

На правах рукописи



АПАРШЕВА Вера Викторовна

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ
ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ,
ОБОГАЩЕННЫХ РЕГИОНАЛЬНЫМИ
РАСТИТЕЛЬНЫМИ ИНГРЕДИЕНТАМИ**

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

Тамбов – 2016

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет».

Научный руководитель: доктор технических наук, доцент
Дворецкий Дмитрий Станиславович
(ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»)

Официальные оппоненты: *Дерканосова Наталья Митрофановна*
доктор технических наук, профессор
(ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», заведующий кафедрой)

Жаркова Ирина Михайловна
кандидат технических наук, доцент
(ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», доцент)
Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», г. Мичуринск

Защита состоится «23» марта 2016 года в 14.00 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, г. Воронеж, пр-т Революции, 19, конференц-зал.

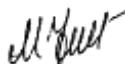
Отзывы на автореферат (в двух экземплярах), заверенные гербовой печатью учреждения, просим присылать ученому секретарю совета Д 212.035.04.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО «ВГУИТ». Полный текст диссертации размещен в сети «Интернет» на официальном сайте ФГБОУ ВО «ВГУИТ» www.vsuet.ru «15» декабря 2015 г.

Автореферат размещен в сети Интернет на официальном сайте Министерства образования и науки РФ по адресу: vak2.ed.gov.ru и на официальном сайте ФГБОУ ВО «ВГУИТ» www.vsuet.ru «20» января 2016 года.

Автореферат разослан «12» февраля 2016 года.

Ученый секретарь совета
по защите диссертаций на соискание ученой
степени кандидата наук, на соискание
ученой степени доктора наук



М. Е. Успенская

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Функционирование и развитие хлебопекарной отрасли направлено на разработку и производство хлебо-булочных изделий, отвечающих современным требованиям науки о питании. Одним из направлений в этой области является использование в рецептурах хлебобулочных изделий полуфабрикатов из растительного сырья, характеризующихся высокой концентрацией полезных веществ.

В качестве обогащающих растительных ингредиентов перспективным является использование местных сырьевых ресурсов, обладающих доступностью, экологической чистотой и широким распространением в регионе. С этой точки зрения внимания заслуживают плоды шиповника и рябины, содержащие витамины, макро- и микроэлементы, пищевые волокна, органические кислоты и другие вещества.

Степень разработанности темы. Совершенствование рецептур хлебобулочных изделий с использованием региональных растительных ингредиентов представляет большой теоретический и практический интерес и создает предпосылки к расширению ассортимента, повышению качества, пищевой и биологической ценности готового продукта.

Значительный вклад в разработку научных основ производства хлебобулочных изделий профилактического назначения внесли: Л. Я. Ауэрман, Н. М. Деркасова, Г. О. Магомедов, Л. П. Пашенко, А. А. Покровский, Е. И. Пономарева, Т. Б. Цыганова, М. Velencia и др.

Целью работы является научное обоснование использования региональных растительных ингредиентов в хлебопечении, их влияния на свойства сырья, полуфабрикатов и готовых изделий.

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

– проведение патентно-информационного поиска по применению нетрадиционного сырья в хлебопечении; обоснование выбора и использования обогащающих растительных ингредиентов;

– оценка физико-химических свойств обогащающих растительных ингредиентов (порошки из плодов шиповника и рябины (ППШ + ППР)), исследование их влияния на свойства сырья и структурно-механические свойства теста;

– определение влияния способов приготовления теста из пшеничной муки и внесения растительных ингредиентов на показатели качества хлебобулочных изделий;

– системный анализ технологии производства хлебобулочных изделий, обогащенных растительными ингредиентами (порошки из плодов шиповника и рябины в смеси с маслом подсолнечным (ППШ + ППР + МП));

- совершенствование технологий хлебобулочных изделий с использованием обогащающих растительных ингредиентов (ППШ + ППР + МП);
- подготовка проекта технической документации на хлебобулочные изделия, обогащенные растительными ингредиентами; промышленная апробация изделий; оценка экономической эффективности.

Научная новизна. Обосновано использование растительных ингредиентов (ППШ+ППР) в хлебопечении, определены их функционально-технологические свойства и влияние на свойства сырья и полуфабрикатов.

