

На правах рукописи



Брыксина Кристина Вячеславовна

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ ФРУКТОВОЙ И ОВОЩНОЙ ПАСТ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ СВЧ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ ИХ В
ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Специальность 4.3.3. Пищевые системы

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Мичуринск - 2023

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Мичуринский государственный аграрный университет».

Научный руководитель:

доктор технических наук, доцент
Перфилова Ольга Викторовна
профессор кафедры продуктов питания, товароведения и технологии переработки продукции животноводства
ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор
Пономарева Елена Ивановна
профессор кафедры технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств
ФГБОУ ВО «ВГУИТ»

доктор технических наук, доцент
Садыгова Мадина Карипулловна
профессор кафедры технологии продуктов питания
ФГБОУ ВО Вавиловский университет

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»

Защита состоится 06 октября 2023 г. в 15⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета 35.2.022.02, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Мичуринский государственный аграрный университет», по адресу: 393760, Тамбовская обл., г. Мичуринск, ул. Интернациональная, 101, зал заседаний диссертационных советов (ауд. 1/206), тел./факс (47545)3-88-13, доб. 3-82, e-mail: dissov@mgau.ru.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ и на сайте университета <https://www.mgau.ru>, а также на официальном сайте ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации: <https://vak.minobrnauki.gov.ru/main>.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью организации, с указанием индекса, почтового адреса, телефона, электронной почты и сайта организации, фамилии, имени, отчества лица, подготовившего отзыв, просим направить ученому секретарю диссертационного совета.

Автореферат разослан « ___ » _____ 2023 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат технических наук



Криволапов Иван Павлович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Одним из приоритетных направлений государственной политики России является формирование системы здорового питания населения, что отражено в Стратегии повышения качества пищевой продукции Российской Федерации до 2030 года, и подразумевает под собой ресурсосберегающую переработку сельскохозяйственного сырья, создание безопасных и качественных продуктов питания, в том числе функционального назначения.

Разработка инновационных технологий производства функциональных продуктов питания с применением новых видов растительных добавок, характеризующихся высокой пищевой и антиоксидантной ценностью, адаптированных к особенностям нарушения обмена веществ, благоприятно влияющих на функциональное состояние органов пищеварения и метаболические процессы в организме, является одним из перспективных направлений в решении проблем улучшения здоровья населения и предупреждения развития алиментарных заболеваний. Согласно статистическим данным, в 2021 году доля болезней органов пищеварения из числа зарегистрированных заболеваний у больных с диагнозом, установленном впервые в жизни, составила 15,6%, болезней эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ - 4,7%.

Одной из основных причин патологических изменений в организме человека, приводящих к преждевременному старению и развитию ряда болезней, в том числе особо опасных социально значимых, является избыточное накопление в биологических жидкостях кислородных свободных радикалов и активных форм кислорода из-за негативного воздействия окружающей среды. Большое количество свободных радикалов в организме приводит к окислительному стрессу. Антиоксиданты блокируют вредное воздействие на организм свободных радикалов и оказывают благотворный эффект на организм человека. Поэтому так важно, чтобы рацион питания был сбалансирован не только по белкам, жирам и углеводам, но и был источником антиоксидантов, что возможно благодаря включению в его состав фруктов, овощей, трав и продуктов их переработки.

Хлеб, изготовленный по традиционным технологиям, рекомендуется для здорового питания, но для различных групп населения имеются ограничения, связанные с его составом, а для профилактики таких заболеваний, как диабет, ожирение и другие алиментарные болезни необходимо внесение функциональных ингредиентов. Поэтому создание функциональных хлебобулочных изделий является актуальным.

Перед отечественной пищевой промышленностью стоит актуальная задача, заключающаяся в разработке функциональных продуктов питания, предназначенных для выравнивания функций организма, в том числе за счет разработки рецептур и технологии хлеба с добавками, полученными из растительного сырья с применением СВЧ-нагрева, являющегося современным методом переработки, обеспечивающим высокую сохранность термолабильных водорастворимых антиоксидантов.

Научная работа осуществлялась в рамках следующих проектов: конкурс «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» («УМНИК»), областной конкурс «Грант для поддержки молодых ученых 2018 года», грант Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых - докторов наук.

Степень разработанности темы исследования. Большой вклад в разработку научных основ производства хлебобулочных изделий с использованием функциональных растительных ингредиентов внесли отечественные ученые: Л.Я. Ауэрман, Г.О. Магомедов, О.В. Перфилова, Б.А. Баранов, И.Т. Кретов, Р.З. Григорьева, Л.И. Казанская, Т.Б. Цыганова, С.Я. Корячкина, Г.Г. Дубцов, О.И. Ильина, А.А. Кочеткова, И.В. Матвеева, А.П. Нечаев, Л.П. Пащенко, Р.Д. Поландова, Л.И. Пучкова, Т.В. Савенкова, З.Г. Скобельская, Л.Н. Шатнюк и др.

В производстве хлебобулочных изделий прослеживается устойчивая тенденция по

применению продуктов переработки растительного сырья, что делает необходимым исследование по комплексу физиологически активных ингредиентов, в том числе антиоксидантам, малоиспользуемых фруктов, овощей, трав и полуфабрикатов на их основе, при производстве которых главным принципом является применение современных методов переработки, отвечающих требованиям максимального сохранения функциональных компонентов.

Имеющиеся данные подтверждают важную роль различных видов растительных полуфабрикатов как источников природных физиологически активных ингредиентов в создании широкого ассортимента хлебобулочных изделий, однако недостаточно представлено исследований по влиянию на пищевую и антиоксидантную ценность готового полуфабриката комбинированного сочетания в его рецептуре фруктов, овощей и трав. В связи с этим проблема ресурсосбережения за счет вовлечения нетрадиционного растительного сырья в процесс получения комбинированных полуфабрикатов с применением СВЧ-обработки для обеспечения максимального содержания природных антиоксидантов и создание хлебобулочных изделий с их применением является актуальным, а необходимость ее решения представляется важной и практически значимой, так как направлена на решение задач, сформулированных в «Стратегии повышения качества пищевой продукции в РФ до 2030 года», в части производства пищевой продукции нового поколения.

Цель и задачи исследования

Цель. Разработка научно обоснованных технологических решений производства паст на основе фруктов, овощей и трав с использованием СВЧ-обработки, обеспечивающих повышение содержания антиоксидантов в свободной форме, и хлеба функционального назначения с их применением.

К задачам исследования относятся:

1. исследование фруктов, овощей и трав на содержание природных антиоксидантов;
2. исследование влияния СВЧ-обработки в сравнении с традиционными способами на физико-химические, органолептические показатели и антиоксидантную ценность продуктов переработки фруктов, овощей и трав, определение оптимальных способов и режимных параметров;
3. определение качественного состава пектиновых веществ и количественного содержания антиоксидантов при оптимальных режимных параметрах СВЧ-обработки фруктов, овощей и трав;
4. разработка рецептур и технологий фруктовой и овощной паст с повышенным содержанием природных антиоксидантов с применением СВЧ-обработки, определение показателей качества, обоснование сроков их хранения;
5. определение влияния фруктовой и овощной паст на физико-химические, органолептические и реологические показатели качества ржано-пшеничного теста без применения дрожжей хлебопекарных и готового хлеба, выбор оптимальной дозировки добавок и способа их внесения;
6. исследование влияния фруктовой и овощной паст на пищевую и антиоксидантную ценность ржано-пшеничного хлеба, изменение его свойств при хранении и выбор оптимального срока годности;
7. оценка относительной безопасности и биотической ценности ржано-пшеничного хлеба;
8. разработка рецептур и технологии ржано-пшеничного хлеба с фруктовой и овощной пастами без применения дрожжей хлебопекарных для функционального питания;
9. оценка экономической эффективности нового ассортимента ржано-пшеничного хлеба функционального назначения;
10. разработка нормативно-технической документации на новые виды фруктовой и овощной паст и ржано-пшеничного хлеба с их применением, проведение опытно-промышленной апробации.

Научная новизна. Впервые исследовано и научно обосновано применение СВЧ-обработки в технологии производства фруктового пюре из плодов рябины обыкновенной и боярышника обыкновенного, овощного пюре из капусты брокколи и перца сладкого, порошков из листьев мяты перечной и шишек хмеля обыкновенного, используемых в качестве полуфабрикатов при получении паст.

Установлены зависимости по суммарному содержанию антиоксидантов в продуктах переработки рябины, боярышника, капусты брокколи, перца сладкого, листьев мяты, шишек хмеля (пюре, порошки), полученных с применением СВЧ-обработки, от значений мощности, температуры и времени.

Получены уравнения регрессии, описывающие зависимости суммарного содержания антиоксидантов в фруктовом, овощном пюре и в порошках из трав соответственно от температуры и мощности СВЧ-нагрева, при оптимальных параметрах которых достигается максимальный выход антиоксидантов в свободной форме.

Установлен частичный переход нерастворимых форм пектина в растворимые во фруктовом, овощном пюре и порошках из трав, полученных с применением СВЧ-нагрева, по сравнению с исходным сырьем, что обуславливает увеличение проницаемости клеточных мембран, приводящее к увеличению содержания антиоксидантов в свободной форме.

Теоретически обоснована целесообразность применения СВЧ-нагрева при производстве пюре из плодов рябины, боярышника, капусты брокколи, перца сладкого и порошков из листьев мяты, шишек хмеля, обеспечивающей высокую сохранность витамина С, β-каротина и флавоноидов по сравнению с традиционными бланшированием и конвективным способом сушки соответственно.

