к смоделированной композиции растительных масел.

Научно обоснованы технологические решения для производства кексов с использованием оптимизированной композиции растительных масел и смоделированной смеси порошков взамен гидрогенизированных растительных жиров, содержащих трансизомеры жирных кислот, на основании взаимосвязи между жирнокислотным составом, структурно-механическими свойствами эмульсии и теста, физико-химическими и органолептическими показателями качества готовых изделий.

Теоретическая и практическая значимость работы. На основании проведенных исследований оптимизированы технологические параметры, виды и соотношения основных и дополнительных рецептурных компонентов, усовершенствована рецептура кексов функционального назначения на основе композиции растительных масел, оптимизированной по соотношению ПНЖК групп ω -6 и ω -3, с использованием ССП в качестве сырья, обладающего эмульгирующими и стабилизирующими свойствами.

Использование композиции растительных масел и ССП при производстве кексов способствует повышению показателей их качества, увеличению сроков хранения, интенсификации производства, повышению экономической эффективности и конкурентоспособности за счет снижения полной себестоимости готовых изделий и позволяет придать им функциональные свойства.

Разработана и утверждена техническая документация: РЦ 9136-14-05369827-2015; СТО 05369827 - 14 - 2015 Кексы функционального назначения. Стандарт организации; ТИ 05369827 - 14 - 2015 Кексы функционального назначения. Технологические инструкции. Проведена промышленная апробация рецептуры и технологии производства кексов «Мишка» на предприятиях Орловской и Курской областей: ЗАО «Кондитерская фабрика» и ЗАО «Корпорация ГРИНН» г. Орёл, ЗАО «Железногорский хлебозавод» г. Железногорск.

Научная новизна технических решений подтверждена двумя патентами Российской Федерации на изобретение: № 2490898 «Способ производства кекса», № 2490899 «Способ производства теста для масляного бисквита».

Результаты проведенных в рамках диссертационной работы исследований используются в учебном процессе на кафедре «Технология хлебопекарного,

кондитерского и макаронного производств» ФГБОУ ВПО «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс» при изучении дисциплин: «Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий», «Пищевые и биологически активные добавки», «Научные основы повышения эффективности производства продуктов питания из растительного сырья», «Технология производства продуктов питания с различными сроками хранения», «Физико-химические основы и общие принципы переработки растительного сырья», «Общие принципы создания и медико-биологические основы производства продуктов функционального и специального назначения».

Методология и методы исследования. Экспериментальные работы выполняли в лабораториях кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств» и научно-исследовательской испытательной лаборатории ФГБОУ ВПО «Государственный университет – УНПК», в лаборатории ОАО «Орёлрастмасло» г. Орёл, ЗАО «Кондитерская фабрика» г. Орёл, СГЦ «Знаменский», ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Орловской области».

При проведении аналитических исследований использовали общепринятые и специальные химические, физико-химические, микробиологические, реологические и органолептические методы исследований свойств сырья, полуфабрикатов и готовых кексов.

Схема исследований представлена на рисунке 1.

В качестве объектов исследований были выбраны:

- масла растительные: подсолнечное рафинированное и нерафинированное, соевое, кукурузное и горчичное;
- композиция растительных масел, оптимизированная по соотношению ПНЖК групп ω -6 и ω -3 и содержанию витамина E;
- плодовые и овощные порошки: порошок из моркови, порошок из тыквы, порошок из апельсина, порошок из мандарина;
- гидролизат овса «Живица»;
- ССП, оптимизированная с учетом жиросвязывающей способности компонентов смеси: плодовых, овощных порошков и гидролизата овса «Живица»;
- эмульсия, тесто и выпеченные кексы, приготовленные по традиционной рецептуре и технологии, и с использованием оптимизированной композиции растительных масел и ССП.

Положения, выносимые на защиту:

- экспериментальное обоснование выбора растительных масел для моделирования композиции, оптимизированной по соотношению ПНЖК групп ω -6 и ω -3 и содержанию витамина E;
- совокупность экспериментальных данных по технологическим свойствам плодовых и овощных порошков, гидролизата овса «Живица» и ССП, смоделированной на их основе;
- научное обоснование целесообразности применения композиции растительных масел и ССП для улучшения показателей качества эмульсии, теста и готовых кексов; интенсификации технологического процесса; расширения ассортимента кексов функционального назначения;



Рисунок 1 – Структурная схема исследований

- экспериментальное обоснование возможности увеличения сроков хранения кексов, изготовленных с использованием оптимизированной композиции растительных масел и ССП;
- оценка экономической эффективности и конкурентоспособности вновь разработанных кексов.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность полученных результатов подтверждается проведением экспериментов в шестикратной повторности с применением стандартных и специальных современных методов исследований, статистической обработкой данных результатов эксперимента с использованием пакета компьютерных программ Microsoft Excel.

Основные положения и результаты диссертационной работы были представлены на III Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии и оборудование для пищевой промышленности» (Воронеж, 2009); VII Международной научной конференции студентов и аспирантов «Техника и технология пищевых производств» (Могилёв, 2010); IV Международной интернет-конференции «Стратегия развития индустрии гостеприимства и туризма» (Орел, 2011); III Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы потребительского рынка товаров и услуг» (Киров, 2012); V Международной научно-практической конференции «Инновационные направления в пищевых технологиях» (Пятигорск, 2012); I Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные аспекты создания биосферосовместимых систем» (Орел, 2012); VI Международной научно-практической Интернет-конференции «Потребительский рынок: качество и безопасность продовольственных товаров» (Орел, 2012); Научно-технической интернет-конференции «Промышленная экология» (Орел, 2012); Всероссийской научно-практической конференции «Пищевые ингредиенты и инновационные технологии в производстве продукции здорового питания» (Санкт-Петербург, 2013); XIV Всероссийской заочной научно-практической конференции «Современное хлебопекарное производство: перспективы развития» (Екатеринбург, 2013); VII Международной научно-практической интернет конференции «Потребительский рынок: качество и безопасность продовольственных товаров» (Орёл, 2013); III Международной научно-практической интернет конференции «Приоритеты и научное обеспечение реализации государственной политики здорового питания в России» (Орёл, 2013); Международной научно-технической конференции «Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука» (Воронеж, 2013); Международной научно-практической и научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов «Актуальные проблемы развития общественного питания и пищевой промышленности» (Белгород, 2014); III Международно-практической конференции «Актуальные направления фундаментальных и прикладных исследований» (North Charleston, USA. – 2014); VII Международном научно-практическом симпозиуме «Перспективные ферментные препараты и биотехнологические процессы в технологиях продуктов

питания и кормов» (Москва, 2014); Международной научно-практической конференции «Техника и технология продуктов питания: Наука. Образование. Достижения. Инновации» (Улан-Удэ, 2014); IV Международной научно-технической конференции «Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений» (Воронеж, 2014); II Международной научно-технической конференции «Фундаментальные и прикладные аспекты создания биосферсовместимых систем» (Орел, 2014); III Международной научно-технической конференции «Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности» (Воронеж, 2015); Международной научной конференции «Пищевые инновации и биотехнологии» (Кемерово, 2015).

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 30 работ, в том числе 6 статей в рекомендованных ВАК журналах, 1 монография, главы в 2 коллективных монографиях и 2 патента РФ.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы и приложений. Диссертационная работа содержит 141 страницу основного текста, 28 таблиц и 24 рисунка. Список литературы включает 157 источников российских и зарубежных авторов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность темы, определены цели и задачи работы, сформулирована научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы.

Первая глава «Аналитический обзор литературы и постановка задач исследований». Аналитический обзор литературы и патентный поиск показали, что существующие рецептуры и технологии производства кексов на химических разрыхлителях требуют совершенствования с точки зрения использования нетрадиционного сырья с целью повышения пищевой ценности и придания функциональных свойств готовым изделиям, исключения из рецептур гидрогенизированных жиров, повышения дисперсности и устойчивости бисквитных эмульсий путем введения сырья, обладающего эмульгирующими и стабилизирующими свойствами.