Установлены закономерности изменения показателей качества изделий в зависимости от способа внесения и приготовления теста с растительными ингредиентами.

Созданы предпосылки к разработке математической модели и управлению технологическим процессом производства хлебобулочного изделия, обогащенного растительными ингредиентами.

Доказана эффективность применения эмульсии (ППШ + ППР + МП) в рецептуре хлебобулочных изделий.

Новизна технических решений подтверждена патентом РФ № 2465772 «Способ производства хлебобулочного изделия».

Теоретическая и практическая значимость. Теоретическая значимость диссертационной работы обусловлена комплексом исследований, направленных на изучение влияния региональных растительных ингредиентов и способов их внесения.

Разработан способ производства хлебобулочных изделий, предусматривающий внесение ППШ и ППР в виде эмульсии; сокращена продолжительность производственного цикла в среднем на 12%.

Разработаны проекты технической документации (ТУ, ТИ, РЦ) на хлеб «Тамбовская осень» из пшеничной муки и булочку сдобную, обогащенную растительными ингредиентами.

Результаты исследований прошли промышленную апробацию и внедрены на ОАО «Тамбовский хлебозавод», ТОГУП УПЦ «Комбинат школьного питания» (прибыль от реализации 1 т обогащенного хлеба составляет 4062,8 р.; 100 шт. булочки сдобной, обогащенной растительными ингредиентами – 1471 р.).

Материалы диссертации используются в образовательном процессе кафедры «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» ФГБОУ ВПО «ТГТУ» для студентов, обучающихся по направлению 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья» и 19.03.01 «Биотехнология».

Методология и методы исследования. Методологической основой исследования является системный анализ технологии производства хлебобулочных изделий, обогащенных региональными растительными

ингредиентами. В соответствии с выбранной методологией последовательно решаются следующие основные задачи: 1) выбор и обоснование способа внесения растительных ингредиентов в рецептуру хлебобулочных изделий; 2) совершенствование технологий хлебобулочных изделий с использованием региональных растительных ингредиентов.

Научные положения, выносимые на защиту:

– результаты экспериментальных исследований влияния растительных ингредиентов на показатели качества готового продукта, способ их внесения и технологические режимы производства хлебобулочных изделий;

– результаты системного анализа технологии хлебобулочных изделий, обогащенных растительными ингредиентами;

– технологические решения по созданию хлебобулочных изделий, обогащенных растительными ингредиентами, позволяющие сократить продолжительность производственного цикла.

Степень достоверности. Достоверность полученных в диссертации результатов подтверждается: 1) методологической обоснованностью теоретических положений; 2) использованием объективных законов природы и современных математических методов обработки информации в научных исследованиях; 3) воспроизводимостью и согласованностью теоретических результатов с экспериментальными данными, которые получены с использованием современных методов измерения и сертифицированных приборов (получены акты производственных испытаний на двух хлебопечных предприятиях).

Апробация результатов. Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на международных и всероссийских научных конференциях: «Пищевые технологии и биотехнологии» (Казань, 2010), «Прогрессивные технологии и перспективы развития» (Тамбов, 2010), «Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания» (Челябинск, 2010–2011), «Молодежная наука – пищевой промышленности» (Ставрополь, 2011), «Современное хлебопекарное производство: перспективы развития» (Екатеринбург, 2011), «Проблемы техногенной безопасности и устойчивого развития» (Тамбов, 2011–2012), «Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности» (Бийск, 2011), «Инновационные технологии в пищевой промышленности» (Самара, 2011), «Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века» (Краснодар, 2011), «Пищевые инновации и биотехнологии» (Кемерово, 2013), «Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений» (Воронеж, 2013), «Актуальные вопросы развития сферы социального питания» (Тамбов,

2013), «Инновации в технологии продуктов здорового питания» (Калининград, 2015).

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

Публикации результатов работы. По материалам выполненных исследований опубликованы 23 научные работы, в том числе 6 статей в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ; получен 1 патент РФ на изобретение.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти основных глав, выводов, списка используемых источников и приложений. Работа изложена на 169 страницах машинописного текста и содержит 30 таблиц, 33 рисунка и 18 приложений. Список используемых источников включает 156 наименований российских и зарубежных авторов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** сформулирована цель диссертационной работы, обоснована актуальность, ее научная новизна и практическая значимость.