Установлены зависимости антиоксидантной ценности, вязкости и органолептических свойств фруктовой и овощной паст от рецептурного соотношения соответственно рябинового, боярышникового пюре, порошка из листьев мяты и пюре из перца сладкого, капусты брокколи, порошка из шишек хмеля.

В работе дана теоретическая аргументация применения, полученных по разработанной технологии фруктовой и овощной паст в производстве ржано-пшеничного хлеба без применения дрожжей хлебопекарных с целью расширения ассортимента хлебобулочных изделий для функционального питания.

Получены зависимости качества ржано-пшеничного теста и хлеба по физико-химическим, реологическим и органолептическим показателям качества от дозировки фруктовой и овощной паст и способа их внесения.

Получены новые данные по биотестированию разработанных видов ржано-пшеничного хлеба с инфузориями *Paramecium caudatum*, которые показали увеличение их стресс-устойчивости и генеративной функции по сравнению с организмами, культивируемыми на контрольном субстрате из традиционного хлеба.

Новизна технических решений разработанных способов производства растительных полуфабрикатов подтверждена 3 патентами на изобретения РФ.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость заключается в научном обосновании целесообразности разработки хлебобулочных изделий с повышенным содержанием физиологически активных ингредиентов фруктовой и овощной паст, полученных с применением СВЧ-нагрева.

Практическая значимость. Разработаны и теоретически обоснованы новые технологии получения фруктовой и овощной паст на основе пюре из рябины, боярышника, перца сладкого, капусты брокколи и порошков из листьев мяты и шишек хмеля с применением СВЧ-нагрева, которые предлагаются для внедрения в консервное производство.

Данное технологическое решение дает возможность расширить природно-ресурсный потенциал антиоксидантов и повысить их содержание во фруктовой и овощной пастах.

В результате проведенных исследований обосновано практическое применение

фруктовой и овощной паст в технологии ржано-пшеничного хлеба без применения дрожжей хлебопекарных, что позволяет расширить ассортимент хлебобулочных изделий функционального назначения и увеличить их срок годности с 36 ч до 48 ч без применения консервантов.

Проведена опытно-промышленная апробация предлагаемых технологий в условиях АО «Знак хлеба» (Саратовская область, г. Саратов), ИП Ларионова С.Г. (Тамбовская область, г. Тамбов), которая подтвердила полученные положительные результаты научных экспериментов.

Разработана и утверждена в ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ нормативно-техническая документация (НТД): СТО 00493534-001-2021 «Пасты: фруктовая и овощная», СТО 00493534-002-2022 «Изделия хлебобулочные из смеси ржаной и пшеничной муки с фруктовой и овощной пастами для функционального питания».

Материалы диссертации задействованы в учебном процессе, а именно используются в лекционном курсе дисциплины (модуля) «Технология продуктов питания функционального назначения», обучающихся по направлению подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания.

Методология и методы исследования. Методологической основой исследований явился системный анализ технологии производства хлебобулочных изделий с повышенным содержанием физиологически активных ингредиентов растительного сырья. В соответствии с выбранной методологией решается задача выбора и обоснования получения и применения фруктовых и овощных полуфабрикатов в технологии хлебобулочных изделий функционального назначения с повышенным содержанием антиоксидантов.

При проведении экспериментальных исследований применялись общепринятые и специальные методы исследования. Лабораторные и производственные исследования проводились с использованием современных электронных и механических установок и приборов. Обработка экспериментальных данных проводилась с использованием программ «Microsoft Excel» и «Statistic».

Основные положения, выносимые на защиту

Совокупность результатов комплексной оценки антиоксидантной ценности плодов рябины, боярышника, перца сладкого, капусты брокколи, листьев мяты, шишек хмеля.

Теоретическое обоснование влияния СВЧ-нагрева плодов рябины, боярышника, перца сладкого, капусты брокколи, листьев мяты и шишек хмеля на процесс увеличения содержания и сохранности водорастворимых антиоксидантов в продуктах их переработки (пюре, порошки).

Теоретическое и экспериментальное обоснование влияния различных способов термической обработки при производстве фруктового, овощного пюре и порошков из трав на количественный и качественный состав антиоксидантов.

Научно обоснованные рецептуры и технологии фруктовой и овощной паст, обеспечивающие высокое содержание в них функциональных ингредиентов.

Технологические решения по разработке новых видов ржано-пшеничного хлеба функционального назначения с добавлением в рецептуру фруктовой или овощной паст и исключением из нее дрожжей хлебопекарных.

Совокупность экспериментальных данных по определению антиоксидантной ценности и химического состава фруктовой и овощной паст и ржано-пшеничного хлеба с их применением в аспекте функциональной ценности.

Соответствие темы диссертации паспорту научной специальности. Диссертационное исследование соответствует п. 4, 11, 13 паспорта специальности 4.3.3. Пищевые системы.

Степень достоверности и апробация работы. Степень достоверности полученных результатов диссертационного исследования подтверждается анализом патентной информации согласно теме работы, постановкой экспериментов в соответствии с целью и

задачами, использованием современных методов анализа, актами производственных испытаний. Результаты исследования, представленные в диссертации, подтверждаются обоснованными экспериментальными данными, наглядно изображенными в виде таблиц или рисунков. Математическую обработку результатов эксперимента проводили путем статистической обработки экспериментальных данных.

Основные положения диссертационной работы доложены на заседаниях кафедр «Технология производства, хранения и переработки продукции растениеводства», «Продукты питания, товароведение и технология переработки продукции животноводства»; заседаниях Ученого совета Плодоовощного института им. И.В. Мичурина; международных, всероссийских научно-практических конференциях, форумах, фестивале науки, конкурсах: (Мичуринск-научоград РФ, 2016-2022), (Тамбов, 2014, 2016, 2021), (Курск, 2017), (Самара, 2017). Результаты работы демонстрировались на Всероссийской выставке День садовода (Мичуринск-научоград РФ, 2022) и выставке, посвященной празднованию Дня промышленности Тамбовской области (Тамбов, 2022).

Личный вклад автора

Диссертационная работа является обобщением научных исследований, проведенных в период с 2014-2022 гг. лично автором и/или при его непосредственном участии.

Публикации

Материалы и результаты диссертационного исследования опубликованы в 32 научных работах (14,71 п.л., авторских 5,68 п.л.), в том числе 4 статьи в журналах, входящих в базу данных Scopus (3,02 п.л., авторских 0,85 п.л.), 9 статей в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России (5,06 п.л., авторских 1,85 п.л.), из них 4 входят в RSCI (2,25 п.л., авторских 0,88 п.л.), 16 статей и материалов конференций (5,50 п.л., авторских 2,53 п.л.), 3 патента на изобретения РФ (1,13 п.л., авторских 0,45 п.л.).

Структура и объем работы

Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения и приложений. Список литературы включает 217 наименований отечественных и зарубежных авторов, содержит 60 таблиц и 41 рисунок.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель, задачи исследования, изложены научная новизна, теоретическая и практическая значимость результатов работы, основные положения, представленные к защите.

В **первой главе «Теоретические основы применения СВЧ-обработки при производстве пищевых продуктов и использования нетрадиционных растительных ингредиентов в технологии хлебобулочных изделий»** обозначена актуальность разработки хлебобулочных изделий для здорового питания с применением нетрадиционных растительных ингредиентов; проанализирована роль антиоксидантов, блокирующих воздействие свободных радикалов, в жизнедеятельности организма человека; исследованы перспективы применения СВЧ-обработки при производстве пищевых продуктов; изучена пищевая ценность растительного сырья, подобраны ингредиенты для производства ржано-пшеничного хлеба функционального назначения, обладающие высокой антиоксидантной ценностью.

Во **второй главе «Характеристика объектов и методов исследований, постановка эксперимента»** представлена структурная схема и описание организации проведения эксперимента (рисунок 1), приведена характеристика объектов, методов исследований в соответствии с целью и задачами работы.

Объектами исследования при проведении экспериментальной работы являлись: рябина обыкновенная сорта «Сорбинка»; боярышник мягковатый сорта «Огни Мичуринска»; капуста брокколи F₁ «Фиеста»; перец сладкий сорта «Колобок»; листья мяты перечной; шишки хмеля обыкновенного; фруктовая паста; овощная паста; пробы теста из

ржаной обдирной муки и пшеничной муки первого сорта без применения дрожжей хлебопекарных пресованных с использованием фруктовой, овощной паст и выпеченные из них изделия.

