

На правах рукописи



ШАПКАРИНА Альбина Иргалиевна

**РАЗРАБОТКА МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ
ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ
НА ОСНОВЕ ТРИТИКАЛЕВОЙ МУКИ СОРТА «УКРО»**

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

Воронеж 2019

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (ФГБОУ ВО «ВГУИТ»)

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств» **Магомедов Газибег Омарович** (ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»);

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук, доцент **Тертычная Татьяна Николаевна** (ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет им. Петра I» профессор кафедры «Технология хранения и переработки сельскохозяйственной продукции»);

кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Технологий переработки зерна, хлебопекарного, макаронного и кондитерского производства»

Никитин Игорь Алексеевич (ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского (ПКУ)»);

Ведущая организация: **ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева»**

Защита состоится « 17 » сентября 2019 года в 11.00 часов на заседании совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Д 212.035.04 при ФГБОУ ВО « Воронежский государственный университет инженерных технологий» по адресу: 394036, Воронеж, проспект Революции, 19, конференц-зал.

Отзывы на автореферат (в двух экземплярах), заверенные гербовой печатью учреждения, просим направлять ученому секретарю диссертационного совета Д 212.035.04.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «ВГУИТ». Полный текст диссертации размещен в сети « Интернет » на официальном сайте ФГБОУ ВО «ВГУИТ» www.vsuet.ru « 25 » марта 2019 г.

Автореферат размещен в сети Интернет на официальных сайтах:

ВАК Минобрнауки РФ <https://vak3.ed.gov.ru> и ФГБОУ ВО «ВГУИТ» <https://www.vsuet.ru> «11» июня 2019 года и разослан «7» августа 2019 г.

Ученый секретарь совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Д 212.035.04, к.т.н., доцент



Е. В. Белокурова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Российский рынок кондитерских изделий входит в число крупнейших рынков мира, уступая лишь США в объемах производства. Мучные кондитерские изделия (МКИ) в объемном выражении занимают второе место в кондитерской отрасли России.

В группе МКИ сахарное печенье и бисквит являются наиболее перспективными для совершенствования технологии и обогащения. Значимым принципом концепции государственной политики в области здорового питания населения РФ, является положение: «Питание должно не только удовлетворять физиологические потребности организма человека в пищевых веществах и энергии, но и выполнять профилактические и лечебные цели».

В борьбе за рынок сбыта с импортными поставщиками российским производителям необходимо расширить ассортимент МКИ посредством разработки новых оригинальных рецептур продуктов повышенной пищевой ценности, изделий функционального назначения с использованием высокоэффективных технологии для увеличения потребительского спроса.

В вопросах расширения сырьевой базы в технологии МКИ одной из перспективных культур является тритикале как культура, богатая повышенным содержанием полноценного белка, минеральных веществ и весьма устойчивая к грибковым заболеваниям.

Разработке технологии мучных кондитерских изделий из тритикалевой муки посвящены труды многих авторов: Аксеновой Л. М., Васькиной В. А., Зубченко А. В., Олейниковой А. Я., Тертычной Т. Н., Дерканосовой Н. М., Корячкиной С.Я., Рослякова Ю. Ф., Савенковой Т. Н., Еркинбаевой Р. К., Черных В.Я., Лабутиной Н.В.и др.

Разработка МКИ повышенной пищевой ценности на основе тритикалевой муки сорта «Укро» и натуральных обогатителей, учитывая ценовую доступность сырья, является весьма актуальной.

Выполнение диссертационной работы велось в рамках НИР кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств» ФГБОУ ВО «ВГУИТ», «Разработка энерго- и ресурсосберегающих чистых технологий переработки сельхозсырья в конкурентоспособные хлебобулочные, кондитерские и макаронные функциональные продукты на основе медико-биологических воззрений» (№ г. р. 01970008816 на 2011-2016 гг.).

Цель исследований: разработка и научное обоснование технологий обогащенных МКИ путем совершенствования технологического процесса получения эмульсии сахарного теста и сбивного бисквита с применением механического способа разрыхления тритикалевой муки сорта «Укро» сеяной и обогатителей.

В рамках поставленной цели решались следующие **задачи:**

- обоснование выбора сырья при производстве сахарного печенья и сбивного бисквита;
- исследование влияния муки тритикале сорта «Укро» сеяной, ячменно-солодового экстракта (ЯСЭ), концентрированного яблочного сока (КЯС), сухого цельного молока (СЦМ) на способность структурообразования эмульсии и теста сахарного печенья, пенообразующую способность теста и качество сбивного бисквита;
- определение дозировки тритикалевой муки сорта «Укро» сеяной; (ЯСЭ), (СЦМ), концентрированного яблочного сока для сбивного бисквитного теста и оптимальные параметры замеса, сбивания теста;
- анализ основных процессов получения сбивного бисквитного теста;
- исследование содержания ароматобразующих веществ, антиоксидантной активности, пищевой биологической ценности, а также оценка удовлетворения среднесуточной потребности в нутриентах сахарного печенья, сбивного бисквита на основе тритикалевой муки сорта «Укро» сеяной в процессе хранения;
- разработка технологии обогащенного сахарного печенья и сбивного бисквита из тритикалевой муки сорта «Укро» сеяной;
- проведение опытно-промышленных испытаний, разработка и утверждение ТУ, ТИ, РЦ на сахарное печенье и сбивной бисквит;
- расчет ожидаемого экономического эффекта от внедрения технологии сахарного печенья и сбивного бисквита.