Большая часть кексов производится с использованием в качестве жирового сырья маргаринов, которые готовят на основе гидрогенизированных растительных масел, содержащих более 50 % трансизомеров жирных кислот.

Одним из способов снижения потребления населением трансизомеров является замена маргаринов в рецептурах кексов на композиции жидких растительных масел, оптимизированные по соотношению ПНЖК групп ω -6 и ω -3, с одновременным использованием сырья, обладающего хорошими жиросвязывающими и жирозэмульгирующими свойствами, для придания эмульсии и тесту определенных структурно-механических свойств и получения изделий хорошего качества. Анализ работ предшественников показал

целесообразность применения в качестве такого сырья плодовых, овощных порошков и зерновых гидролизатов.

В связи с этим актуальным считали проведение исследований, подтверждающих возможность использования композиции жидких растительных масел, оптимизированной по жирнокислотному составу, плодовых, овощных порошков и зерновых гидролизатов при производстве МКИ с целью повышения качества, экономической эффективности, конкурентоспособности готовых изделий и придания им функциональных свойств.

Во второй главе «Объекты и методы исследований» приведены структурная схема исследований, объекты и методы исследований.

Кислотность порошкообразного сырья определяли потенциометрическим методом с использованием рН-метра testo 206-pH2 по ГОСТ 5898-87. Жиросвязывающую способность порошкообразных рецептурных компонентов определяли методом центрифугирования. Водопоглотительную способность исследуемых образцов определяли как отношение объемов набухшего и сухого вещества. Жироэмульгирующую способность оценивали как отношение объема отслоившегося масла после центрифугирования к объему общей системы, выраженное в процентах. Температуру клейстеризации крахмала определяли на приборе «Амилотест» в режиме 2. Определение крахмала по ГОСТ 10845-98. Определение клетчатки по ГОСТ 31675-2012. Определение пектиновых веществ по ГОСТ 29059-91. Общее количество гемицеллюлоз и β -глюкана определяли по количеству редуцирующих сахаров, образовавшихся после проведения экстракции с последующим кислотным гидролизом образцов. Общее содержание белка по ГОСТ 10846 – 91. Экстрагирование жиров из кексов для определения жирнокислотного состава проводили по ГОСТ 31902-2012. Определение содержания витамина Е в готовых кексах проводили по ГОСТ Р 54634-2011 с применением метода высокоэффективной жидкостной хроматографии на хроматографе HPLC LC-2010A. Анализ жирнокислотного состава композиции растительных масел и жиров, выделенных из готовых кексов, проводили газохроматографическим методом по ГОСТ 30418-96 на хроматографе с пламенно-ионизационным детектором HP-6890 Series GC System и капиллярной колонкой HP-FFAP 50 м×0,32 мм×0,52 мкм.

Исследования эффективной вязкости пены-эмульсии и теста проводили на ротационном вискозиметре «Реотест-2». Устойчивость пены-эмульсии определяли как отношение объема полученной массы после 2 и 24 часов к первоначальному объему при температуре 20 °С. Степень дисперсности эмульсии определяли методом микроскопирования при увеличении 400 на микроскопе МИКМЕД-5 с использованием счетной камеры Горяева-Тома.

Плотность полуфабрикатов (пены-эмульсии и теста) определяли как отношение массы полуфабриката к его объему. Влажность полуфабрикатов определяли экспресс-методом путем высушивания на приборе для определения влажности Кварц-21М33, или ВНИИХП-ВЧ, или ПИВИ-1.

Определение органолептических показателей качества кексов проводили по шкале балловой оценки качества в соответствии с ГОСТ 31986-2012. Влажность

готовых изделий определяли по ГОСТ 5900-73. Массовую долю общего сахара определяли феррицианидным методом по ГОСТ 5903-89. Определение массовой доли жира проводили экстракционно-весовым методом по ГОСТ 31902-2012. Массовую долю золы определяли по ГОСТ 5901-87. Щелочность готовых изделий определяли по ГОСТ 5898-87. Удельный объем кексов определяли по отношению объема кексов к их массе. Объем кексов определяли с помощью специальных объемомеров по принципу вытеснения мелкого семени. Структурно-механические свойства мякиша кексов определяли на приборе «Структурометр СТ-1М» в режиме 1. Количество связанной влаги в кексах определяли с помощью кривых сорбции влаги, полученных с применением тензометрического метода Ван-Бамелена.

Моделирование композиции растительных масел, оптимизированной по соотношению ПНЖК групп ω -6 и ω -3, проводили с использованием метода линейного программирования. Моделирование смеси порошков с учетом жиросвязывающей способности её компонентов осуществляли симплекс-решетчатый методом планирования эксперимента.

Расчеты и построение графиков осуществляли с помощью приложений Microsoft Word и Excel для Windows 2007, а также с помощью программы Statistica.

В третьей главе «Совершенствование техно-функциональных свойств жирового сырья при производстве мучных кондитерских изделий функционального назначения» представлены результаты исследований технологических свойств различных растительных масел. Смоделированы композиции растительных масел, оптимизированные по соотношению ПНЖК групп ω -6 и ω -3. Научно обоснован выбор композиции подсолнечного рафинированного, горчичного и соевого масел, оптимизированной по соотношению ПНЖК групп ω -6 и ω -3 и содержанию витамина Е, для совершенствования рецептур МКИ функционального назначения.

Исследование способности различных растительных масел к связыванию основными составляющими рецептурных компонентов МКИ

Одним из способов снижения потребления населением трансизомеров является замена маргаринов в рецептурах МКИ на жидкие растительные масла с одновременным введением сырья, обладающего стабилизирующими и эмульгирующими свойствами, для придания эмульсии и тесту определенных структурно-механических свойств и получения изделий высокого качества.

Для обоснования технологических свойств растительных масел считали целесообразным исследовать их способность к связыванию основными составляющими рецептурных компонентов МКИ. Для исследования были взяты альбумин яичный, клетчатка, пектин и сахар-песок. В качестве экспериментальных образцов были выбраны следующие масла: подсолнечное рафинированное, подсолнечное нерафинированное, кукурузное, соевое и горчичное. Результаты исследования представлены на рисунке 2.

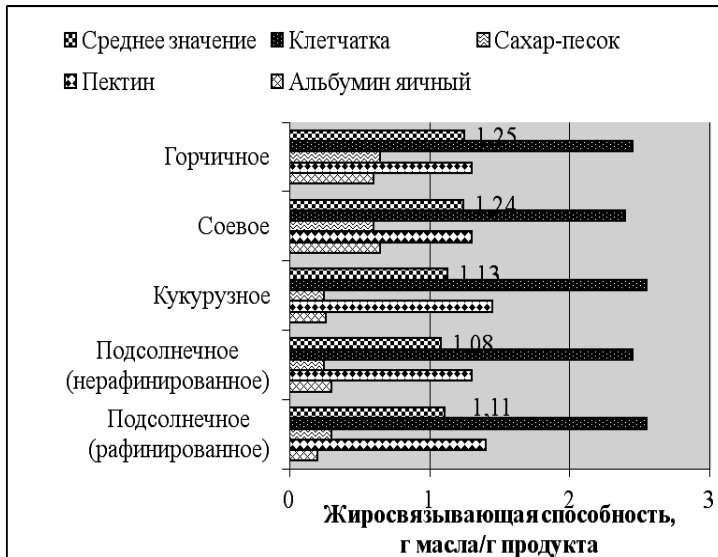


Рисунок 2 – Способность альбумина яичного, пектина, сахарного песка и клетчатки к связыванию различных растительных масел

Полученные экспериментальные данные показывают, что наилучшей способностью к связыванию основными составляющими рецептурных компонентов МКИ обладают горчичное (1,25 г масла/ г продукта) и соевое (1,24 г масла/ г продукта) масла. Подсолнечное нерафинированное масло характеризуется наименьшей способностью к связыванию по сравнению с остальными растительными маслами, кроме того, использование данного масла, предположительно,

приведет к ухудшению вкуса и запаха готового продукта.