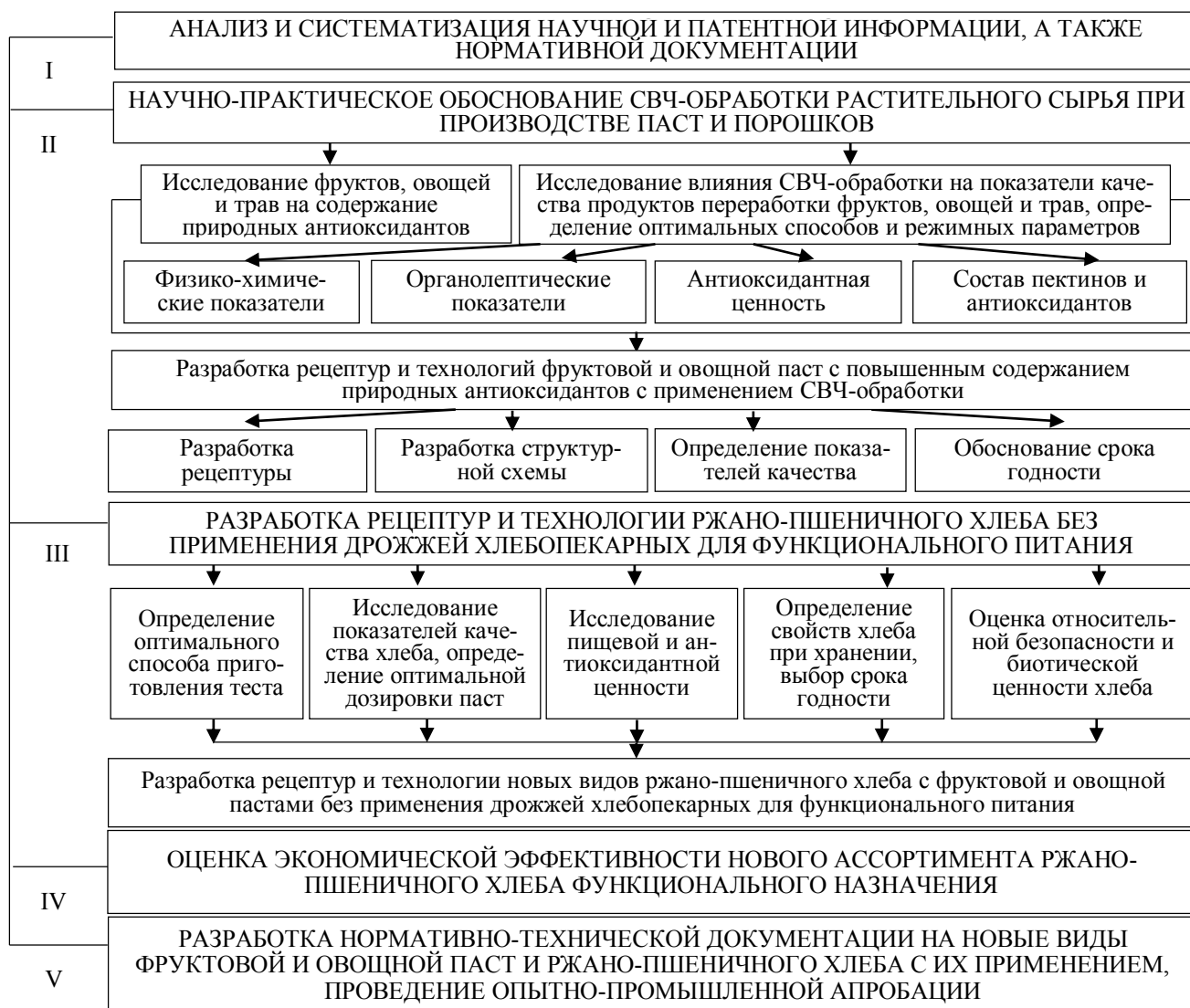


Рисунок 1 - Структурная схема проведения исследований

В третьей главе «Научно-практическое обоснование СВЧ-обработки растительного сырья при производстве паст» определена целесообразность применения СВЧ-обработки растительного сырья.

По результатам исследований суммарного содержания антиоксидантов (ССА) амперометрическим методом на приборе Цвет Язуз 01-АА (по кверцетину) изучаемые растительные объекты выстраиваются по убыванию в следующем порядке: листья мяты (277,0 мг/100г) > перец сладкий (174,7 мг/100г) > шишки хмеля (95,9 мг/100г) > плоды рябины (76,7 мг/100г) > капуста брокколи (71,0 мг/100г) > плоды боярышника (64,0 мг/100г), при массовой доле сухих веществ 24,5, 9,4, 26,3, 22,7, 10,1, 20,1% соответственно.

Определение содержания вторичных растительных соединений и витамина С, обладающих антиоксидантным действием, показало, что высокое содержание флавоноидов (антоцианы, флавонолы, катехины) выявлено у листьев мяты - 609,0 мг/100г, плодов боярышника - 411,6 мг/100г, шишек хмеля - 339,6 мг/100г и плодов рябины - 245,7 мг/100г. По наличию β-каротина отличились листья мяты, плоды рябины и перец сладкий, значения которого равняются 7,3, 3,5 и 3,4 мг/100г соответственно. Наибольшее значение витамина С характерно для перца сладкого и капусты брокколи, где оно составило 284,9 мг/100г и 85,7 мг/100г соответственно.

Для производства полуфабрикатов (пюре, порошки) из растительных объектов исследована возможность использования СВЧ энергии с целью повышения их пищевой ценности. Выбор оптимальных режимных параметров СВЧ-нагрева фруктов и овощей в начале осуществляли по результатам исследования влияния различной температуры нагрева при постоянной мощности 700 Вт на содержание сухих веществ (СВ) и суммарное содержание антиоксидантов в готовом пюре (рисунки 2 и 3).

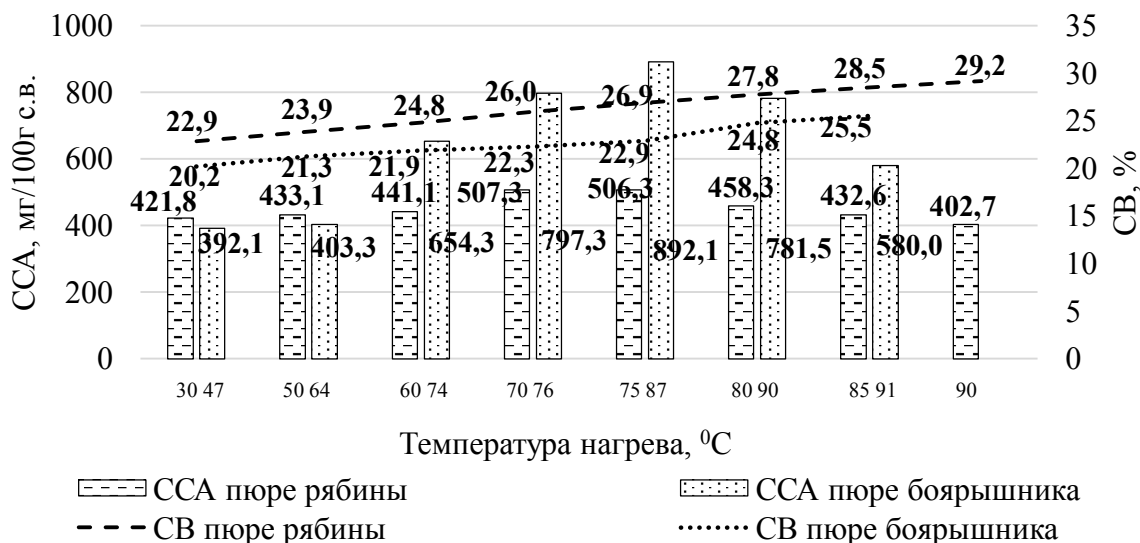


Рисунок 2 - Влияние температуры СВЧ-нагрева плодов рябины и боярышника на содержание СВ и ССА в готовом пюре

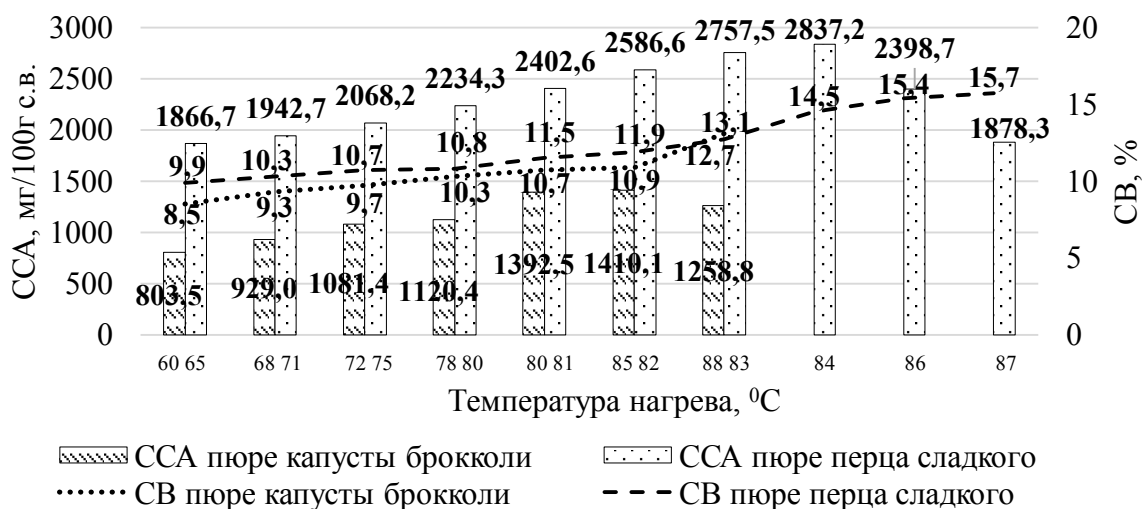


Рисунок 3 - Влияние температуры нагрева капусты брокколи и перца сладкого на содержание СВ и ССА в готовом пюре

Установлено, что с увеличением температуры нагрева плодов рябины, боярышника, капусты брокколи и перца сладкого до 70, 87, 85, 84 °C наблюдается повышение ССА до максимальных значений 507,3, 892,1, 1410,1, 2837,2 мг/100г с.в., при показателях удельной работы и времени обработки 560 Вт/г·с и 80 с, 700 Вт/г·с и 100 с, 1260 Вт/г·с и 180 с, 1680 Вт/г·с и 240 с соответственно.