Научная новизна работы. Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность использования муки из тритикале сорта «Укро» сеяной, ЯСЭ, СЦМ, КЯС для повышения пищевой и биологической ценности сахарного печенья и сбивного бисквита.

Установлены математические зависимости объемной массы теста и удельного объема сахарного печенья, сбивного бисквита от массовой доли сахара и жира, определены оптимальное соотношение компонентов рецептуры, дающее минимальное значение объемной массы теста и максимальное значение удельного объема сахарного печенья, сбивного бисквита.

Выявлены математические зависимости объемной массы сбивного теста и удельного объема сбивного бисквита от интенсивности и продолжительности сбивания, определены оптимальные параметры изготовления сбивного теста при минимальной объемной массе и максимальном удельном объеме сбивного бисквита.

Установлено влияние муки из тритикале сорта «Укро» сеяной, ЯСЭ, СЦМ, КЯС на повышение аромата сахарного печенья и сбивного бисквита с помощью мультисенсорной системы «электронный нос», на антиоксидантную активность и понижение микробиологических показателей изделий в процессе хранения.

Определена пищевая, биологическая и энергетическая ценность обогащенных мучных кондитерских изделий (сахарного печенья и сбивного бисквита). Установлено, что степень удовлетворения суточной потребности человека повышается.

Теоретическая и практическая значимость. Рецептурные компоненты: тритикалевая мука сорта «УКРО» сеяная, ячменно-солодовый экстракт, цельное сухое молоко, концентрированный яблочный сок, лимонная кислота ускоряют процесс структурообразования эмульсии и теста.

Теоретически обоснован и практически доказан процесс пенообразования при производстве сахарного печенья и сбивных бисквитов, получены новые результаты зависимости процесса структурообразования эмульсии и теста от рецептурных компонентов и технологических параметров производства.

Разработаны способы производства сахарного печенья и сбивных бисквитов, предусматривающие внесение обогатителей: ячменно-солодового экстракта, цельного сухого молока, концентрированного яблочного сока и исключение из рецептуры яичного меланжа.

Доказана возможность интенсификации процесса структурообразования эмульсии и теста за счет рецептурных компонентов и производства сбивных бисквитов за счет прогрессивного способа сбивания. Определены оптимальные значения параметров сбивания.

Разработан и утвержден проект технической документации на сахарное печенье из тритикалевой муки сорта «Укро» сеяная (ТУ 913-353-02068108-2015 ТИ, РЦ). Разработана технология сбивных бисквитов повышенной пищевой и биологической ценности на основе тритикалевой муки сорта «УКРО» сеяной ТУ 9290-326-02068108-2016, ТУ 9131-111-02068108-2012, ТИ, РЦ).

Научная новизна технических решений подтверждена патентами РФ: № 2583617 от 06.02.2015 г., № 2681679 от 15.11.2017 г.

Изготовлена опытная партия сахарного печенья «Солнышко», сбивных бисквитов «Молодушка» и «Яблочный». Проведены производственные испытания способа производства сбивных мучных кондитерских изделий из муки тритикалевой сорта «Укро» сеяной на АО «Хлебозавод № 7 г. Воронеж».

Ожидаемый экономический эффект от реализации 1 т/год сбивного бисквита «Молодушка» составит 19,156 тыс. р., сбивного бисквита «Яблочный» – 18,202 тыс. р., печенья Звездочетик» - 5,91 тыс.р., печенья «Солнышко» - 3,72 тыс. р.

Научные положения, выносимые на защиту:

- концепция формирования показателей качества обогащенного сахарного печенья и сбивного бисквита, полученного путем механического разрушения структуры теста, без яичного меланжа;

- усовершенствованные технологии производства сахарного печенья, сбивных мучных кондитерских изделий, позволяющие интенсифицировать технологический процесс, повысить пищевую и биологическую ценность, улучшить санитарное состояние производства;

- результаты оценки эффективности производства сахарного печенья и сбивных бисквитов подтверждают научно обоснованные рецептуры и технологии

новых видов изделий с применением тритикалевой муки сорта «Укро» и обогатителей, а также механического способа разрыхления структуры сбивного бисквита.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на международных, всероссийских научно-технических конференциях: «Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений» (Воронеж, 2013), «Инновационные решения при производстве продуктов питания из растительного сырья» (Воронеж, 2014), «Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: Менеджмент качества и безопасность» (Воронеж, 2015), «Системный анализ и моделирование процессов управления качеством в инновационном развитии агропромышленного комплекса» (Воронеж, 2016), «Тритикале и стабилизация производства зерна, кормов и продуктов их переработки» Тритикале. Агротехника, технологии использования зерна и кормов» (Ростов - на – Дону, 2016), на конференции с международным участием, посвященной 120-летию со дня рождения С. Е. Харина ВГУИТ (Воронеж, 2016), II Международной научно-технической конференции «Стандартизация, управление качеством и обеспечение информационной безопасности в перерабатывающих отраслях АПК и машиностроении» (Воронеж, 2016), Russian Journal of agriculture and socio-economic sciences (2017), Международной научно-технической и научно-методической конференции «Современные технологии в науке и образовании» (Рязань, 2017).