Глава I «**Пищевые ингредиенты, используемые в хлебопечении для обогащения**». Определены тенденции развития производства хлебобулочных изделий; систематизированы литературные данные об использовании пищевых ингредиентов в хлебопечении; дана их характеристика и описаны свойства; обоснована целесообразность выбора плодов шиповника, рябины и масла подсолнечного для обогащения хлебобулочного изделия. На основании проведенного анализа сформулированы задачи диссертационной работы.

Глава II «**Объекты и методы исследований**». В соответствии с целью и задачами работы основными объектами исследования служили: порошки различной дисперсности, изготовленные из высушенного сырья плодов рябины и шиповника; масло подсолнечное; мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта; дрожжи хлебопекарные прессованные; полуфабрикаты и готовые изделия.

Экспериментальные исследования, схема которых представлена на рис. 1, проводились в условиях научно-исследовательской лаборатории кафедры «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»; производственной лаборатории ОАО «Тамбовский хлебозавод», лаборатории ТОГУП УПЦ «Комбинат школьного питания» и аккредитованном испытательном лабораторном центре «Биотест» Московского государственного университета прикладной биотехнологии.



Рис. 1. Схема экспериментальных исследований

При выполнении исследований применяли современные методы анализа, позволяющие определить химический состав, пищевую и биологическую ценность, физико-химические и органолептические показатели исследуемых образцов.

Массовую долю влаги порошков определяли по ГОСТ 28561–90; размер частиц – методом рассеивания на наборе сит; титруемую кислотность – по ГОСТ 25555.0–82; содержание моно- и дисахаридов – по методу Бертрана; содержание белка – по методу Кьельдаля; зольность – по ГОСТ 25555.4–91; содержание аскорбиновой кислоты определяли по ГОСТ 24556–89; содержание β -каротина – колориметрическим методом по Мурри; содержание токоферола – фотоэлектроколориметрическим методом; содержание пищевых волокон – ферментативным методом; содержание кальция – по методу, основанному на распылении раствора минерализата испытуемой пробы в воздушно-ацетиленовом пламени. Органолептические показатели муки пшеничной высшего сорта определяли согласно ГОСТ 27558–87; массовую долю влаги – по ГОСТ 9404–88; водопоглотительную способность муки – по количеству воды, необходимой для замешивания теста из 50 г муки; массовую долю клейковины муки – по ГОСТ 27839–88; упруго-эластичные свойства клейковины оценивали по показателям прибора ИДК-3М; растяжимость клейковины – по линейке; силу муки определяли методом расплываемости шарика теста; титруемую кислотность теста – методом титрования; газообразующую способность – на приборе Яго-Островского; динамическую вязкость теста – на ротационном вискозиметре РВ-8М; адгезионную прочность теста – методом нормального отрыва на текстурном анализаторе СТЗ Texture Analyzer. Подъемную силу дрожжей определяли методом всплывания шарика теста; жизнеспособность дрожжевых клеток – микроскопированием окрашенных препаратов. Удельный объем хлеба, формоустойчивость и крошковатость оценивали по методике Л. И. Пучковой; кислотность – по ГОСТ 5670–96; пористость – по ГОСТ 5669–96; структурно-механические свойства мякиша определяли на АП – 4/2; степень свежести – черствости хлеба оценивали с использованием дифференцированной бальной шкалы оценки свежести-черствости хлеба; массовую долю белка – по методу Кьельдаля; массовую долю сахара – по ГОСТ 5672–68; содержание крахмала определяли с помощью поляриметрического метода; массовую долю жира – по ГОСТ 5668–68; содержание пищевых волокон – ферментативным методом; витаминный состав хлебобулочных изделий – по ГОСТ 24556–89, методом высокоэффективной жидкостной хроматографии; массовую долю минеральных веществ – методом атомно-адсорбционной спектроскопии. Потенциально опасные химические вещества определяли по ГОСТ 30349–96, ГОСТ 26933–86, ГОСТ 26927–86,

ГОСТ 26930–86, ГОСТ 26932–86. Микробиологические показатели хлебобулочных изделий оценивали по ГОСТ 10444.12–13, ГОСТ Р 52816–07, ГОСТ 10444.15–94, ГОСТ Р 52814–07.