С помощью регрессионного анализа получены уравнения, описывающие зависимость ССА в пюре от температуры нагрева для:

$$\text{плодов рябины: } y = -0,0046x^3 + 0,7672x^2 - 38,658x + 1015,9;$$

$$\text{плодов боярышника: } y = -0,0652x^3 + 13,455x^2 - 888,47x + 19198;$$

$$\text{капусты брокколи: } y = -0,3793x^2 + 77,196x - 2499,8;$$

$$\text{перца сладкого: } y = -3,1871x^2 + 521,89x - 18929.$$

Результаты исследований влияния различной мощности СВЧ-нагрева фруктов и овощей на суммарное содержание антиоксидантов представлены на рисунках 4 и 5.

При СВЧ-нагреве плодов рябины и боярышника, капусты брокколи и перца сладкого характерна следующая тенденция - чем ниже мощность нагрева, тем в меньшей степени увеличивается суммарное содержание антиоксидантов. Данный факт можно объяснить тем, что с увеличением мощности СВЧ-нагрева растительных объектов уменьшается время их нагрева до температуры 70-87 °С (при которой происходит мацерация тканей, необходимая для производства пюре) в среднем в 2-3 раза, в результате увеличивается сохранность термолабильных антиоксидантов, а также происходит процесс инактивации ферментов, разрушающих антиоксиданты.

Установлены оптимальные режимные параметры СВЧ-обработки фруктов и овощей, при которых достигаются лучшие органолептические показатели и максимальное увеличение показателя ССА по сравнению со свежим сырьем, для:

- пюре из плодов рябины: мощность - 700 Вт, удельная работа - 560 Вт/г·с, время - 80 с (ССА увеличивается в 1,5 раза, СВ - в 1,2 раза);

- пюре из плодов боярышника: мощность - 700 Вт, удельная работа - 700 Вт/г·с, время - 100 с (ССА увеличивается в 2,8 раза, СВ - в 1,1 раза);

- пюре из капусты брокколи: мощность - 560 Вт, удельная работа - 1260 Вт/г·с, время - 225 с (ССА увеличивается в 2,4 раза, СВ - в 1,1 раза);

- пюре из перца сладкого: мощность - 560 Вт, удельная работа - 1680 Вт/г·с, время - 300 с (ССА увеличивается в 1,7 раза, СВ - в 1,5 раза).

Выбор оптимальных режимных параметров сушки в поле СВЧ трав осуществлен по результатам исследования влияния различной мощности на содержание СВ и ССА в готовых порошках (рисунок 6).

При сушке в поле СВЧ, несмотря на закономерный процесс термического разрушения термолабильных биологически активных веществ, суммарное содержание антиоксидантов сохраняется на уровне выше, чем в образцах свежей мяты и шишках хмеля, то есть в процессе воздействия энергии СВЧ высвобождается большее количество антиоксидантов, чем их разрушается при сушке.

С помощью регрессионного анализа получены уравнения, описывающие зависимость суммарного содержания антиоксидантов в порошках от мощности нагрева для:

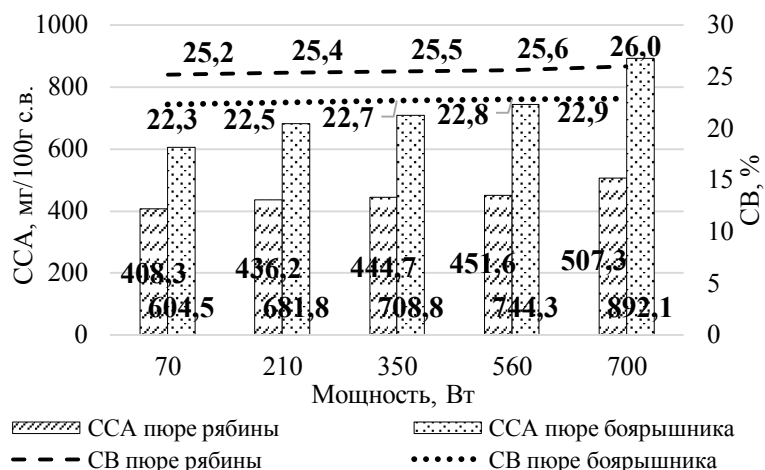


Рисунок 4 - Влияние различной мощности СВЧ-нагрева плодов рябины и боярышника на содержание СВ и ССА в пюре при удельной работе 560 Вт/г·с и 700 Вт/г·с соответственно

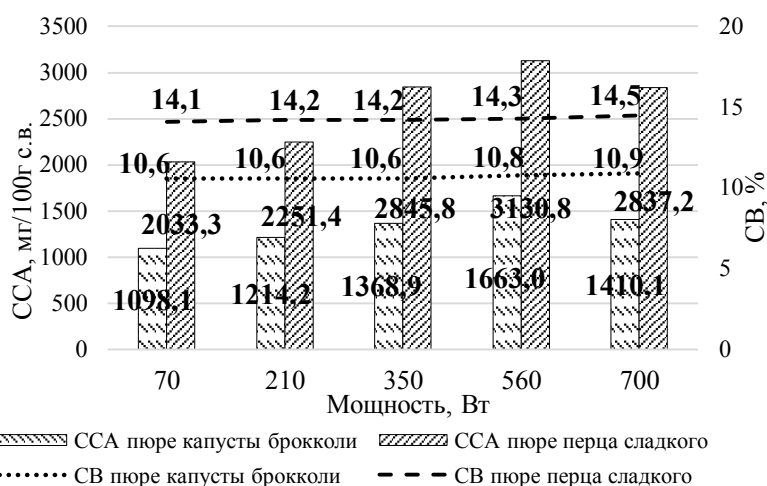


Рисунок 5 - Влияние различной мощности СВЧ-нагрева капусты брокколи и перца сладкого на содержание СВ и ССА в пюре при удельной работе 1260 Вт/г·с и 1680 Вт/г·с соответственно

листьев мяты: $y = -0,0052x^2 + 5,4702x + 194,9$;

шишек хмеля: $y = 0,5667x + 318,9$.

Экспериментально установлены оптимальные режимы сушки в поле СВЧ трав, при которых достигаются лучшие органолептические показатели и наблюдается максимальное увеличение показателя ССА по сравнению со свежим сырьем, для:

- порошка из мяты: мощность - 560 Вт, удельная работа - $126 \cdot 10^2$ Вт/г·с, время - 2250 с (ССА увеличивается в 1,5 раза, СВ - в 3,7 раза);

- порошка из хмеля: мощность - 700 Вт, удельная работа - $54,6 \cdot 10^2$ Вт/г·с, время - 780 с (ССА увеличивается в 1,9 раза, СВ - в 3,5 раза).

Применение СВЧ-обработки при оптимальных режимных параметрах позволяет увеличить сохранность антиоксидантов (по кверцетину) в пюре из рябины, боярышника, капусты брокколи, перца сладкого по сравнению с бланшированием соответственно в 1,4, 2,3, 1,4, 1,4 раза и в порошках из листьев мяты и шишек хмеля по сравнению с конвективной сушкой в 2,1, 2,9 раза соответственно, что обусловлено сокращением времени нагрева с 180 до 80 с, 300 до 100 с, 480 до 225 с, 600 до 300 с, 9000 до 2250 с, 5400 до 780 с и происходящими в процессе СВЧ-нагрева разрушением клеточных структур и плазмолизом.

При воздействии на растительный материал СВЧ-энергии происходят процессы разрушения протопектина и структурного белка экстенсина клеточных стенок, в результате чего увеличивается их проницаемость, растительная ткань мацерируется, становится рыхлой, мягкой. Разрушение клеточного строения сопровождается также явлением плазмолиза. Разрывы клеточных мембран нарушают обменные взаимосвязи между клеточными компонентами, основательно изменяя роль клеточной жидкости центральной вакуоли растительных клеток, в которой содержатся растворимые в воде антиоксиданты. В результате повышается коэффициент внутренней диффузии, вследствие чего увеличивается концентрация водорастворимых антиоксидантов в свободной форме, что подтверждается полученными результатами исследований по увеличению показателей ССА при СВЧ-нагреве растительного сырья.

Установлено преимущество СВЧ-обработки фруктов, овощей и трав по сравнению с традиционными способами по количественному содержанию витамина С, β -каротина и флавоноидов, увеличение которых составило в 1,07-17,98 раз.

При СВЧ-нагреве фруктов, овощей и трав количественных изменений по общему содержанию пектиновых веществ не выявлено, однако в результате гидролиза протопектина меняется их качественный состав и количественное соотношение между протопектином и водорастворимым пектином, что обуславливает увеличение проницаемости клеточных мембран для антиоксидантов (рисунок 7).

Содержание водорастворимого пектина в пюре из рябины, боярышника, капусты брокколи, перца сладкого и порошках из листьев мяты, шишек хмеля, полученных с использованием энергии СВЧ, по сравнению со свежим сырьем соответственно увеличивается с 46,8 до 60,0%, 11,9% до 22,4%, с 47,2% до 59,5%, 23,7% до 39,9%, 32,6% до 45,2%, 43,8% до 56,3% от суммарного содержания пектинов.