Результаты работы демонстрировались на 37-й Межрегиональной специализированной выставке здравоохранения (Воронеж, 2014) и были отмечены дипломами. В номинации «Продукты питания» на выставке «Продторг» (2015), Международной специализированной выставке для хлебопекарного и кондитерского рынка (Москва, 2015), «Агросезон - 2015», в рамках за стремление к высоким стандартам аграрной стратегии, направленной на развитие отраслей АПК (Воронеж, 2016). Получен сертификат Международной выставки изобретений и инноваций (Воронеж, 2016), Воронеж-город-сад (Воронеж, 2016) и др.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертационное исследование соответствует п. 2, 3, 4, 6 паспорта специальности 05.18.01 - «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства».

Публикации. По теме диссертации опубликовано 21 работа, в том числе 2 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ, тезисы, доклады, утверждена техническая документация на 4 вида мучных кондитерских изделий для функционального питания, 2 патента РФ.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, выводов, списка использованных источников и прило-

жений. Основное содержание работы изложено на 195 страницах, содержит 28 таблиц и 26 рисунков, 12 приложений на 65 страницах. Список литературы включает 161 источник российских и зарубежных авторов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, цель и задачи, сформулирована научная новизна, теоретическая и практическая значимость выполненных исследований, изложены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе представлен обзор и анализ литературы по современному состоянию и перспективам создания мучных кондитерских изделий. Обоснован выбор МКИ в качестве базового при разработке ассортимента сахарного печенья и сбивных МКИ повышенной пищевой ценности. Обобщены сведения о концепции здорового питания, способах приготовления и разрыхления МКИ.

Во второй главе дана структура и описание организации проведения экспериментов (рисунок 1), приведена характеристика объектов, методов исследований согласно цели и задачам работы.

Исследования сырья, полуфабрикатов и готовых изделий проводили в лабораторных условиях кафедр «Технология хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств», «Физическая и аналитическая химия», в центре стратегического развития научных исследований Воронежского государственного университета инженерных технологий, ООО «Сенсорика-Новые Технологии» (г. Воронеж), центре коллективного пользования научным оборудованием Воронежского государственного университета, на АО «Хлебозавод № 7» (г. Воронеж), в аккредитованной лаборатории «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области».

Объектами исследований являлись: мука тритикалевая сеяная сорта «Укро» ТУ 9293-001-004922894-2002; ячменно-солодовый экстракт ГОСТ 29294-92; концентрированный яблочный сок ГОСТ Р 52185-2003; молоко цельное сухое ГОСТ Р 52791-2007; лимонная кислота ГОСТ 908-2004; ванилин ГОСТ 16599-71; маргарин ГОСТ 32188-2013; пудра сахарная ГОСТ 31895-2012; яйца куриные ГОСТ 31654-2012; молоко цельное пастеризованное ГОСТ 32922-2014; инвертный сироп ГОСТ Р 53041-2008, соль ГОСТ 51574-2018; сода пищевая ГОСТ 2156-76; вода питьевая Сан-Пин 2.1.4.1074-01.

В работе применяли общепринятые и специальные органолептические, физико-химические, микробиологические, структурно-механические методы исследования свойств сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. Исследование процесса структурообразования при замесе, сбивании и формовании сбивного кондитерского теста осуществляли на смесительно-сбивально-формирующей

установке с автоматической системой контроля и управления. Суммарную антиоксидантную активность изделий определяли на приборе ЦветЯуза-01-АА.