Таким образом, на основании полученных результатов для дальнейших исследований считали целесообразным выбрать следующие растительные масла: горчичное, соевое, кукурузное и подсолнечное рафинированное, так как данные масла обладают высокой способностью к связыванию основными составляющими рецептурных компонентов МКИ, что в дальнейшем позволит сократить миграцию масел из готовых изделий, произведенных на их основе.

Моделирование композиции растительных масел, оптимизированной по жирнокислотному составу

В соответствии с рекомендациями Института питания РАМН соотношение ПНЖК групп ω - 6: ω - 3 в рационе здорового человека должно составлять от 5:1 до 10:1. Однако, как показали проведенные исследования, ни одно из рассматриваемых растительных масел не оптимизировано по соотношению ПНЖК групп ω -6 и ω -3. В связи с этим на следующем этапе считали целесообразным произвести моделирование композиций растительных масел, оптимизированных по жирнокислотному составу.

В качестве основного рецептурного компонента жирового сырья при моделировании композиций растительных масел брали подсолнечное и кукурузное масла, как наиболее распространенные, дешевые и традиционные для производства пищевых продуктов в России.

В результате математической обработки данных по жирнокислотному составу растительных масел с использованием метода линейного программирования было получено две зависимости и смоделировано семь композиций растительных масел, оптимизированных по соотношению ПНЖК групп ω -6 и ω -3. По результатам исследований способности к связыванию основными составляющими рецептурных компонентов МКИ и содержанию витамина Е, была выбрана композиция растительных масел подсолнечное : горчичное : соевое в соотношении 3 : 1 : 3. Экспериментальным путем с

использованием метода газожидкостной хроматографии установлено, что в данной композиции соотношение ПНЖК групп ω -6 и ω -3 соответствует рекомендуемому интервалу и составляет 7,95 : 1.

В связи с этим, смоделированная композиция растительных масел может быть рекомендована для замены жиров, содержащих трансизомеры жирных кислот, в рецептурах МКИ, что позволит не только повысить их качество, но придать им функциональные свойства.

В четвертой главе «Экспериментальное обоснование использования плодовых, овощных порошков и гидролизата овса «Живица» для производства мучных кондитерских изделий на растительных маслах» представлены данные по исследованию технологических свойств плодовых, овощных порошков и гидролизата овса «Живица», а также смеси порошков, смоделированной на их основе. Научно обоснован выбор сырья, обладающего стабилизирующими и эмульгирующими свойствами, для производства МКИ на основе жидких растительных масел.

Сравнительный анализ химического состава плодовых, овощных порошков и гидролизата овса «Живица»

Для обоснования технологических свойств плодовых, овощных порошков и зернового гидролизата считали целесообразным провести сравнительный анализ их химического состава, который позволит предполагать наличие у них жиросвязывающей, жирозэмульгирующей и водопоглотительной способности. Для исследования были взяты порошки из моркови, апельсина, мандарина и тыквы, выбор которых обусловлен цветом порошков (от желтого до оранжевого), что позволит в дальнейшем получить изделия с мякишем желтоватого цвета, без применения красителей; а также гидролизат овса «Живица», разработанный на кафедре «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств» ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», выбор которого обусловлен высоким содержанием белков, жиров, пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ.

Сравнительный анализ химического состава показал, что плодовые, овощные порошки и гидролизат овса «Живица» содержат значительное количество пищевых волокон (клетчатки, гемицеллюлоз, пектина) и белков, которые, как показал аналитический обзор литературы, обладают жиросвязывающими, жирозэмульгирующими свойствами и высокой способностью к поглощению влаги и набуханию. В связи с этим они являются перспективным сырьем, обладающим стабилизирующими и эмульгирующими свойствами, для получения устойчивой бисквитной эмульсии на основе композиции растительных масел при производстве МКИ, а также дополнительным источником пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ, что значительно повысит пищевую ценность готовых изделий и, возможно, придаст им функциональные свойства.

Исследование жиросвязывающих свойств плодовых, овощных порошков и гидролизата овса «Живица» по отношению к композиции растительных масел

В связи с тем, что сравнительный анализ химического состава плодовых, овощных порошков и гидролизата овса «Живица» позволил предполагать наличие у них жиросвязывающей способности (ЖСС) по отношению к ранее разработанной композиции растительных масел, считали целесообразным подтвердить вышесказанное экспериментально.

Результаты исследований представлены на рисунке 3.

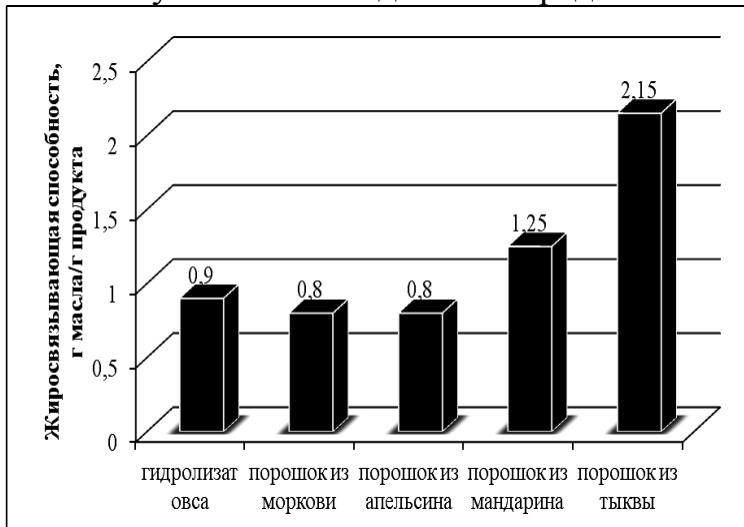


Рисунок 3 – Жирсвязывающая способность плодовых, овощных порошков и гидролизата овса «Живица» по отношению к композиции растительных масел

С учетом полученных экспериментальных данных для дальнейших исследований были выбраны гидролизат овса «Живица», порошки из тыквы и мандарина, так как их ЖСС больше на 12,5 % - для гидролизата овса «Живица», 56,3 % - для порошка из мандарина, 68,8 % - для порошка из тыквы по сравнению с порошками из апельсина и моркови. Кроме того, данные порошки характеризуются большим содержанием пищевых волокон и белка, технологические свойства

которых, возможно, позволят в дальнейшем заменить такие рецептурные компоненты как сахар (для снижения доли легкоусвояемых углеводов) и меланж (для снижения себестоимости готовой продукции) без ухудшения показателей качества готовых изделий.

Однако для того, чтобы в дальнейшем в максимальной степени обогатить МКИ всеми видами пищевых волокон, обеспечить вносимое сырье достаточным количеством белка, а также создать наиболее благоприятные условия для проявления синергетического эффекта взаимодействия веществ, в наибольшей степени влияющих на эмульгирующие и стабилизирующие свойства порошков, на следующем этапе целесообразным считали провести моделирование трехкомпонентной смеси, состоящей гидролизата овса «Живица» и порошков из тыквы и мандарина. В качестве критерия оптимизации был выбран показатель ЖСС, в значительной степени влияющий на миграцию масла из полуфабрикатов и готовых изделий.