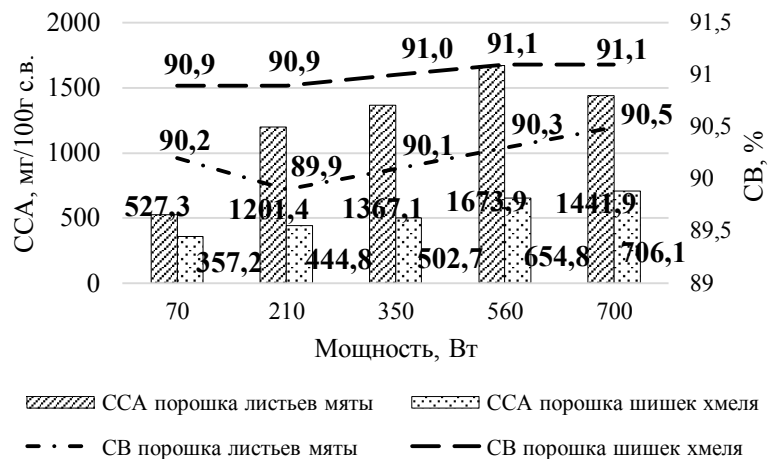


Рисунок 6 - Влияние различной мощности СВЧ-нагрева листьев мяты и шишек хмеля на содержание СВ и ССА в порошках

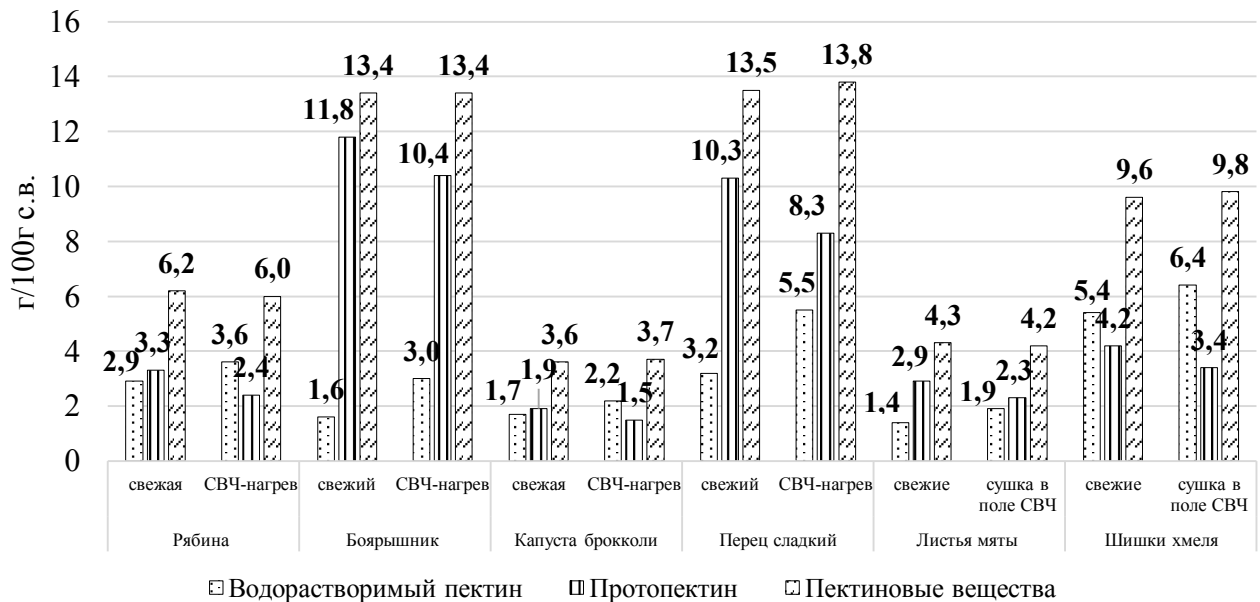


Рисунок 7 - Влияние оптимальных технологических параметров СВЧ-нагрева фруктов, овощей и трав на количественный и качественный состав пектиновых веществ в пюре и порошках

Разработано инновационное технологическое решение переработки плодов рябины, боярышника, капусты брокколи, перца сладкого, листьев мяты, шишек хмеля в пасты (рисунок 8).

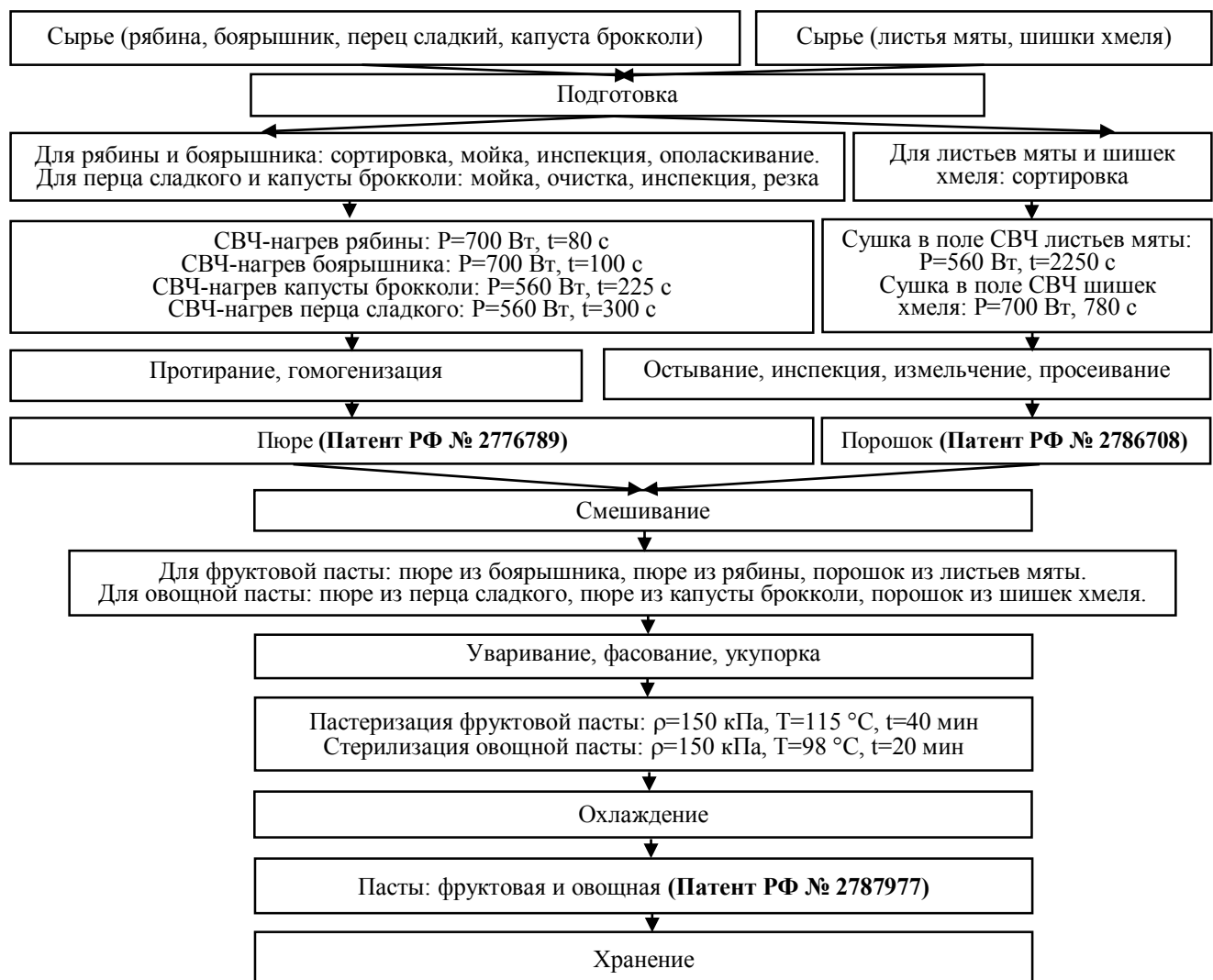


Рисунок 8 - Технологический процесс производства фруктовой и овощной паст

В основу разработанных новых видов фруктовой и овощной паст легли следующие рецептурные соотношения ингредиентов, при которых достигаются высокие органолептические показатели, максимальная антиоксидантная ценность (175,3 и 340,5 мг/100г), содержание сухих веществ (27,49 и 25,31%) и оптимальные значения вязкости (190 и 113 Па·с), на 100 кг: пюре из боярышника 57 кг, пюре из рябины 38 кг, порошок из листьев мяты - 5 кг и пюре из перца сладкого - 57 кг, пюре из капусты брокколи - 38 кг, порошок из шишек хмеля - 5 кг.

Проведена оценка пищевой и энергетической ценности разработанных фруктовой и овощной паст. Антиоксидантная ценность зависит от вида пасты. Употребление 100г фруктовой или овощной паст восполняет физиологическую потребность организма человека в витамине С, β -каротине и флавоноидах соответственно на 66,18-334,91%, 87,80-82,40% и 305,40-54,01%. Фруктовая и овощная пасты в количестве 100 г восполняют физиологическую потребность организма человека в клетчатке соответственно на 16,28 и 20,40%, пектиновых веществах - 50,60 и 52,40%.

Среди минеральных веществ фруктовая и овощная пасты являются источником кальция, марганца и восполняют потребность организма человека по этим элементам соответственно на 31,64-24,63% и 38,50-54,00%.