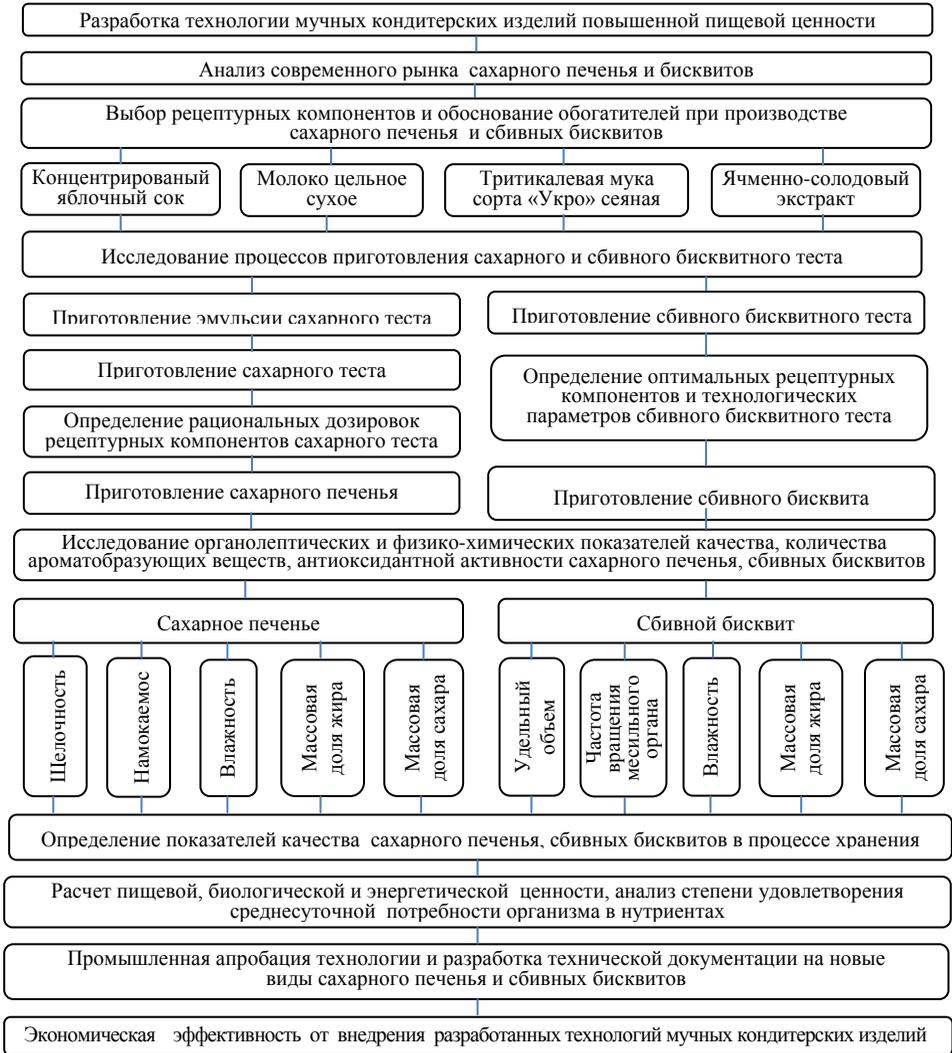


Рисунок 1- Структурная схема экспериментальных исследований

Изучение легколетучей фракции запаха проводили на ароматизаторе запахов «МАГ - 8» с методологией «электронный нос». Обработку экспери-

ментальных данных проводили с привлечением методов регрессионного анализа с помощью программ Maple, MS Excel.

В третьей главе обоснован выбор сырья и обогатителей, приведены данные сравнительного анализа их химического состава и свойств, установлен объединяющий признак рассматриваемых видов сырья, подтверждающий перспективу проявления ими функциональных и технологических свойств, дана оценка возможности их использования в производстве МКИ.

Установлено, что при замене инвертного сиропа на ячменно-солодовый концентрат (20-100 %) устойчивость эмульсии повышается. При этом рациональная дозировка ячменно-солодового концентрата для стабилизации устойчивости эмульсии сахарного печенья - 60 %, при этом биологическая ценность увеличивается до 62,7. Дальнейшее повышение его дозировки приводит к улучшению органолептических и физико-химические свойства сахарного печенья. Сравнительный анализ «визуальных впечатлений» откликов всех сенсоров ароматоанализатора запахов «МАГ-8» образцов сахарного печенья «Солнышко» на основе тритикалевой муки сорта «Укро» сеяная + ЯСЭ – образец 1 и «Летнее» на основе пшеничной муки 1-го сорта (контроль) – образец 2, подтвердил значительное улучшение органолептических свойств для образца 1.

Изменения намокаемости и прочности печенья, приготовленного из муки тритикалевой «Укро» сеяной, происходили в меньшей степени, чем в контрольном образце из муки пшеничной 1 – го сорта. Это можно объяснить тем, что белковые вещества пшеничной муки 1- го сорта способны поглощать и связывать воду в 2,0-2,5 раза больше своей массы, при этом основная часть воды связывается осмотически. Тритикалевая мука обладает большей водопоглотительной способностью, благодаря отличительному химическому составу, чем мука пшеничная 1- го сорта. В результате увеличивается доля воды, связанной белковыми веществами, поэтому при хранении печенья из тритикалевой муки сорта «Укро» сеяной изменения намокаемости и прочности происходят незначительно по сравнению с этими показателями в образцах из муки пшеничной 1- го сорта.

При определении содержания антиоксидантов в исследуемых образцах было установлено, что наибольшую величину показателя антиоксидантной активности имеет образец 3 - «Солнышко» из тритикалевой муки сорта «Укро» сеяной с ЯСЭ, что связано с содержанием и накоплением в исследуемом продукте полифенолов, флавоноидов, ароматических оксикислот, витаминов А, С, Е.

Сравнительный анализ образцов сахарного печенья 1 - «Летнее» (контроль), 2 - «Звездочетик», 3 - «Солнышко» показал, что наибольшую пищевую и биологическую ценность имеет образец 3-«Солнышко» и обеспечивает степень удовлетворения среднесуточной нормы потребления, %: по калию - на 3-9; кальцию – на 1,0-5,5; магнию- на 10,0-34,5; фосфору- на 20-50; железу –на 3-37; витаминам группы В – 2-40. Биологическая ценность повышается для сахарного печенья «Звездочетик» до 71,1 %, «Солнышко» - до 67 %, энергетическая ценность снижается на 813,8 и 813,5 ккал соответст-

венно. При этом гарантированный срок хранения разработанных сахарного печенья «Звездочетик» и «Солнышко» – 3 месяца при температуре $(18 \pm 2)^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха не более 75 %.

В четвертой главе разработана технология сбивных бисквитов из тритикалевой муки сорта «Укро» сеяной (рисунок 2), которая состоит из следующих основных стадий: подготовка сырья к производству; получение полуфабрикатов; замес и сбивания теста; формование тестовых заготовок; выпечка; охлаждение; упаковка сбивного бисквита.