Обработку экспериментальных данных проводили с использованием программных продуктов: MatLab 6.3 и MS Office Excel.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

Глава III «**Обоснование использования растительных ингредиентов**». Установлено, что большинство респондентов выбирают изделия из пшеничной муки (61%), а также хлеб из смеси ржаной и пшеничной муки (58%). В среднем 68% опрошенных при покупке хлебобулочных изделий обращают внимание на его свежесть, внешний вид, вкус и аромат. Более половины респондентов проявляют интерес к обогащенным хлебобулочным изделиям, при этом в качестве обогащающего ингредиента наиболее предпочтительным является натуральное овощное и плодое сырье.

В качестве обогащающих растительных ингредиентов были выбраны ППШ и ППР. Исследование органолептических показателей и физико-химического состава подтвердило целесообразность их использования в рецептурах хлебобулочных изделий с целью обогащения последних микронутриентами (табл. 1).

1. Показатели качества растительных ингредиентов

Наименование показателя	Значение показателей	
	порошок из плодов шиповника	порошок из плодов рябины
Внешний вид и цвет	Однородная сыпучая масса оранжевого и темно-оранжевого цвета, без посторонних включений	
Вкус и запах	Слабый фруктовый запах, без посторонних привкусов и запаха	
Массовая доля сухих веществ, %	85,7	89,3
Белки, г	3,40	2,60
Пищевые волокна, г/100 г с.в.	49,68	59,90
Пищевые волокна, г/100 г с.в.	49,68	59,90
Моно- и дисахариды, г	42,10	18,40
Зола, г	2,00	3,20
Аскорбиновая кислота, мг	700,00	50,50
β -каротин (провитамин А), мг	4,90	9,80
Токоферолы, мг	3,80	3,10

С целью установления оптимальных сроков хранения ППШ и ППР проводились исследования динамики изменения массовой доли влаги (без изменений), массовой доли витамина С (потери составили в среднем 13,3%), кислотности (увеличилась в среднем на 3,5%) и микробиологических показателей порошков (не превысили предельно допустимых норм) в течение 12 месяцев. На основании полученных данных рекомендован срок хранения ППШ и ППР в течение 9 месяцев при температуре 18...20 °С и относительной влажности воздуха 65...70%.

Глава IV «Влияние растительных ингредиентов на свойства сырья и полуфабрикатов». Для определения влияния растительных ингредиентов на основные стадии технологического процесса производства хлебобулочных изделий исследовалось их воздействие на свойства сырья и структурно-механические свойства теста.

Установлено, что введение ППШ+ППР (от 1 до 7% к массе муки) привело к снижению клейковины пшеничной муки на 2,8...20,5%. Одновременно с этим наблюдалось снижение ее растяжимости на 3,9...19,4%, увеличение упругих свойств на 0,1...7,5% и повышение водопоглотительной способности пшеничной муки на 2,0...4,0%.

Укрепление клейковины пшеничной муки связано с содержанием в растительных ингредиентах аскорбиновой кислоты, вызывающей окисление сульфгидрильных групп и образование дисульфидных связей-мостиков.

Полученные данные свидетельствуют о возможности применения ППШ+ППР в качестве улучшителя свойств теста, в частности при использовании слабой по силе муки.

Качество готовых изделий напрямую зависит от жизнеспособности бродительной микрофлоры теста и активности протекания процессов брожения.

Исследования показали, что внесение растительных ингредиентов в дозировках 1...7% от массы муки увеличивает количество выделившегося углекислого газа за 300 мин

брожения по сравнению с контролем в 1,1 – 1,2 раза (рис. 2).

Это связано с большим содержанием моно- и дисахаридов в исследуемых порошках. Однако внесение растительных ингредиентов более 5% к массе муки приводит к потере диоксида углерода в связи с ограниченной эластичностью клейковинного каркаса. Поэтому в дальнейших исследованиях количество вносимых порошков ограничили 5%.