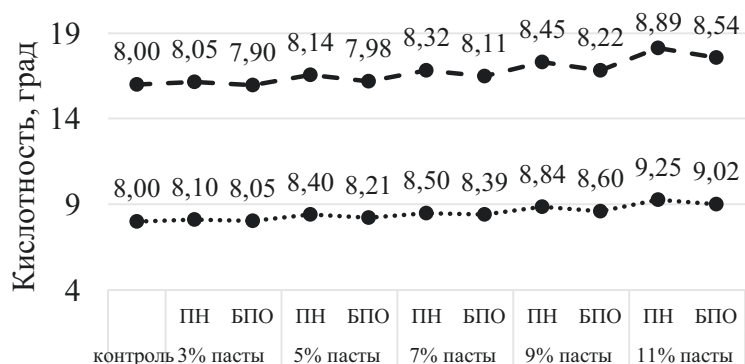
Результаты микробиологических исследований позволяют рекомендовать срок годности фруктовой и овощной паст - 12 месяцев при температуре от 0 до 20 °С. При таком сроке годности и условиях хранения фруктовая и овощная пасты остаются безопасными и соответствуют требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

В четвертой главе «Разработка рецептур и технологии ржано-пшеничного хлеба функционального назначения без применения дрожжей хлебопекарных» исследована возможность использования фруктовой и овощной паст в технологии ржано-пшеничного хлеба в дозировках 3-11 % к массе муки по рецептуре.

В эксперименте установлено, что в образцах теста на закваске с использованием фруктовой и овощной паст после набухания в воде в течение 5 минут (ПН) более интенсивное кислотонакопление, чем с пастами в нативном виде без предварительной обработки (БПО) (рисунок 9). Данный факт обусловлен переходом в воду большего количества аминокислот, содержащихся в пастах, являющихся питательной средой для роста молочнокислых бактерий, а также наличием собственных органических кислот в пастах, при этом по сравнению с контрольным образцом значения кислотности, влажности и вязкости теста с фруктовой и овощной пастами увеличились соответственно на 10,50-5,62, 0,26-0,37 и 64,40-71,88%. Результаты исследований влияния способа тестоведения на качество готового хлеба представлены на рисунках 10-11.

Выявлена положительная корреляция кислотности и пористости хлеба от дозировки паст с 3 до 11%, при которой максимальный рост значений отмечен при предварительном набухании паст и составил соответственно на 1,40-12,36 и 1,19-3,71% с фруктовой пастой, 0,30-9,70 и 0,88-3,97% с овощной пастой по сравнению с контрольным образцом.

Методом регрессионного анализа получены уравнения, описывающие зависимость показателя кислотности от концентрации пасты:



—●— Тесто с овощной пастой ···●··· Тесто с фруктовой пастой

Рисунок 9 - Кислотность теста с добавлением фруктовой и овощной паст

фруктовой: $y = 0,074x + 6,34$;

овощной: $y = 0,055x + 6,28$.

Наивысшие значения формоустойчивости и удельного объема хлеба были достигнуты внесением 9% фруктовой и овощной паст с ПН, рост которых по сравнению с контролем составил на 17,3 и 20,4%, 7,5 и 12,5% соответственно.

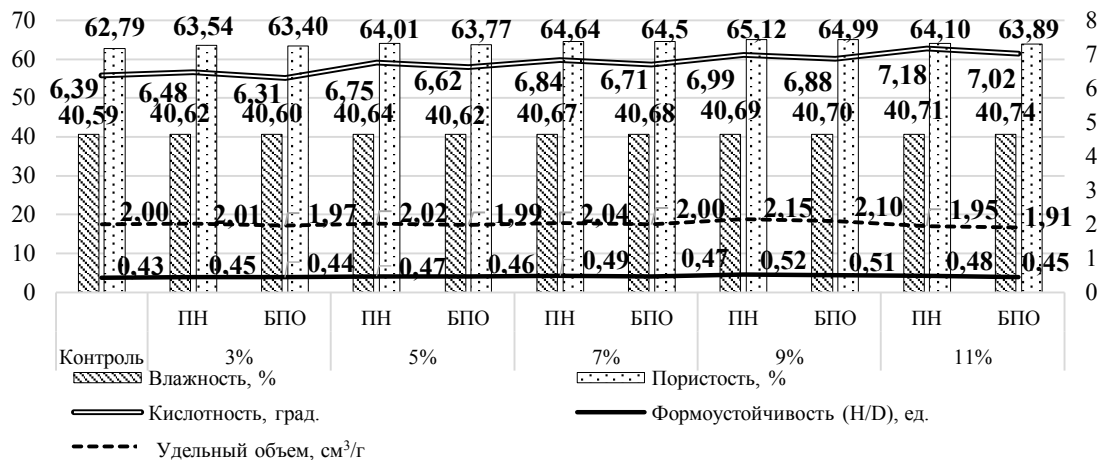


Рисунок 10 - Зависимость физико-химических показателей качества ржано-пшеничного хлеба от дозировки и способа введения фруктовой пасты

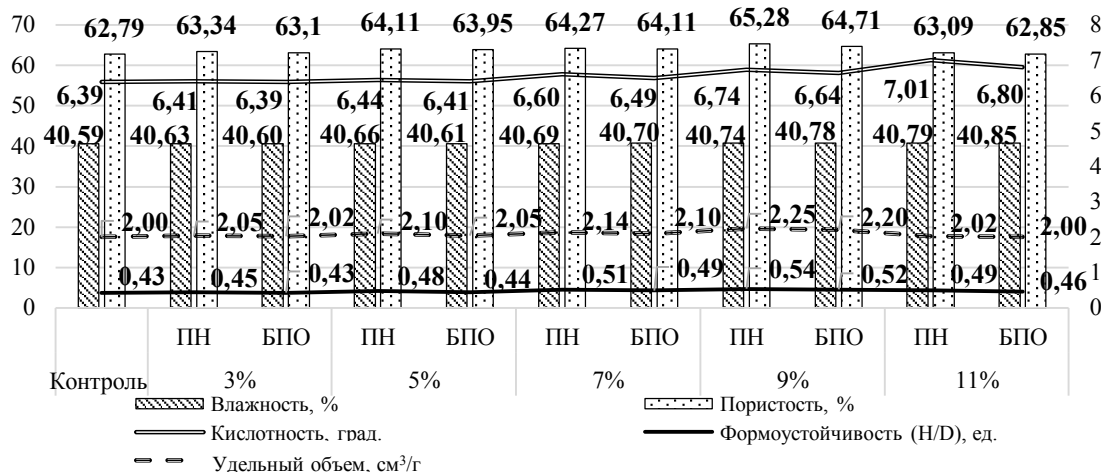


Рисунок 11 - Зависимость физико-химических показателей качества ржано-пшеничного хлеба от дозировки и способа введения овощной пасты

Хлеб с 9% фруктовой и овощной паст выгодно отличается от контроля наличием аромата и привкуса, присущих мяте и фруктам, хмелю и овощам, входящим в состав пасты, мякиш хлеба приобретает медовый цвет с красновато-розовым оттенком и медово-коричневый цвет соответственно (рисунок 12).

Сравнительная оценка цветиметрических характеристик показала, что в хлебе с добавлением фруктовой и овощной паст ось светлости уменьшается, преобладает коричневый цвет (L), таким образом, наиболее светлый мякиш у контрольного образца хлеба. Мякиш ржано-пшеничного хлеба с фруктовой и овощной пастами отличался от контроля более высоким содержанием красного (a) и желтого оттенков (b), соответственно на 6,5-31,6% и 0,2-9,1%.

На основании проведенных исследований установлена оптимальная дозировка фрукто-

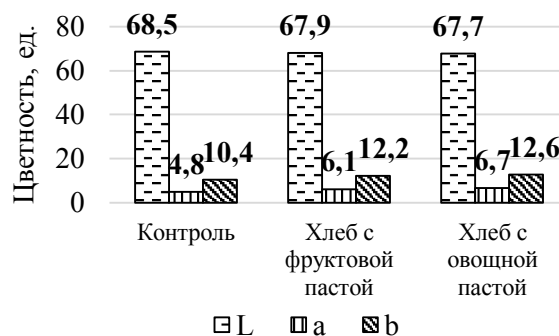


Рисунок 12 - Зависимость изменения цвета мякиша хлеба от вида пасты

вой и овощной паст в рецептуре ржано-пшеничного хлеба без применения дрожжей хлебопекарных - 9% к массе муки.

Хлеб с 9% фруктовой и овощной паст отличался от контроля повышением содержания антиоксидантов (по кверцетину) с 34,80 до 45,23 мг/100г и 49,85 мг/100г соответственно, а также наличием витамина С (3,31 и 10,20 мг/100г), β -каротина (0,22 и 0,20 мг/100г) и флавоноидов (6,75 и 38,18 мг/100г), из функциональных ингредиентов в хлебе содержатся пищевые волокна и флавоноиды (с овощной пастой) в количествах, удовлетворяющих физиологическую потребность организма человека соответственно на 16,37-16,60% и 15,27%.

Хлеб с фруктовой и овощной пастами на протяжении 72 часов хранения без упаковки в лабораторных условиях при температуре воздуха 20-25 °С имел стабильный уровень качества по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям с учетом коэффициента резерва. По результатам комплексной оценки с учетом сохранения потребительских свойств, антиоксидантной ценности и безопасности в соответствии с требованиями ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» установлен оптимальный срок годности хлеба - 48 часов.