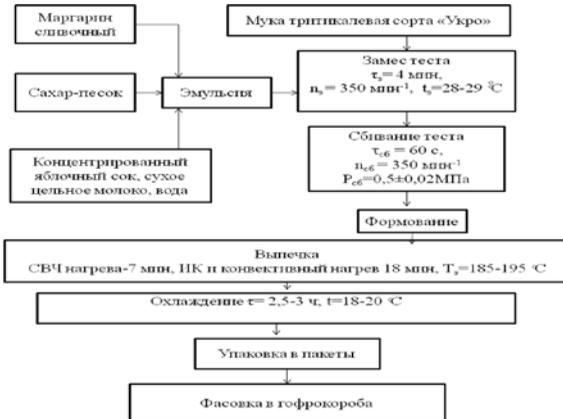


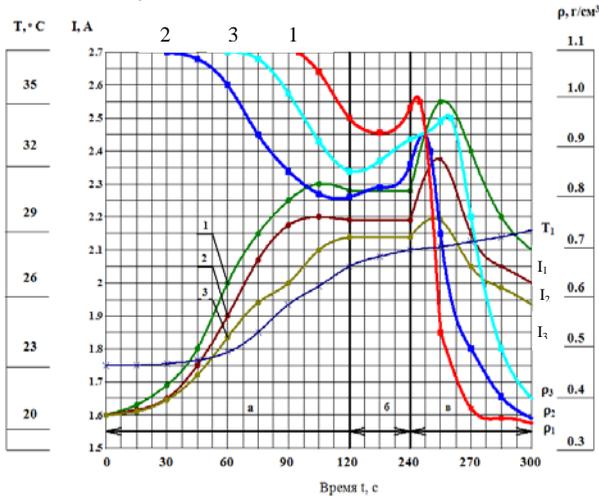
Рисунок 2 - Структурная схема производства сбивного бисквита из тритикалевой муки сорта «Укро» сеяной

Замес теста с массовой долей влаги 40 % осуществляли в смесительно-формующей камере при интенсивности смешивания 350 об/мин путем предварительного дозирования жидких компонентов (воды, концентрированного яблочного сока) и с последующим внесением сухих и пластичных компонентов (муки тритикалевой сорта «Укро» сеяной, сахарной пудры, маргарина, сухого цельного молока, лимонной кислоты) до формирования однородной пластичной структуры. Затем осуществляли интенсивное сбивание бисквитного теста при 1000 об/мин под избыточным давлением воздуха 0,5 МПа в течение 60 с до достижения объемной массы сбивного бисквитного теста $0,4-0,6 \text{ г/см}^3$.

Сбивное бисквитное тесто формовали с развесом 300-350 г и подавали на выпечку путем предварительного нагрева до 100°C в поле токов СВЧ в течение 7 мин, затем при $t=185-195^\circ\text{C}$ под действием ИК и конвективного нагрева в течение 20 мин. Сбивные бисквиты охлаждали до температуры $30-35^\circ\text{C}$ и подали на взвешивание и упаковку.

Анализ основных процессов получения сбивного бисквитного теста. Кривые зависимости (рисунок 3, а, б, в) показывает высокую скорость процесса структурообразования сбивного бисквитного теста (замес – 120 с, дозирование – 20 с, сбивание – 60 с) при этом однородность распределения рецептурных компонентов достигается до завершения процесса замеса. Динамика изменения величины температуры $T, ^\circ\text{C}$, при замесе показывает резкое ее

повышение при формировании и разрушении клейковинного каркаса сбивного теста и достижении однородной вязкопластичной структуры. Этим явлением объясняется резкое повышение величины силы J тока на стадии замеса, а затем стабилизация на стадии дозирования. Вновь она увеличивается при сбивании бисквитного теста с последующим снижением в процессе растворения сахара и равномерного распределения жира. В процессе замеса объемная масса теста понижается за счет насыщения воздушной фазой, т.е. начинается процесс пенообразования теста за счет участия водорастворимых белков в изоэлектрической точке, а затем резко снижается на стадии сбивания при избыточном давлении сжатого воздуха 0,5 МПа



Кривая J , А, зависимости величины силы тока привода установки характеризует не только энергетические затраты, но и физико-химические, физико-механические процессы при замесе, дозировании и сбивании бисквитного теста под избыточным давлением сжатого воздуха, завершающиеся с формированием пенообразной структуры сбивного бисквитного теста (кривая ρ рисунок 3). При этом чем выше вязкость теста, тем больше энергетические затраты, температура и ниже величина объемной массы сбивного бисквитного теста.

Механизм разрыхления структуры теста при интенсивном механическом перемешивании. При исследовании механизма механического разрыхления структуры сбивного теста установили, что на стадии процесса интенсивного замеса теста происходит вначале смачивание частиц муки жидкой фазой с выделением теплоты гидратационного взаимодействия с гидрофильными молекулами белков, затем набухание белковых молекул за счет осмотического давления без выделения тепла. Наглядно при этом демонстрируется изменение структуры теста. По мере смачивания частиц муки объем рецептурной смеси снижается. При этом плавно увеличивается сила тока и фор-