Моделирование смеси порошков с учетом жирсвязывающей способности гидролизата овса «Живица» и порошков из тыквы и мандарина по отношению к композиции растительных масел

Оптимизацию состава смеси проводили симплекс-решетчатым методом планирования эксперимента. Использовали математическую модель второго порядка, где в качестве отклика брали ЖСС гидролизата овса «Живица» и порошков из тыквы и мандарина.

В результате статистической обработки экспериментальных данных получили математическую зависимость ЖСС от состава смеси. Расчетным путем с использованием полученной математической зависимости установили, что максимальная ЖСС компонентов смоделированной смеси порошков (ССП) по отношению к композиции растительных масел соответствует следующему соотношению – порошок из мандарина : порошок из тыквы : гидролизат овса «Живица» 1: 8: 1.

Химический состав ССП представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав смоделированной смеси порошков (ССП)

Показатели	ССП	Показатели	ССП
Вода, г/100 г	5,00±0,5	клетчатка	14,1±0,14
Белки, %, в т.ч.	10,0±0,1	гемицеллюлозы, в т. ч.	2,62±0,03
Незаменимые аминокислоты, мг/100 г		β-глюкан	0,67±0,007
- Валин	426±4,26	Органические кислоты, %	1,69±0,02
- Изолейцин	380,54±3,8	Зола, г/ 100 г	8,31±0,08
- Лейцин	252,3±2,52	Витамины, мг/ 100 г:	
- Лизин	384,32±3,84	β-каротин, мг	11,45±0,11
- Метионин	169,53±1,7	витамин Е, мг	0,62±0,006
- Треонин	252,52±2,52	рибофлавин, мг	0,49±0,005
- Триптофан	104,14±10,4	холин, мг	13,2±0,13
- Фенилаланин	252,46±25,2	Макроэлементы, мг/ 100 г:	
Сумма незаменимых аминокислот	2326,1±23,26	калий	1722,63±17,22
Липиды, %	1,4±0,01	кальций	225,84±2,26
Углеводы, %, в т. ч.:	75,29±0,75	магний	133,24±1,33
Моно- и дисахариды	45,5±0,41	Микроэлементы, мг/ 100 г:	
крахмал	4,5±0,05±	железо	3,53±0,04
Пищевые волокна, %, в т. ч.:	20,62±0,21	марганец	0,82±0,008
пектин	3,9±0,04		

Представленные данные показывают, что ССП содержит значительное количество пищевых волокон (клетчатки, гемицеллюлоз, пектина) и белка, обладающих высокой способностью к связыванию жира, поглощению влаги и набуханию.

С целью подтверждения и обоснования целесообразности выбора в качестве сырья, обладающего стабилизирующими и эмульгирующими свойствами, именно ССП по сравнению с использованием компонентов данной смеси в чистом виде для производства МКИ на жидких растительных маслах, дальнейшее исследование технологических свойств проводили как для неё конкретно, так и для порошков из тыквы, мандарина и гидролизата овса «Живица».

Исследование технологических свойств смоделированной смеси порошков, гидролизата овса «Живица» и порошков из тыквы и мандарина

Исследованы ЖЭС и ВПС порошков из тыквы, мандарина, гидролизата овса «Живица» и ССП (рисунок 4 и 5). Установлено, что наилучшей ЖЭС обладает порошок из тыквы (на 1,9 %; 9,7 %; и 2,4 % больше по сравнению с порошком из мандарина, гидролизатом овса «Живица» и ССП соответственно). Более высокую ВПС имеет также порошок из тыквы (на 124,2 %; 178,4 %; и 106,9 % больше по сравнению с порошком из мандарина, гидролизатом овса «Живица» и ССП соответственно).

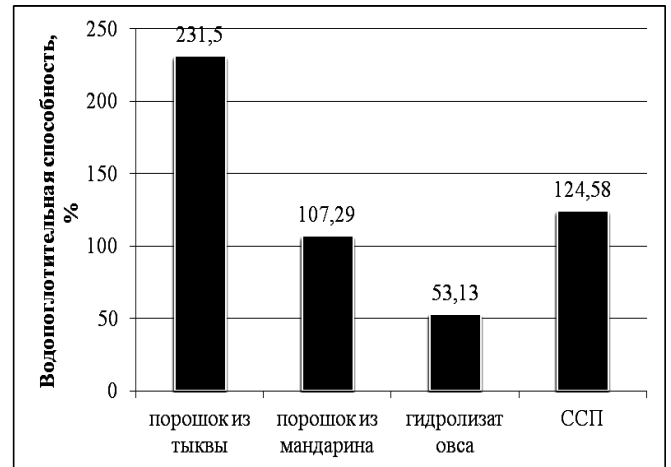
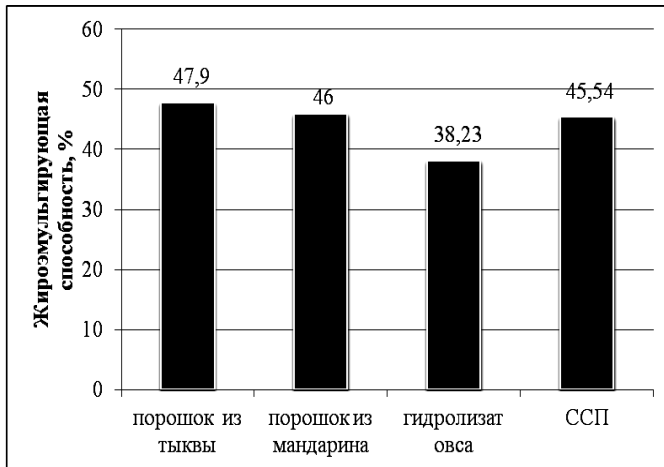


Рисунок 4 – Жироэмульгирующая способность ССП, гидролизата овса «Живица», порошков из тыквы и мандарина

Рисунок 5 – Водопоглотительная способность ССП, гидролизата овса «Живица» порошков из тыквы и мандарина

В связи с тем, что крахмал является главным строительным материалом при формировании структуры МКИ, и даже небольшое повышение температуры клейстеризации крахмала муки приведет к ухудшению качественных показателей готовых изделий, на следующем этапе считали целесообразным исследовать влияние порошков из тыквы и мандарина, гидролизата овса «Живица» и ССП на температуру клейстеризации крахмала при замене 10 % муки, необходимой для исследования. Установлено, что при внесении порошков из тыквы и мандарина, гидролизата овса «Живица» и ССП температура клейстеризации крахмала муки снижается до 91, 91,5, 84,5 и 89,5 °С соответственно, при этом наименьшая температура клейстеризации крахмала муки у образцов, содержащих гидролизат овса «Живица» и ССП (порошок из мандарина : порошок из тыквы : гидролизат овса «Живица» – 1: 8: 1), что подтверждает целесообразность их использования для дальнейших исследований.

Таким образом, анализ экспериментальных данных по исследованию технологических свойств порошков показал, что порошок из тыквы характеризуется более высокими показателями по ЖСС и ЖЭС, но имеет чрезмерно высокую ВПС, что в дальнейшем приведет к интенсивному возрастанию вязкости эмульсии и может вызвать снижение пенообразующей способности, вследствие чего готовое изделие может иметь плотный плохо разрыхленный мякиш, низкие потребительские свойства и, как следствие, низкую усвояемость. Кроме того, порошок из тыквы обладает специфическим вкусом и ароматом, вследствие чего его использование в чистом виде, предположительно, приведет к ухудшению органолептических показателей готовых изделий. Все это затрудняет получение качественных МКИ с использованием в качестве сырья, обладающего эмульгирующими и стабилизирующими свойствами, порошка из тыквы.