Исследования относительной безопасности и биотической ценности ржано-пшеничного хлеба с 9% фруктовой и овощной паст методом биотестирования с простейшими *P. Caudatum* показали отсутствие биоцидного действия и увеличение генеративной функции по сравнению с контролем. У инфузорий, инкубированных в среде с ржано-пшеничным хлебом с фруктовой и овощной пастами при соотношении 1:1000, отмечено увеличение стресс-фактора (раствор натрия хлорида 10%) до 0,6, 0,5, 0,4 см³ и 0,5, 0,5, 0,4 см³ соответственно по сравнению с контрольным образцом (0,4 см³), что говорит об увеличении сопротивляемости тест-организмов, при этом относительная биологическая ценность хлеба с пастами превосходит контроль соответственно в 1,16 и 1,42 раза.

На основании результатов исследований физико-химических, органолептических и реологических показателей качества ржано-пшеничного теста без применения дрожжей хлебопекарных и готового хлеба разработаны рецептуры и технологическая схема производства новых видов хлеба «Фруктовое настроение» (9% фруктовой пасты) и «Овощная гармония» (9% овощной пасты).

В пятой главе «Оценка экономической эффективности производства ржано-пшеничного хлеба функционального назначения» рассчитано, что предприятие за год сможет дополнительно получить 284,32 и 305,81 тыс. руб. прибыли на годовой объем производства - 68,5 тонн каждого вида хлеба. Прибыль от выпуска 1 т хлеба «Фруктовое настроение» и «Овощная гармония» составит соответственно 9444,04 и 9757,84 руб., уровень рентабельности - 23 и 24%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Плоды рябины, боярышника, капуста брокколи, перец сладкий, листья мяты и шишки хмеля могут выступать в качестве дополнительного источника природных антиоксидантов: витамина С (18,7-284,9 мг/100г), β -каротина (0,6-7,3 мг/100г), антоцианов (3,5-206,9 мг/100г), флавонолов (26,8-492,3 мг/100г) и катехинов (0,5-86,1 мг/100г) при производстве растительных полуфабрикатов и пищевых продуктов с их применением для функционального питания.

2. Установлены оптимальные значения удельной работы СВЧ-нагрева растительного сырья, при которых наблюдается максимальное увеличение суммарного содержания антиоксидантов (на 48,05-180,18%) в полуфабрикатах (пюре из фруктов и овощей, порошки из трав) по сравнению со свежим сырьем, наряду с достижением высокого качества по органолептическим и физико-химическим показателям для: плодов рябины - 560 Вт/г·с; плодов боярышника - 700 Вт/г·с; капусты брокколи - 1260 Вт/г·с; перца сладкого - 1680 Вт/г·с; листьев мяты - $126 \cdot 10^2$ Вт/г·с; шишек хмеля - $54,6 \cdot 10^2$ Вт/г·с. Выявлено преимущество СВЧ-нагрева над бланшированием и конвективной сушкой растительного

сырья, при котором содержание антиоксидантов в полуфабрикатах выше на 36,74-188,44%. Применение СВЧ-нагрева при производстве пюре из плодов рябины, боярышника, капусты брокколи, перца сладкого и порошков из листьев мяты и шишек хмеля способствует увеличению содержания витаминов и флавоноидов, являющихся природными антиоксидантами: витамина С - в 1,15-1,81 раза, β-каротина - в 1,07-1,53 раза, антоцианов - в 1,07-3,87 раза, флавонолов в 1,12-1,56 раза и катехинов в 1,07-17,98 раз по сравнению с традиционными способами обработки.

3. При СВЧ-обработке растительного сырья качественные изменения в содержании пектиновых веществ проявляются в увеличении содержания водорастворимого пектина в среднем на 1,29-5,67 раз по сравнению со свежим сырьем, что обуславливает повышение проницаемости клеточных мембран и содержания водорастворимых антиоксидантов в свободной форме.

4. Разработаны рецептуры и технологии фруктовой (пюре из рябины и боярышника, порошок из листьев мяты) и овощной паст (пюре из капусты брокколи и перца сладкого, порошок из шишек хмеля) с применением СВЧ-нагрева. Фруктовая и овощная пасты характеризуются высоким содержанием (более 15% от суточной потребности) функциональных ингредиентов: клетчатки, пектиновых веществ, витамина С, β-каротина, флавоноидов, кальция и марганца, что позволяет использовать их при производстве продуктов питания функционального назначения. С учетом коэффициента резерва, микробиологических и органолептических показателей установлен срок годности фруктовой и овощной паст - 12 месяцев.

5. Определена оптимальная дозировка фруктовой и овощной паст в рецептуре ржано-пшеничного хлеба без применения дрожжей хлебопекарных в количестве 9% к массе муки с предварительным набуханием в воде, позволяющая улучшить качество изделий по органолептическим, физико-химическим и реологическим показателям качества. Использование фруктовой и овощной паст приводит к увеличению показателей кислотности и вязкости теста, характеризующих его готовность и качество, соответственно на 10,50-5,62% и 64,40-71,88% по сравнению с контролем. Качество готового ржано-пшеничного хлеба с фруктовой или овощной пастой выше, чем у контроля на 9,39-5,48% по кислотности, 0,25-0,37% по пористости, 20,93-25,58% по формоустойчивости, 7,50-12,50% по удельному объему.

6. Новые виды ржано-пшеничного хлеба без применения дрожжей хлебопекарных рекомендуются для здорового, в том числе функционального питания, так употребление 100 г хлеба с 9% фруктовой или овощной пасты удовлетворяет физиологическую потребность организма человека в пищевых волокнах на 16,37% и 16,60%, флавоноидах - 2,7-15,27% соответственно. Применение фруктовой и овощной паст в технологии ржано-пшеничного хлеба позволяет пролонгировать срок годности с 36 ч до 48 ч при сохранении высоких показателей качества и соответствии требованиям ТР ТС 021/2011.

7. Экспертиза новых видов хлеба методом биотестирования с простейшими *P. Caudatum* показала, что они не обладают биоцидным действием и, соответственно, являются малоопасными продуктами, их относительная биологическая ценность превосходит контроль. Введение в культуральную среду субстратов, полученных на основе образцов ржано-пшеничного хлеба без применения дрожжей хлебопекарных с фруктовой и овощной пастами при соотношении 1:1000, приводит к максимальному увеличению стресс-устойчивости организмов при воздействии раствора натрия хлорида 10% в объемах от 0,4 до 0,6 см³, тогда как максимальное количество стресс-фактора, которое выдерживали контрольные тест-организмы, составило 0,4 см³.

8. Разработаны рецептуры и технология новых видов ржано-пшеничного хлеба без применения дрожжей хлебопекарных с добавлением фруктовой и овощной паст: «Фруктовое настроение» и «Овощная гармония».

9. Определена ожидаемая экономическая эффективность от производства новых видов хлебобулочных изделий, которая составит: для хлеба «Фруктовое настроение» - 9444,04 руб., для хлеба «Овощная гармония» - 9757,84 руб. на 1 т готовой продукции.

10. Разработаны проекты нормативной документации СТО 00493534-001-2021 «Пасты: фруктовая и овощная», СТО 00493534-002-2022 «Изделия хлебобулочные из смеси ржаной и пшеничной муки с фруктовой и овощной пастами для функционального питания». Проведена производственная апробация новых видов ржано-пшеничного хлеба функционального назначения в условиях АО «Знак хлеба» (Саратовская область, г. Саратов) и ИП Ларионова С.Г. (Тамбовская область, г. Тамбов).

Рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы

1. Разработанные технологии и рецептуры фруктовой, овощной паст с высоким содержанием функциональных ингредиентов, в том числе антиоксидантов, и ржано-пшеничного хлеба с их применением рекомендуются к использованию на предприятиях консервной и хлебопекарной промышленности.

2. Результаты научных исследований будут взяты за основу при разработке широкой линейки хлебобулочных изделий, направленных на здоровое питание, с применением фруктовой и овощной паст как по отдельности, так и в комбинации друг с другом с целью обеспечения наряду с расширением вкусовых характеристик эффекта синергизма в отношении антиоксидантной ценности готового продукта, включение которого в рацион питания человека будет способствовать укреплению его резистентности к неблагоприятным факторам окружающей среды.

3. Материалы научных исследований будут задействованы в учебном процессе, а именно - в лекционных курсах дисциплин «Пищевые добавки функционального назначения», «Технология продуктов функционального питания» и практике НИР обучающихся по направлению подготовки 19.04.04 Технология и организация общественного питания, профилю - Технология продуктов функционального и профилактического питания.

Список работ, опубликованных по материалам диссертации

Статьи в зарубежных журналах, входящих в базу данных Scopus

1. Bryksina, K. V. Prospects for the use of fruit enhancers in bakery technology for healthy diet / K. V. Bryksina, O. V. Perfilova, E. I. Popova // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. - Michurinsk, 2021. - P. 012091.

2. Perfilova, O. V. Advantages of microwave heating when processing broccoli into a semi-finished product for baking / O. V. Perfilova, K. V. Bryksina, E. P. Ivanova [et al.] // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. - Tashkent: IOP Publishing Lt, 2022. - Vol. 1112. - P. 012052.