мируется однородная структура теста. Затем в процессе набухания белковых молекул с повышением температуры с 20 до 26°С, интенсивно происходит повышение величины силы тока с 1,7 до 2, 8 А. Надо отметить, что при интенсивном набухании белковых молекул резко снижается в объеме тесто и становится крепче. После этого происходит частичное разжижение структуры теста и появляется видимая пенообразная фаза. Надо полагать, что при осмотическом набухании белковых молекул - начинается вытеснение водорастворимых фракций белков и других веществ, связанных с нерастворимыми белками и крахмалом. Факт появления в растворе водорастворимых белковых веществ (альбумины, глобулины) характеризуется процессом пенообразования, так как они проявляют свойства ПАВ. В качестве рецептурных компонентов при интенсивном замесе бисквитного теста присутствуют поваренная соль, сахар, органические кислоты и жир. Поэтому в жидкой фазе бисквитного теста и в гидратных пленках воды, покрывающих макромолекулы белка, всегда присутствуют ионы Na^+ , H^+ , гидратированные молекулы сахарозы, ПАВ и др. Изменение рН среды весьма чувствительно влияет на структурные силы, т.е. снижение рН приводит к уменьшению сил структурного отгаливания и наоборот. О чем свидетельствует снижение вязкости бисквитного теста при внесении органической кислоты и интенсификация процесса пенообразования. Органические кислоты снижают рН до 5,6-5,8 в бисквитном тесте при этом снижается гидратационная способность белковых молекул. Надо полагать, что при этом значительная часть аминокислот имеет рН близкий к изоэлектрической точке, следовательно, макромолекулы белков, сворачиваясь в клубок, снижают свою гидрофильную активность. При внесении поваренной соли повышается гидратационная способность белковых молекул (повышается доля сырой клейковины), так как при этом смещается рН от изоэлектрической точки. При повышении температуры бисквитного теста ослабевают структурные силы взаимодействия белковых молекул.

В качестве пенообразователя выступают водорастворимые и солерастворимые белки (глобулины, альбумины, аминокислоты, полипептиды, дипептиды) тритикалевой муки сорта «Укро». Поверхностно-активные свойства проявляют гидрофильные ионизированные группы (основные и кислотные) и гидрофобные радикалы. Структурная схема формирования пенной коагуляционной структуры сбивного бисквитного теста из тритикалевой муки сорта «Укро» представлена на (рисунке 4).

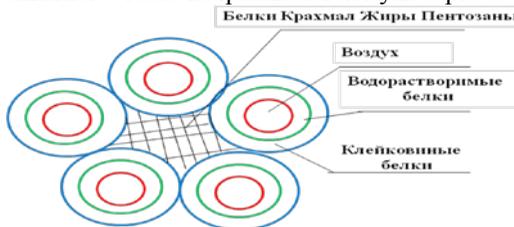


Рисунок 4 – Структурная схема сбивного бисквитного теста из тритикалевой муки «Укро» сеяной

Таким образом, формируется структура сбивного теста бисквита в области ИЭТ белковых молекул путем их коагуляции, а также за счет увеличения вязкости при набухании крахмала.

Для разработки технологии сбивного бисквита на основе тритикалевой муки сорта «Укро» сеяной с применением обогатителей: КЯС, СЦМ, лимонной кислоты - предварительно исследовали процесс пенообразования сбивного бисквитного теста и влияние на него обогатителей. Установили, что рецептурные обогатители замедляют и стабилизируют процесс пенообразования, особенно сахар и маргарин.

Для определения оптимальных параметров сбивания теста, дозировок сахара, жира применяли композиционное ротатабельное планирование эксперимента для сбивного бисквита «Яблочный»:

$$Y_1 = 0,4780 - 0,0022 \cdot X_1 - 0,0048 \cdot X_2 + 0,0072 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,0025 \cdot X_1^2 + 0,0043 \cdot X_2^2, \quad (1)$$

$$Y_2 = 182,88 + 3,7007 \cdot X_1 - 37469 \cdot X_2 + 3,525 \cdot X_1 \cdot X_2 - 8,1337 \cdot X_1^2 - 4,8837 \cdot X_2^2. \quad (2)$$

Для сбивного бисквита «Молодушка»

$$Y_3 = 0,512 - 0,0148 \cdot X_3 + 0,0088 \cdot X_4 + 7,4710 \cdot X_3 \cdot X_4 + 0,0015 \cdot X_3^2 - 0,0185 \cdot X_4^2, \quad (3)$$

$$Y_4 = 169,02 + 0,5590 \cdot X_3 - 1,8322 \cdot X_4 + 1,1 \cdot X_3 \cdot X_4 + 2,5025 \cdot X_3^2 + 8,1525 \cdot X_4^2. \quad (4)$$

Оптимальные значения сахара и жира

$$Y_5 = 0,523 + 0,0263 \cdot X_5 - 0,0459 \cdot X_6 + 0,055 \cdot X_5 \cdot X_6 + 0,0065 \cdot X_5^2 + 0,0029 \cdot X_6^2, \quad (5)$$

$$Y_6 = 177,9 + 0,2474 \cdot X_5 + 4,2426 \cdot X_6 - 3,85 \cdot X_5 \cdot X_6 + 0,275 \cdot X_5^2 - 0,45 \cdot X_6^2. \quad (6)$$

В результате усовершенствования технологического процесса были найдены оптимальные параметры приготовления сбивных бисквитов: «Яблочный» - $x_1 = 730$ об/мин, $x_2 = 43$ с при минимальной объемной массе $y_1 = 0,4862$ г/см³ и максимальном удельном объеме сбивного бисквита $y_2 = 182, 62$ см³/г; «Молодушка» - $x_3 = 760$ об/мин; $x_4 = 46$ с при $y_3 = 0,5594$ г/см³ и $y_4 = 180,5$ см³/г; массовая доля сахара $x_5 = 89$ % и жира $x_6 = 41$ % при $y_5 = 0,4980$ г/см³, и $y_6 = 180,2$ см³/г. Оптимальные параметры приготовления сбивания бисквитного теста легли в основу разработки технологии сбивных мучных кондитерских изделий с наилучшими органолептическими и физико-химическими свойствами.