При этом ССП также имеет высокий показатель по ЖСС, от которого напрямую зависит миграция жира из готовых изделий и сроки их хранения. Кроме того, она характеризуется достаточно высокими значениями по ЖЭС и ВПС, а также в большей степени по сравнению с порошком из тыквы снижает

температуру клейстеризации крахмала муки, что в дальнейшем приведет к ускорению процесса стабилизации структуры МКИ при выпечке и, соответственно, к сокращению ее продолжительности. ССП, благодаря богатому химическому составу, дополнительно обогатит готовые изделия витаминами, минеральными веществами, белками и пищевыми волокнами, что в дальнейшем, возможно, позволит повысить их пищевую ценность и придать функциональные свойства, а эфирные масла порошка из мандарина - положительно повлиять на органолептические показатели МКИ.

На основании вышесказанного можно сделать вывод о целесообразности использования ССП (порошок из мандарина : порошок из тыквы : гидролизат овса «Живица» – 1: 8: 1) в качестве сырья, обладающего эмульгирующими и стабилизирующими свойствами, при производстве МКИ функционального назначения на жидких растительных маслах.

В пятой главе «Совершенствование рецептуры и технологии кексов функционального назначения» представлены результаты исследования влияния нетрадиционного сырья (ССП и композиции растительных масел) на показатели качества полуфабрикатов (эмульсии и теста), готовых изделий (кексов) и ход технологического процесса. Усовершенствована рецептура и технология производства кексов с использованием в качестве жирового компонента композиции растительных масел, а также ССП в качестве сырья, обладающего стабилизирующими и эмульгирующими свойствами. Исследовано влияние ССП и композиции растительных масел на изменение физико-химических, органолептических и структурно-механических показателей качества разработанных кексов в процессе хранения. Произведена оценка их пищевой и энергетической ценности.

Исследование влияния ССП и композиции растительных масел на показатели качества бисквитной эмульсии

Основным полуфабрикатом при производстве большинства МКИ является эмульсия, характеризующаяся такими показателями качества, как вязкость, дисперсность, устойчивость и время приготовления.

Исследования были проведены для образцов эмульсий, в которых в качестве жирового компонента была использована композиция растительных масел без использования ССП (0 %), а также с ее использованием в количестве от 5 до 25 % (с шагом 5 %) от массы жира. В качестве контрольного был взят образец бисквитной эмульсии на маргарине, приготовленный согласно выбранной рецептуре кекса «Праздничный».

Результаты исследований представлены на рисунках 6, 7, 8 и 9.

Результаты исследований показали, что по сравнению с контролем, экспериментальные образцы бисквитной эмульсии характеризуются более высокой эффективной вязкостью. При этом с увеличением дозировки ССП вязкость бисквитной эмульсии постепенно возрастает. В связи с тем, что данный процесс может носить как положительный (возрастание вязкости обусловлено увеличением количества воздушной фазы за счет аэрирующих свойств ССП), так и отрицательный (возрастание вязкости обусловлено высокой ВПС) характер,

установление оптимальной дозировки ССП проводили по показателям дисперсности, устойчивости и времени приготовления бисквитной эмульсии.

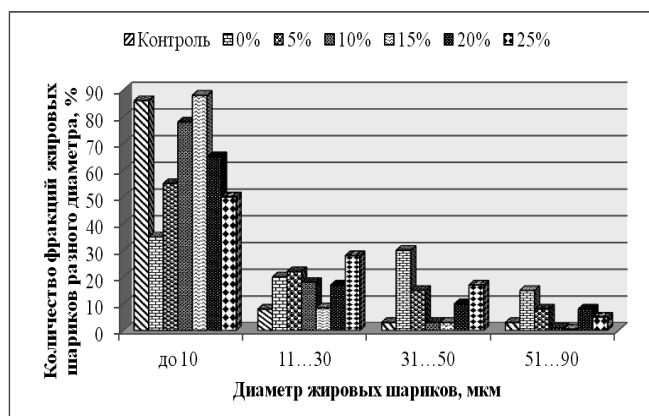
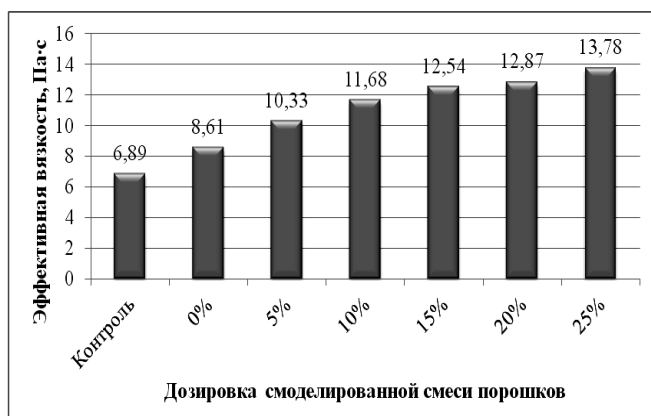


Рисунок 6 – Зависимость эффективной вязкости эмульсии от дозировки ССП

Рисунок 7 – Дисперсность эмульсии при различной дозировке ССП

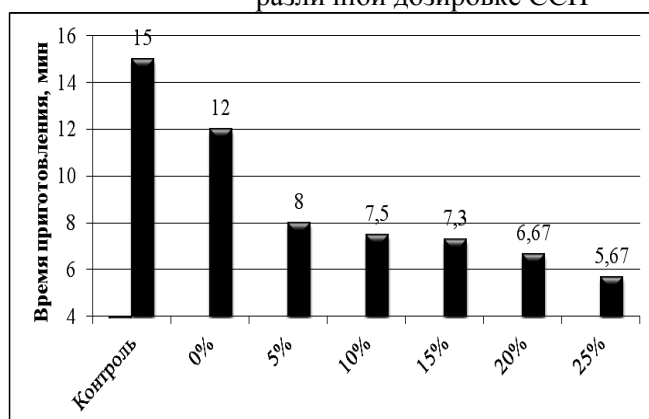


Рисунок 8 – Зависимость устойчивости эмульсии от дозировки ССП

Рисунок 9 – Зависимость времени взбивания эмульсии от дозировки ССП

Анализ диаграммы, отражающей распределение жировых шариков эмульсии по размерам, показал, что при увеличении дозировки ССП до 15 % от массы жира (композиции растительных масел) включительно, количество жировых шариков мелких фракций (до 10 мкм) возрастает и достигает уровня контрольного образца, незначительно его превышая. При дальнейшем увеличении дозировки ССП количество жировых шариков мелких фракций (до 10 мкм) сокращается, а средних фракций (от 11 до 50 мкм) – увеличивается, что, вероятно, обусловлено чрезмерной вязкостью образцов эмульсии, затрудняющей процесс эмульгирования. Наибольшая доля крупных фракций жировых шариков (от 51 до 90 мкм) у образца эмульсии, изготовленного с использованием в качестве жирового сырья композиции растительных масел без использования ССП (0 %).

Анализ микрофотографий образцов эмульсий показал наличие в них воздушной фазы. Данный факт объясняется тем, что в ходе взбивания эмульсии происходит интенсивное насыщение её воздухом за счет присутствия порошков, обладающих аэрирующими свойствами, что дает возможность отнести получаемую массу к пенам-эмульсиям.

Таким образом, оптимальной с точки зрения показателя дисперсности эмульсии, может быть дозировка ССП в количестве 15 % к массе жира (композиции растительных масел).

Из результатов исследований зависимости устойчивости бисквитной эмульсии от дозировки ССП видно, что контроль и экспериментальный образец с 25 % ССП характеризуются наибольшей устойчивостью по сравнению с остальными образцами. Наиболее низкая устойчивость у образца эмульсии, приготовленной на композиции растительных масел без использования ССП (0 %). С увеличением дозировки ССП от 5 до 25 % устойчивость повышается в среднем на 2,0 - 7,8 %.

Таким образом, оптимальной с точки зрения показателя устойчивости эмульсии, может быть дозировка ССП до 25 %, так как с увеличением дозировки устойчивость эмульсии повышается и достигает 100 %.