3. Perfilova, O. V. Development of an innovative technological solution for processing european rowan / O. V. Perfilova, K. V. Bryksina, E. P. Ivanova, N. Yu. Tolstova // International Journal of Mechanical Engineering. - 2021. - Vol. 6. - № 3. - P. 161-166.

4. Perfilova, O. V. A comparative study of the chemical composition and antioxidant value of fruits and vegetables / O. V. Perfilova, K. V. Bryksina // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. - Michurinsk, 2021. - P. 012082.

Статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки РФ

1. Брыксина, К. В. Исследование влияния овощной пасты на технологические свойства и качество бездрожжевого теста / К. В. Брыксина // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК - продукты здорового питания. - 2022. - № 3. - С. 144-151.

2. Брыксина, К. В. Расширение ассортимента хлебобулочных изделий с функциональной направленностью / К. В. Брыксина // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. - 2017. - № 4. - С. 65-69.

3. Парусова, К. В. Способ производства хлеба ржано-пшеничного с функциональными добавками для здорового питания / К. В. Парусова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. - 2016. - № 4. - С. 70-74.

4. Парусова, К. В. Рецептуры и технологии обогащения ржано-пшеничного хлеба природ-

ными антиоксидантами / К. В. Парусова, В. Ф. Винницкая // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. - 2015. - № 4. - С. 86-90.

5. Перфилова, О. В. Инновационная технология фруктовой пасты и ее применение в хлебопечении / О. В. Перфилова, К. В. Брыксина, Е. П. Иванова, Н. Ю. Толстова // Пищевая промышленность. - 2022. - № 10. - С. 55-58.

6. Перфилова, О. В. Технология производства овощной пасты - источника физиологически активных ингредиентов для хлеба / О. В. Перфилова, К. В. Брыксина // Пищевая промышленность. - 2022. - № 11. - С. 38-41.

7. Перфилова, О. В. Перспективы применения СВЧ-нагрева при переработке плодов рябины обыкновенной / О. В. Перфилова, К. В. Брыксина, Е. П. Иванова, Н. Ю. Толстова // Пищевая промышленность. - 2021. - № 10. - С. 60-63.

8. Перфилова, О. В. Экспериментальные исследования по изучению изменения антиоксидантной ценности мяты перечной при сушке в поле СВЧ / О. В. Перфилова, К. В. Брыксина, Е. П. Иванова, Н. Ю. Толстова // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК - продукты здорового питания. - 2021. - № 3. - С. 172-176.

9. Уланова, И. Г. Разработка продукта функционального назначения - хлеба ржано-пшеничного с добавками растительного происхождения / И. Г. Уланова, И. К. Каранян, К. В. Парусова // Вопросы питания. - 2014. - Т. 83. - № 23. - С. 201.

Статьи и материалы конференций

1. Брыксина, К. В. Изучение влияния порошка капусты брокколи на физико-химические показатели качества хлеба / К. В. Брыксина, Н. Ю. Толстова // Наука и Образование. - 2022. - Т. 5. - № 2.

2. Брыксина, К. В. Исследование качества ржано-пшеничного теста в зависимости от дозировки фруктовой пасты / К. В. Брыксина, О. В. Перфилова // Наука и Образование. - 2022. - Т. 5. - № 1.

3. Брыксина, К. В. Возможность применения хмеля обыкновенного в технологии хлебобулочных изделий функционального назначения / К. В. Брыксина, О. В. Перфилова, Е. П. Иванова, Е. И. Попова, Н. Ю. Толстова // Наука и Образование. - 2021. - Т. 4. - № 2.

4. Брыксина, К. В. Перспективы использования нетрадиционного растительного сырья при производстве функциональных продуктов питания / К. В. Брыксина, О. В. Перфилова // Наука и Образование. - 2020. - Т. 3. - № 4. - С. 126.

5. Брыксина, К. В. Использование перца сладкого в производстве хлебобулочных изделий функционального назначения / К. В. Брыксина, О. В. Перфилова // Наука и Образование. - 2020. - Т. 3. - № 4. - С. 254.

6. Брыксина, К. В. Перспективы применения природных антиоксидантов в технологии продуктов для здорового питания / К. В. Брыксина, Н. В. Казьмина, К. А. Волынщикова // Наука и Образование. - 2018. - Т. 1. - № 1. - С. 54.

7. Парусова, К. В. Инновации в ассортименте ржано-пшеничного хлеба с функциональными фруктовыми и овощными добавками / К. В. Парусова, В. Ф. Винницкая // Агротехнологические процессы в рамках импортозамещения : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения заслуженного работника высшей школы РФ, доктора с.-х. наук, профессора Ю. Г. Скрипникова, Мичуринск, 25-27 октября 2016 года. - Мичуринск : Общество с ограниченной ответственностью «БИС», 2016. - С. 264-267.

8. Парусова, К. В. Применение функциональных добавок с высокой антиоксидантной активностью в технологии хлеба / К. В. Парусова, В. Ф. Винницкая, О. В. Перфилова, В. А. Бабушкин // Перспективы развития интенсивного садоводства : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной памяти ученого-садовода, доктора сельскохозяйственных наук, профессора, лауреата Государственной премии РФ, заслуженного деятеля науки РСФСР В. И. Будаговского, Мичуринск, 21-22 декабря 2016 года. - Мичуринск : Общество с ограниченной ответственностью «БИС», 2016. - С. 70-73.

9. Парусова, К. В. Разработка инновационной технологии хлебобулочных изделий с плодово-овощными добавками для функционального питания / К. В. Парусова, В. Ф. Винницкая // Инновационные технологии АПК России - 2015 : материалы III конференции в рамках 9-го Международного Биотехнологического Форума-выставки «РосБиоТех-2015», Москва, 30 октября 2015 года / Ассоциация «ТППП АПК». - Москва : Ассоциация «Технологическая платформа «Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК - продукты здорового питания», 2015. - С. 45-48.

10. Парусова, К. В. Исследования в области создания новых видов хлеба функционального назначения с добавками растительного происхождения / К. В. Парусова // Инновационные технологии в производстве функциональных продуктов питания : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Мичуринск, 16-18 декабря 2014 года. - Мичуринск : Общество с ограниченной ответственностью «БИС», 2014. - С. 37.

11. Перфилова, О. В. Влияние фруктовой и овощной паст на органолептические показатели качества ржано-пшеничного хлеба / О. В. Перфилова, К. В. Брыксина, Е. П. Иванова, Н. Ю. Толстова // Наука и Образование. - 2022. - Т. 5. - № 4.

12. Перфилова, О. В. Производство пюре из перца стручкового сладкого и капусты брокколи / О. В. Перфилова, К. В. Брыксина, Е. П. Иванова, Н. Ю. Толстова // Наука и Образование. - 2021. - Т. 4. - № 4.

13. Перфилова, О. В. Технологические особенности производства пюре из боярышника обыкновенного с использованием СВЧ энергии / О. В. Перфилова, К. В. Брыксина, Н. Ю. Толстова // Наука и Образование. - 2021. - Т. 4. - № 4.

14. Перфилова, О. В. Технология порошка из мяты перечной с применением сушки в поле СВЧ / О. В. Перфилова, К. В. Брыксина // Новые концептуальные подходы к решению глобальной проблемы обеспечения продовольственной безопасности в современных условиях : сборник научных статей 9-й Международной научно-практической конференции, Курск, 12 ноября 2021 года / Юго-Западный государственный университет. - Курск : Юго-Западный государственный университет, 2021. - С. 341-344.

15. Перфилова, О. В. Научные и практические основы технологии порошка из шишек хмеля с применением сушки в СВЧ поле / О. В. Перфилова, К. В. Брыксина // Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК : материалы Международной научно-практической конференции, Мичуринск-научоград РФ, 26-28 октября 2021 года. - Мичуринск-научоград РФ : Мичуринский государственный аграрный университет, 2021. - С. 190-192.

16. Перфилова, О. В. Разработка инновационной технологии производства пюре из рябины обыкновенной с применением СВЧ-нагрева / О. В. Перфилова, К. В. Брыксина, Е. П. Иванова, Н. Ю. Толстова // Наука и Образование. - 2021. - Т. 4. - № 2.

Патенты на изобретения

1. Пат. 2776789 Российская Федерация, МПК А23L 21/10. Способ производства пюре из рябины обыкновенной / Перфилова О. В., Брыксина К. В., Иванова Е. П., Толстова Н. Ю. : заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ. - № 2021116717 ; заявл. 07.06.2021 ; опубл. 26.07.2022, Бюл. № 21.

2. Пат. 2786708 Российская Федерация, МПК А23L 3/01. Способ производства порошка из высушенных шишек хмеля обыкновенного в поле СВЧ / Перфилова О. В., Брыксина К. В. : заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ. - № 2021134319 ; заявл. 23.11.2021 ; опубл. 23.11.2021, Бюл. № 36.

3. Пат. 2787977 Российская Федерация, МПК А23L 3/02. Способ производства пасты из капусты брокколи, перца стручкового сладкого и хмеля обыкновенного / Перфилова О. В., Брыксина К. В., Иванова Е. П., Попова Е. И. : заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ. - № 2021136040 ; заявл. 07.12.2021 ; опубл. 07.12.2021, Бюл. № 2.

Отпечатано в типографии
ООО «БиС»

Подписано в печать 01.08.2023 г. Формат 60x84 ¹/₁₆,
Бумага офсетная №1. Усл.печ.л. 1,0
Тираж 100 экз. Ризограф
Заказ № 102