При определении ароматобразующих веществ сбивных бисквитов из тритикалевой муки сорта «Укро» сеяной установлено, что в пробе 3 – «Яблочный» больше на 4 % летучих аминов, чем в пробе 2 – «Молодушка». СЦМ обогащает аромат летучими кислотами – 21 %, а КЯС – спиртами, альдегидами, кислотами – 9,1 %.

Изменение показателей качества бисквитов из тритикалевой муки сорта «Укро» сеяная в процессе хранения. Наибольшее значение антиоксидантной активности наблюдалось в бисквите «Яблочный» - 14,02 мг/100 г. В процессе хранения антиоксидантная активность снизилась для контрольного образца на основе муки пшеничной высшего сорта и муки ржаной сеяной в 8,6 раз, для бисквита «Молодушка» - в 3,2 раза, для бисквита «Яблочный» - в 2,1 раза. Яблочный сок, входящий в состав бисквита «Яблочный», обладает высоким содержанием витамина С, который является одним из сильных антиоксидантов, что способствовало максимальному значению антиоксидантной активности изделия.

Установлено, что при хранении от 1 до 6 сут массовая доля влаги изделий уменьшалась: у образца 3 – «Молодушка» от 27,0 до 25,3 % (на 1,7 %), у образца 2 – «Яблочный» с 29,0 до 26,7 % (на 2,3 %), а для контрольного образца на 2,5 %.

Дальнейшие исследования были направлены на определение микробиологических показателей в процессе хранения бисквитов с использованием КЯС и СЦМ. Готовые сбивные изделия анализировали через 24 ч после выпечки и определяли микробиологические показатели. Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов в бисквите «Яблочный» из тритикалевой муки сорта «Укро» сеяной – $4,7 \cdot 10^3$ на 7 – е сут хранения, в бисквите «Молодушка» – $6,8 \cdot 10^3$, а для контрольного образца – $9,4 \cdot 10^3$, что соответствует требованиям технического регламента. В результате исследования установлено, что наименьшую обсемененность имеет сбивной бисквит «Яблочный». Это объясняется тем, что бисквит «Яблочный» содержит КЯС, который обладает антибактериальным действием и в определенной мере тормозит развитие патогенной микрофлоры. Следовательно, использование КЯС и СЦМ в технологии сбивных мучных кондитерских изделий способствуют повышению микробиологической безопасности.

Определена пищевая и биологическая ценность, удовлетворение суточной потребности человека в макро - и микронутриентах при употреблении сбивных бисквитов, %: по калию - 40; кальцию – 95; магнию - 50; фосфору - более 100; железу – 29,21; витаминам группы В – 18-80; витамину С – 16. Биологическая ценность повышается для бисквита «Молодушка» до 71 %, бисквита «Яблочный» - до 84,9 %; антиоксидантная активность бисквитов повышается в 1,76 и 2,83 раза, энергетическая ценность снижается на 426 и 668 кДж соответственно. При этом гарантированный срок хранения разработанных бисквитов «Молодушка» и «Яблочный» – 7 сут при температуре (18 ± 2) °С и относительной влажности воздуха не более 75 %. Мучные кондитерские изделия, рецептура которых исключает яичный меланж, позволяют снизить массовую долю холестерина на 97 %, придать изделиям диетические свойства.

При использовании механического способа разрыхления теста сокращаются технологические затраты, существенно интенсифицируется технологический процесс, значительно сокращаются производственные площади предприятия. Длительность всего технологического процесса производства бисквитов сокращается на 50 %, повышается выход продукции на 10 %, снижается себестоимость готовой продукции.

Основные выводы и результаты

1. Применение тритикалевой муки сорта «Укро» сеяной, КЯС, ЦСМ и ЯСЭ весьма целесообразно для повышения пищевой и биологической ценности, в производстве сахарного печенья и сбивных бисквитов.

2. Высокие органолептические, физико-химические свойства сахарного печенья имеют максимальную стабильность эмульсии при дозировке ЯСЭ 60-100 %.

3. Математическая формализация исследований показала наилучшие параметры приготовления сбивных бисквитов: «Яблочный» - $x_1=730$ об/мин, $x_2=43$ с при минимальной объемной массе $y_1=0,4862$ г/см³ и максимальном удельном объеме сбивного бисквита $y_2=182,62$ см³/г; «Молодушка» - $x_3=760$ об/мин; $x_4=46$ с при $y_3=0,5594$ г/см³ и $y_4=180,5$ см³/г; массовой доли сахара - $x_5=89$ % и жира $x_6=41$ % при $y_5=0,4980$ г/см³, и $y_6=180,2$ см³/г.