Установлено, что время приготовления контрольного образца эмульсии превышает время приготовления экспериментальных образцов. Причем, при увеличении дозировки ССП длительность взбивания эмульсии сокращается в среднем на 7 – 9,33 минуты.

Таким образом, внесение ССП в эмульсию, приготовленную при полной замене маргарина на композицию растительных масел, позволяет повысить вязкость, и как следствие, устойчивость и получить бисквитную эмульсию, превосходящую контроль по показателю дисперсности, а также сократить время приготовления эмульсии. Полученные экспериментальные данные доказали целесообразность использования ССП в количестве до 15 % к массе жира (композиции растительных масел), так как при данной дозировке эмульсия характеризуется максимальным значением по дисперсности, как одним из важнейших показателей качества эмульсии, влияющим на её устойчивость и качество получаемых готовых изделий.

Исследование влияния ССП и композиции растительных масел на показатели качества теста для кексов

При разработке рецептуры кексов функционального назначения исследовали влияние замены рецептурных компонентов ССП на изменение вязкости и плотности теста. ССП вводили на стадии приготовления эмульсии в количестве от 0 до 25 % (с шагом 5 %) взамен сахара (образец 1) и меланжа (образец 2) по сухому веществу при полной замене маргарина на композицию растительных масел (таблица 2). В качестве контрольного образца использовали образец кексового теста, приготовленного с применением маргарина по рецептуре кекса «Праздничный».

Экспериментальные данные показали, что с увеличением дозировки ССП в образце 1, происходит значительное увеличение вязкости и плотности кексового теста по сравнению с контрольным образцом. Внесение ССП взамен меланжа (образец 2) обеспечивает увеличение плотности теста в меньшей степени, чем в образце 1, при этом вязкость теста незначительно снижается за счет уменьшения количества меланжа.

Таблица 2 – Показатели качества теста для кексов

Наименование образца	Экспериментальные образцы на основе композиции растительных масел при дозировке ССП, %						Контроль
	0	5	10	15	20	25	
Эффективная вязкость, Па·с при $\dot{\gamma}=0,9 \text{ с}^{-1}$							
Образец 1	99,89	134,33	168,95	198,60	215,46	230,78	168,78
Образец 2		173,6	168,78	168,56	155,17	144,26	
Плотность, г/см ³							
Образец 1	1,55	1,79	1,89	2,00	2,04	2,28	1,68
Образец 2		1,60	1,67	1,71	1,84	2,01	

Для получения кексов, не уступающих по качеству контрольному образцу, необходимо, чтобы вязкость и плотность теста в экспериментальных образцах не превышала или превышала незначительно значение вязкости и плотности для него. Установлено, что наиболее близкими значениями по вязкости и плотности теста по отношению к контролю обладает образец с дозировкой ССП в количестве 10 % при замене меланжа по сухому веществу.

Исследование влияния ССП и композиции растительных масел на показатели качества кексов

При исследовании влияния композиции растительных масел и ССП на показатели качества кексов установлено, что оптимальным с точки зрения органолептических показателей качества готовых кексов является вариант с заменой меланжа ССП в количестве 10 % по сухому веществу. В образцах с ССП с увеличением дозировки от 5 до 10 % включительно происходит незначительное уменьшение удельного объема кексов (до 1,7 %) и общей деформации сжатия мякиша (до 3,3 %). Дальнейшее увеличение дозировки (более 10 %) приводит к значительному снижению удельного объема готовых изделий (на 10,4 - 18,8 %) и общей деформации сжатия мякиша (на 8,6 - 18 %) по сравнению с контрольным образцом. С целью компенсации данного недостатка кексов, изготовленных с использованием 10 % ССП взамен меланжа по сухому веществу при полной замене маргарина композицией растительных масел, целесообразным считали провести частичную замену муки крахмалом для снижения плотности теста и повышения объема выпеченного изделия. Для разработки рецептуры кексов был выбран картофельный крахмал, так как он обладает самой высокой способностью к набуханию, что ускоряет процесс его клейстеризации и, как следствие, приводит к сокращению времени стабилизации структуры кексов в процессе выпечки. Для исключения чрезмерной крошливости мякиша кексов, была использована минимальная рекомендуемая, дозировка крахмала – 10 %.

Экспериментально доказано, что замена в рецептуре кексов, изготовленных с использованием в качестве жирового сырья композиции растительных масел, 10 % муки картофельным крахмалом позволяет компенсировать снижение удельного объема кексов при внесении 10 % ССП взамен меланжа. Результаты исследований, представленные в таблице 3, показывают, что экспериментальный образец превосходит контроль по удельному объему – на 11,7 %, по общей

деформации сжатия мякиша на 3,4 %, а также по таким органолептическим показателям, как внешний вид, эластичность мякиша и пористость.

Таблица 3 - Физико-химические и структурно-механические показатели качества кексов

Показатель качества	Контроль	Образец
Массовая доля влаги, %	22,00±3,0	22,00±3,0
Массовая доля жира, %	16,5±0,2	16,7±0,2
Удельный объем, см ³ /г	2,88±0,03	3,26±0,03
Общая деформация сжатия мякиша, мм	24,4±0,2	25,25±0,3

Сравнительный анализ технологических параметров приготовления кексов с применением композиции растительных масел и ССП показал, что средняя продолжительность технологического процесса производства сокращается на 11,5 минут по сравнению с контролем за счет сокращения времени приготовления эмульсии на

7,5 минут и продолжительности выпечки – на 4 минуты.

Результаты проведенных исследований легли в основу разработки рецептуры и усовершенствования технологии кексов, названных «Мишка», с применением ССП и композиции растительных масел. Технологическая схема производства кексов «Мишка» представлена на рисунке 10.

Исследования по изменению показателей качества кексов «Мишка» в процессе хранения при температуре 18 - 21 °С и относительной влажности воздуха не более 75 % в течение 35 суток показали, что кексы «Мишка» характеризуется более низкими темпами потери влаги по сравнению с контролем. При этом влажность контрольного образца на 35-е сутки хранения на 0,2 % ниже минимального предела допустимой влажности – 19 %. Влажность опытного образца находится в допустимых пределах (22 ± 3 %) в течение всего срока испытаний.

Анализ изменения структурно-механических свойств мякиша кексов, показывает, что снижение общей деформации сжатия мякиша кексов «Мишка» на 0,6 % ниже по сравнению с контролем по отношению к первоначальному значению.

Результаты исследований по изменению равновесной влажности кексов в зависимости от относительной влажности воздуха подтвердили то, что кексы «Мишка» характеризуются замедленными темпами черствения по сравнению с контролем, за счет более высокого (в среднем на 17,4 %) суммарного содержания связанной влаги.

Экспериментальные данные по изменению количества жира при хранении кексов показывают, что его степень миграции в контроле составляет 1,8 %, в кексах «Мишка» - 1,5 % по отношению к первоначальному значению, что на 0,3 % ниже, чем в контрольном образце. Данный факт объясняется наличием у ССП жиросвязывающей способности.

Анализ изменения органолептических показателей качества кексов показал, что в течение всего срока хранения кекс «Праздничный» (контроль) и кексы «Мишка» соответствовали нормативной документации. Отсутствие привкуса и запаха прогорклого жира в конце срока хранения в контроле и в кексах «Мишка» позволяет сделать вывод о том, что композиция растительных масел не уступает

маргарину по устойчивости к окислительным процессам благодаря наличию в составе значительного количества токоферолов и олеиновой кислоты.