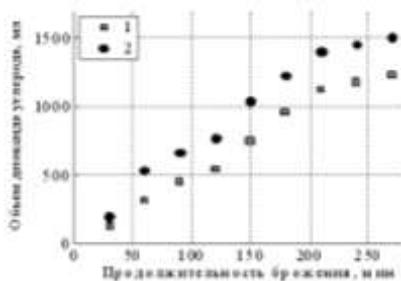


Рис. 2. Динамика газообразования:
1 – контроль; 2 – содержание ППШ и ППР 5% (1:1)

Исследования показали, что внесение растительных ингредиентов (1...5% к массе муки) способствует увеличению по сравнению с контролем подъемной силы хлебопекарных дрожжей на 2,9...17,4% и их жизне-способности в среднем на 11%. Это связано с наличием в составе ППШ и ППР отдельных компонентов (сахара, витамины, минеральные вещества и другие компоненты, служащие дополнительным источником энергии), оказывающих стимулирующее действие на жизнедеятельность дрожжей.

Изучение динамики кислотонакопления теста показало, что внесение растительных ингредиентов приводит к закономерному увеличению титруемой кислотности теста в процессе брожения, что способствует ускорению процессов набухания и пептизации белковых веществ. Следует отметить, что значения показателей кислотности теста порошка с дисперсностью частиц 20...100 мкм и 100...180 мкм отличаются незначительно. Однако, измельчение порошков до частиц менее 100 мкм приводит к повышению энергозатрат на измельчение сырья, а излишнее воздействие мелющих органов на частицы порошка – к потере эссенциальных нутриентов. Измельчение порошков до размера частиц более 180 мкм замедляет процесс кислотонакопления в тесте, частицы труднее набухают, затрудняется перенос растворимых веществ из них, появляются органолептически различимые включения в изделиях. Для предупреждения указанных недостатков в дальнейших исследованиях порошки измельчали до размера частиц 100...180 мкм.

О реологических свойствах опытных образцов теста судили по показателям динамической вязкости, адгезионной прочности и расплываемости шарика теста. Добавление ППШ + ППР в количестве 1...5% к массе муки способствовало снижению показателей расплываемости шарика на 1...6% и адгезионной прочности на 1...15%, повышению показателя динамической вязкости теста на 12...13%. Это, вероятно, связано с процессом адсорбции отдельных компонентов растительных ингредиентов на поверхности крахмальных зерен, в результате чего свободная влага переходит в связанное состояние.

Глава V «Растительные ингредиенты в рецептуре и технологии хлебобулочных изделий». При обогащении хлебобулочных изделий порошкообразными растительными ингредиентами важным условием является выбор способов приготовления теста и технологии их внесения.

Тесто замешивали однофазным и двухфазным способами, ППШ и ППР дисперсностью 100...180 мкм вносили в количестве 1...3% к массе муки. Анализ полученных данных свидетельствует о том, что более высокими показателями качества обладают образцы хлеба с растительными ингредиентами, приготовленные опарным способом, с внесением порошка на стадии замеса теста. Такой способ производства обладает большой технологической гибкостью, что особенно важно при использовании муки с низкими хлебопекарными свойствами.

С целью исследования влияния способа внесения растительных ингредиентов на качество готового продукта растительные ингредиенты добавляли на стадии замеса теста в виде суспензии, эмульсии и в смеси с пшеничной мукой. Контролем служила проба хлеба из пшеничной муки, выпеченная без внесения порошков. Результаты исследований показателей качества хлеба, при различных способах внесения порошков, свидетельствуют об увеличении, по сравнению с контролем, удельного объема в среднем на 19%, пористости на 9%, общей деформации мякиша на 21%.

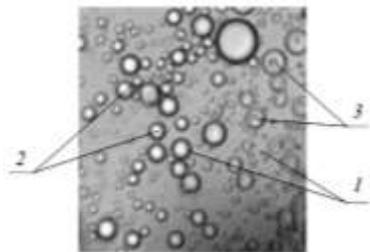


Рис. 3. Микроструктура смеси:

1 – порошки из плодов шиповника и рябины; 2 – масло подсолнечное; 3 – вода

При этом установлено, что более высокие показатели качества имеет хлеб из пшеничной муки, полученный при внесении растительных ингредиентов в виде эмульсии (микрофотография представлена на рис. 3).