4. Антиокислительная активность составила для сахарного печенья «Звездочетик» - 0,0052 мг/г; «Солнышко» - 0,0058 мг/г. Самое большее значение антиокислительной активности было в бисквите «Яблочный» - 14,02 мг/100 г с концентрированным яблочным соком. Антиокислительная активность в процессе хранения снизилась для бисквита «Молодушка» в 3,2 раза, для бисквита «Яблочный» - в 2,1 раза, а для контрольного образца - в 8,6 раз. Гарантированный срок хранения разработанных бисквитов «Молодушка» и «Яблочный» – 7 сут при температуре (18±2) °С и относительной влажности воздуха не более 75 %.

5. Сахарное печенье повышенной пищевой и биологической ценностью обеспечивает суточную норму потребления %: по калию - 3-9; кальцию – 1,0-5,5; магнию - 10,0-34,5; фосфору - 20-50%; железу – 3-37; витаминам группы В – 2-40. Биологическая ценность повысилась для сахарного печенья «Звездочетик» до 71,1 %, «Солнышко» до 67 %, энергетическая ценность снизилась на 365 и 1527,16 кДж соответственно. Гарантированный срок хранения разработанных сахарного печенья «Звездочетик» и «Солнышко» – 3 месяца при температуре (18±2) °С и относительной влажности воздуха не более 75 %.

6. Употребление 100 г бисквита удовлетворяет среднесуточную потребность организма %: по калию - 40; кальции – на 95; магнию - на 50; фосфору - более 100; железу – 29,21; витамину С – 16, витаминами группы В – 18-80. Биологическая ценность повышается для бисквита «Молодушка» до 71 %, «Яблочный» - до 84,9 %; энергетическая ценность снижается на 426 и 668 кДж соответственно.

7. Гравиметрически подтверждена достоверность уменьшение влаги в сахарном печенье из тритикалевой муки сорта «Укро» с добавлением ячменно-солодового экстракта по сравнению с контролем на 2,7 % (в 1,3 раза). В сбивном бисквите «Яблочный» летучих аминов на 4 % больше, чем в пробе «Молодушка». Мякиши этих сбивных бисквитов по аминному составу идентичны. Особенности состава РФФ в сбивных бисквитах зависят от природы применяемых пищевых добавок с одновременным обогащением химического состава.

8. Разработаны и научно обоснованы технологии обогащенных сбивных бисквитов и сахарного печенья. Они позволяют уменьшить себестоимость готовых изделий, увеличить производительность на 10-12 %, сократить технологический процесс на 50 %.

9. Доказана экономическая эффективность предлагаемых технологий: ожидаемый экономический эффект от реализации 1 т/год сбивного бисквита «Молодушка» составит 19,156 тыс. р., от сбивного бисквита «Яблочный» – 18,202 тыс. р., печенье «Звездочетик» - 5,91 тыс. р., печенье «Солнышко» - 3,72 тыс. р.

Статьи в научных журналах, рекомендованных ВАК:

1. Магомедов, Г. О. Разработка технологии сбивных мучных кондитерских изделий повышенной пищевой ценности с применением тритикалевой муки / Г. О. Магомедов, **А. И. Шапкарина**, Т. Н. Малютина, Н. Ю. Сиротенко // Вестник ВГУИТ. – 2016. - № 1. - С. 106-109. (лично соискателем - 0,12 п. л.).
2. Магомедов, Г. О. Изменение показателей качества сахарного печенья из тритикалевой муки в процессе хранения / Г. О.Магомедов, **А. И. Шапкарина**, Н. П. Зацепилина, В. Н. Горбунов, А. А. Журавлев // Хлебопродукты. – 2016. - № 10. - С. 62-65.(лично соискателем - 0,06 п. л.).

Статьи в журналах и сборниках материалов конференций»

- Журнал «Кондитерское производство» – 1;
- Журнал «Russian Journal of agriculture and socio-economic sciences ISSUE» -1;
- Международной научно-технической конференции – 5;
- Международной научно-практической конференции – 4;
- Международная конференция – 1;
- Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием – 1;
- Отчетные научные конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ – 4;
- Студенческие научные конференции -2.

Изобретения

Пат. № 2583617 РФ, МКП А21D 13/08 Способ производства мучных кондитерских изделий / Г. О. Магомедов, А. И. Шапкарина, Т. Н. Малютина, Т. Н. Межова; заявитель и патентообладатель Воронеж. гос. ун-т инж. технол. № 2015103951; заяв. 06.02.2015; опубл. 10.05.2016, Бюл. № 13.

Пат. № 2681679 РФ, МПК А21D 13/02.Способ производства сбивного бисквита на основе тритикалевой муки / Г. О.Магомедов, Н. П. Зацепилина, Е. Э. Дзантиева, А. И. Шапкарина, З. М. Алиева; заявитель и патентообладатель Воронеж. гос. ун-т инж. технол. - № 2017139780; заяв. 15.11.2017; опубл. 12.03.2018, Бюл. № 8.

Подписано в печать 11.06.2019. Формат 60×84 ¹/₁₆.

Усл. печ. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ 44 .

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (ФГБОУ ВО «ВГУИТ»)

Отдел полиграфии ФГБОУ ВО «ВГУИТ»

Адрес университета и отдела полиграфии

394036, Воронеж, пр. Революции, 19