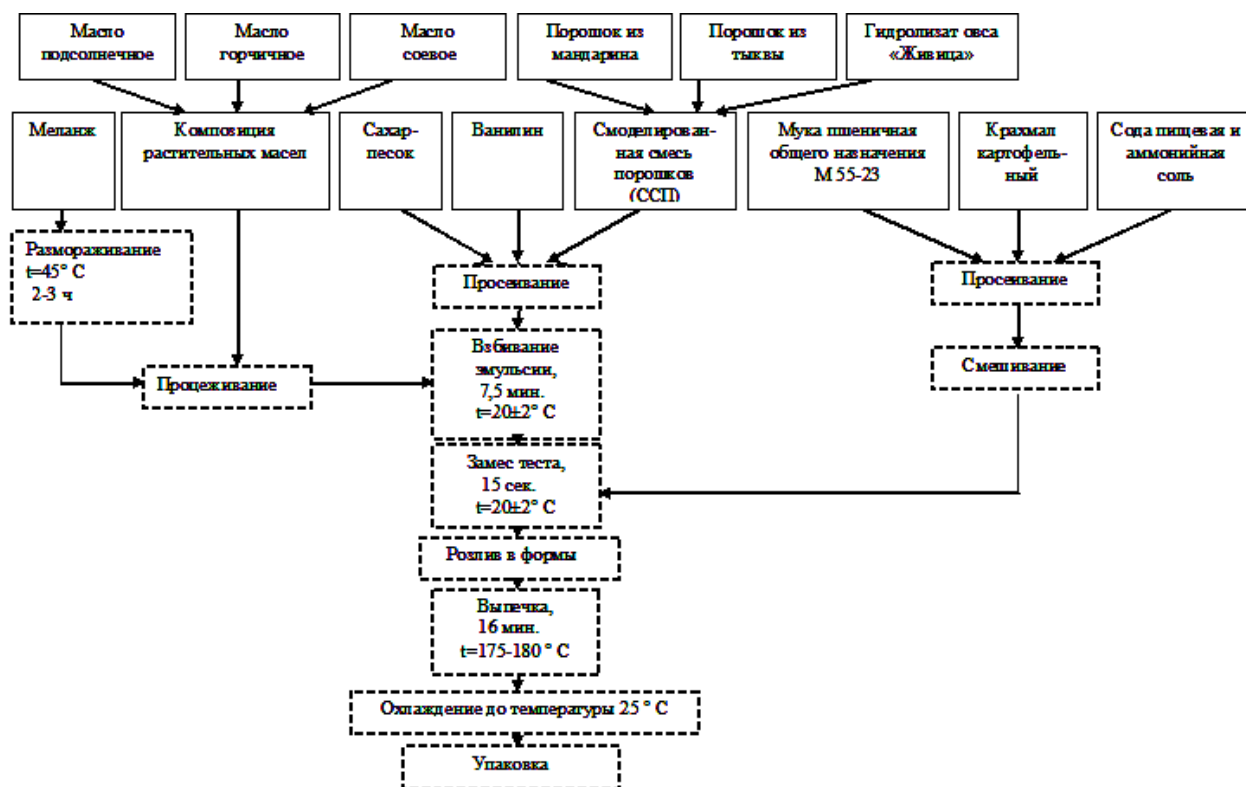


Рисунок 10 - Технологическая схема производства кексов «Мишка»

Результаты исследований кексов «Мишка» по показателям безопасности показывают, что они соответствуют требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», что позволяет увеличить срок их хранения до 35 суток.

Анализ химического состава кексов «Мишка» (таблица 4) показал, что содержание насыщенных жирных кислот в них сократилось на 41,7 %, в том числе трансизомеров – на 100 % по сравнению с контролем.

Одновременно, содержание полиненасыщенных жирных кислот в кексах «Мишка» по сравнению с контролем увеличилось в 3,3 раза, при этом соотношение линолевой (ω -6) и α -линоленовой (ω -3) жирных кислот составило 8:1, что соответствует рекомендуемому интервалу (от 5 до 10) для питания здоровых людей и необходимо для полноценного синтеза простагландинов.

Установлено, что употребление разовой порции кексов «Мишка» (50 г) позволит удовлетворить среднесуточную потребность организма человека в полиненасыщенных жирных кислотах, в том числе линолевой (ω -6) и α -линоленовой (ω -3) (при соблюдении их оптимального соотношения 8 : 1) более, чем на 40 %, а также в витамине Е более, чем на 35 %.

Таким образом, разработанные кексы «Мишка», изготовленные на основе композиции растительных масел с использованием ССП, можно отнести к функциональным пищевым продуктам.

Таблица 4 – Сравнительный анализ химического состава кексов и степень удовлетворения среднесуточной потребности в пищевых веществах и энергии

Пищевые вещества	Рекомендуемый уровень суточного потребления*	Количество в 100 г		Степень удовлетворения среднесуточной потребности, %	
		Контроль	Кексы «Мишка»	Контроль	Кексы «Мишка»
				100 г / 50 г	100 г / 50 г
Белки, г	62-102	9,47±0,1	8,65±0,09	9,3-15,3/ 4,7-7,7	8,5-14,0/ 4,3-7,0
Липиды, г, в т.ч.	65-128	20,22±0,2	20,03±0,2	15,8-31,1/ 7,9-15,6	15,6-30,8/ 7,8-15,4
Жирные кислоты, в т.ч.	-	18,39±0,18	18,45±0,18	-	-
Мононенасыщенные жирные кислоты, в т.ч.	-	10,46±0,1	6,33±0,06	-	-
Олеиновая	-	10,04±0,1	5,0±0,05	-	-
Насыщенные жирные кислоты, в т.ч.	-	5,18±0,05	3,02±0,03	-	-
Трансизомеры	-	4,58±0,05	-	-	-
Полиненасыщенные жирные кислоты, в т.ч.	9-11	2,75±0,03	9,1±0,09	25-30,6/ 12,5-15,3	82,7-101,1/ 41,4-50,6
Линолевая (ω-6)	8-10	0,68±0,007	8,1±0,08	6,8-8,5/ 3,4-4,3	81,0-101,3/ 40,5-50,7
α-Линоленовая (ω-3)	0,8-1,6	2,01±0,02	0,98±0,01	125,6-251,3/ 62,8-125,7	61,3-122,5/ 30,7-61,3
Соотношение ω-6:ω-3	5-10:1	1:3	8:1	-	-
Усваиваемые углеводы, г, в т.ч.:	257-586	47,13±0,47	47,87±0,48	8,0-18,3/ 4,0-9,2	8,3-19,0/ 4,2-9,5
моно- и дисахариды	-	24,13±0,24	24,27±0,24	-	-
крахмал	-	23,0±0,23	23,6±0,24	-	-
Пищевые волокна, г	20	0,54±0,005	0,76±0,008	2,7/1,4	3,8/1,9
Витамин Е, мг/100г	15	4,46±0,04	10,61±0,11	29,7/14,9	70,7/35,4
β-каротин, мг/100г	5	0,03±0,0003	0,19±0,002	0,6/0,3	3,8/1,9
Калий, мг/100г	2500	119,19±1,19	131,19±1,31	4,8/2,4	5,2/2,6
Энергетическая ценность, ккал	1900-3600	410±4,1	408±4,1	11,4-21,6/ 5,7-10,8	11,3-21,5/ 5,7-10,8

* В соответствии со средней суточной потребностью для мужчин и женщин по МР 2.3.1.2432-08

В главе шестой «Практическая реализация результатов исследования» представлены данные по промышленной апробации разработанных кексов «Мишка», произведена оценка экономической эффективности и конкурентоспособности.

Оценка экономической эффективности производства кексов показала, что полная себестоимость кексов «Мишка» ниже на 5130,21 руб / т по сравнению с контролем за счет замены дорогостоящего сырья более дешевым (маргарина растительными маслами преимущественно местного происхождения), с высоким содержанием сухих веществ (части меланжа смоделированной смесью порошков), а также за счет снижения энергетических затрат вследствие интенсификации производства кексов на 32,6 %. Показатель конкурентоспособности кексов «Мишка» составил 1,78. Это значит, что кексы «Мишка» превосходят по конкурентоспособности контрольный образец, что обусловлено не только

снижением отпускной цены, но также функциональными свойствами разработанных кексов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По итогам выполненных исследований сделаны следующие выводы:

1. Исследована жиросвязывающая способность основных составляющих рецептурных компонентов МКИ по отношению к различным растительным маслам (подсолнечному (рафинированному и нерафинированному), соевому, горчичному и кукурузному). Установлено, что подсолнечное рафинированное, горчичное, соевое и кукурузное масла обладают оптимальными техно-функциональными свойствами с точки зрения способности к связыванию и доступности на российском рынке.

2. Смоделирована композиция растительных масел (подсолнечное : горчичное : соевое – 3 : 1 : 3), оптимизированная по соотношению ПНЖК групп ω -6 и ω -3 и содержанию витамина Е, обладающая высокой способностью к связыванию основными составляющими рецептурных компонентов МКИ. Установлено, что соотношение ПНЖК групп ω -6 и ω -3 полученной композиции растительных масел соответствует рекомендуемому интервалу и составляет 7,95 : 1, в связи с чем она может быть рекомендована для замены жиров, содержащих трансизомеры жирных кислот, в рецептурах МКИ, что позволит не только повысить их качество, но придать им функциональные свойства.

3. Смоделирована смесь плодовых, овощных порошков и гидролизата овса «Живица», оптимизированная по ЖСС, в соотношении 1 : 8 : 1. Установлена целесообразность использования смоделированной смеси порошков в качестве сырья, обладающего эмульгирующими и стабилизирующими свойствами, при производстве МКИ функционального назначения на жидких растительных маслах.

4. Исследовано влияние замены рецептурных компонентов смоделированной смеси порошков при производстве кексов на основе композиции растительных масел на ход технологического процесса, структурно-механические, физико-химические показатели качества эмульсии, теста и готовых изделий. Установлено, что рациональной является замена меланжа по сухому веществу 10 % смоделированной смеси порошков, что позволяет интенсифицировать производство МКИ на 32,6 % по сравнению с контролем, улучшить качество полуфабрикатов и готовых изделий

5. Усовершенствованы рецептура и технология производства кексов «Мишка» при замене 10 % меланжа по сухому веществу смоделированной смесью порошков, 10 % муки картофельным крахмалом и одновременной полной замене маргарина композицией растительных масел, оптимизированной по соотношению ПНЖК групп ω -6 и ω -3, увеличены сроки хранения кексов.

6. Исследован химический состав кексов. Установлено, что употребление кексов «Мишка» в количестве 50 г позволит удовлетворить среднесуточную потребность организма человека в полиненасыщенных жирных

кислотах, в том числе линолевой (ω -6) и α -линоленовой (ω -3) более, чем на 40 % (при соблюдении их оптимального соотношения 8 : 1), а также в витамине Е более, чем на 35 %, что позволяет отнести кексы «Мишка» к функциональным пищевым продуктам. Анализ энергетической ценности кексов «Мишка» показал, что изменение рецептуры не привело к повышению калорийности кексов.

7. Разработан пакет технической документации (РЦ 9136 – 14 – 05369827 - 2015; СТО 05369827 – 14 - 2015, ТИ 05369827 - 14 - 2015). Проведена промышленная апробация рецептуры и технологии кексов «Мишка». Доказана экономическая эффективность производства кексов «Мишка», которая подтверждена снижением полной себестоимости кексов на 5130,21 руб/т и коэффициентом конкурентоспособности, равным 1,78.

Рекомендации использования результатов диссертационной работы

Разработанные кексы «Мишка» рекомендуются к использованию предприятиями кондитерской отрасли для расширения ассортимента выпускаемых мучных кондитерских изделий функционального назначения.

Установленные в процессе выполнения работы закономерности формирования качества полуфабрикатов и готовых изделий с использованием жидких растительных масел, плодовых, овощных порошков и зерновых гидролизатов могут быть использованы при разработке рецептур и технологий производства других видов мучных кондитерских изделий повышенной пищевой ценности и функционального назначения.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Статьи в журналах, рекомендованных ВАК

1. Румянцева, В.В. Исследование технологических свойств порошков выжимок плодовоовощного сырья / В.В. Румянцева, **А.Ю. Гурова (Туркова)** // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2012. - № 1. – С. 10-14.
2. Румянцева, В.В. Эффективность использования нетрадиционного сырья при производстве кондитерских эмульсий / В.В. Румянцева, **А.Ю. Гурова (Туркова)**, И.В. Ефремова // Кондитерское производство. – 2012. - № 1. – С. 20-22.
3. Румянцева, В.В. Гидролизат овса как стабилизатор при изготовлении мучных кондитерских изделий / В.В. Румянцева, **А.Ю. Туркова** // Кондитерское производство. – 2013. - № 1. – С. 20-21.
4. Румянцева, В.В. Оптимизация смеси «стабилизаторов» для производства мучных кондитерских изделий на основе жидких растительных масел / В.В. Румянцева, **А.Ю. Туркова**, Е.В. Зоткина // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2013. - № 4. – С. 3-6.
5. Румянцева, В.В. Управление миграцией растительных масел в кексах с помощью оптимизации рецептур / В.В. Румянцева, **А.Ю. Туркова**, О.А. Серегина // Кондитерское производство. – 2014. - № 2. – С. 22-23.

6. Румянцева, В.В. Нетрадиционное сырье в производстве кексов на жидких растительных маслах / В.В. Румянцева, **А.Ю. Туркова** // Кондитерское производство. – 2014. - № 5. – С. 10-11.

Монографии

7. Румянцева, В.В. Технологические особенности производства бисквитных эмульсий с применением нетрадиционного сырья / В.В. Румянцева, **А.Ю. Гурова (Туркова)** // Продовольственный рынок: проблемы регулирования и влияния на качество жизни населения: монография / под. ред. д.т.н. Т.Н. Ивановой, канд.эконом. наук, доц. Г.М. Зомитевой, к.т.н., доц. Е.Н. Новицкой. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК». – 2012. – С. 162-168.

8. Румянцева, В.В. Исследование влияния нетрадиционного сырья на качество мучных кондитерских изделий / В.В. Румянцева, **А.Ю. Туркова** // Продовольственный рынок. Проблемы регулирования и влияния на качество жизни населения: коллективная монография. – Орел: Изд-во «Труд». – 2012 г. – С. 74-81.

9. Румянцева, В.В. Научно-практическое обоснование рационального использования пищевого растительного сырья при производстве мучных кондитерских изделий / В.В. Румянцева, **А.Ю. Туркова**, Н.М. Ковач // монография. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК». – 2014. – 229 с.

Патенты

10. Пат. 2490898 Российская Федерация. Способ производства кекса / Румянцева В.В., **Гурова (Туркова) А.Ю.**; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК». - № заяв. 2012109136/13; заявл. 11.03.2012; опубл. 27.08.2013, Бюл. № 24.

11. Пат. 2490899 Российская Федерация. Способ производства теста для масляного бисквита / Румянцева В.В., **Гурова (Туркова) А. Ю.**; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК». - № заяв. 2011150951/13; заявл. 14.12.2011; опубл. 27.08.2013, Бюл. № 24.

21 статья в сборниках материалов конференций

Сокращения:

ВПС – водопоглотительная способность;

ЖСС – жиросвязывающая способность;

ЖЭС – жироэмульгирующая способность;

МКИ – мучное кондитерское изделие;

ПНЖК – полиненасыщенные жирные кислоты;

ССП – смоделированная смесь порошков.

Автор выражает искреннюю благодарность д.т.н., профессору Емельянову А.А. за оказанную поддержку и помощь в постановке экспериментов на начальной стадии исследований.