Анализ микрофотографии показал, что смесь представляет собой эмульсию, включающую непрерывную водную фазу, фазу капель масла, диспергированных в непрерывной водной фазе, фазу внутренних водяных капель, диспергированных в фазе капель масла и нерастворимых соединений ППШ и ППР, расположенных в фазе капель масла и в непрерывной водной фазе. Часть нерастворимых веществ, содержащихся в ППШ и ППР, адсорбируется на поверхности капель масла.

Внесение растительных ингредиентов в тесто в виде многофазной эмульсии способствует лучшему распределению ингредиентов по объему и получению однородной массы. Капли масла являются транспортным средством, обволакивающим β -каротин, тем самым защищая его от воздействия высоких температур, а также способствуют лучшему усвоению других жирорастворимых витаминов, содержащихся в ППШ и ППР.

С целью получения оценок функционирования технологического процесса производства хлеба из пшеничной муки, обогащенного растительными ингредиентами, на любом уровне декомпозиции был проведен системный анализ технологических стадий его производства. На его основании сформулирован ряд допущений для построения неформальной математической модели и созданы предпосылки к управлению технологическим процессом производства.

Для совершенствования технологий хлебобулочных изделий с использованием ППШ+ППР проводили пробные лабораторные выпечки.

Анализ результатов органолептической оценки хлебобулочных изделий показал, что внесение в рецептуру ППШ+ППР+МП благоприятно сказывается на всех показателях готовых изделий, особенно, вкусе, аромате и пористости. Установлено, что пористость булочки сдобной, обогащенной растительными ингредиентами, увеличивается по сравнению с контролем в среднем на 3,0%, формоустойчивость – на 11,0%, общая деформация мякиша – на 18,0%.

На основе анализа комплекса экспериментальных данных были уточнены режимы отдельных технологических стадий и разработаны технологические схемы производства хлеба из пшеничной муки, обогащенного растительными ингредиентами, и булочки сдобной с внесением ППШ + ППР + МП. Основными преимуществами модернизированных технологий являются: сокращение длительности брожения теста на 39% и 44%, времени окончательной расстойки на 11% и 13%, получение готовых изделий с высокими качественными характеристиками.

С целью быстрого пересчета рецептов хлебобулочных изделий, обогащенных растительными ингредиентами, построены регрессионные математические модели.

В качестве основных факторов, влияющих на пористость хлебобулочных изделий y , % выбраны: концентрация ППШ x_1 , % от массы муки; концентрация ППР x_2 , % от массы муки; концентрация МП x_3 , % от массы муки.

Полученные нелинейные уравнения регрессии (1) (для хлеба из пшеничной муки) и (2) (для булочки сдобной) адекватно описывающие зависимость пористости хлебобулочных изделий от концентрации порошков, имеют вид:

$$y = 62,887 + 12,968x_1 + 10,412x_2 + 0,345x_3 - 3,2x_1x_2 - 2,768x_1^2 - 2,556x_2^2; \quad (1)$$

$$y = 49,104 + 17,708x_1 + 12,582x_2 + 0,345x_3 - 3,2x_1x_2 - 2,892x_1^2 - 1,976x_2^2. \quad (2)$$

Максимальное рассогласование экспериментальных и рассчитанных по моделям (1), (2) данных не превысило 12%.

Для определения влияния ППШ+ППР+МП на сроки хранения хлеба из пшеничной муки проводился анализ его органолептических, физико-химических и микробиологических показателей в процессе хранения. Было отмечено, что средний балл показателя качества свежесточерствости хлеба для контрольного образца снижается на 51,8%, а для образца, обогащенного растительными ингредиентами, – на 31,3%. Это, вероятно, объясняется улучшением реологических свойств теста и показателей качества готового продукта. Входящие в состав ППШ и ППР пектиновые и дубильные вещества увеличивают содержание прочносвязанной влаги, благодаря чему она меньше теряется в процессе хранения хлеба, что также снижает скорость его черствения. Общая деформация сжатия снижается до 36,4% для контрольного образца и до 25,5% для обогащенного.

Установлено, что вносимые растительные ингредиенты способствуют повышению пищевой ценности хлебобулочных изделий (табл. 2), употребление в день 100 г обогащенных хлебобулочных изделий обеспечит степень удовлетворения суточной нормы в среднем: в белках на 12%, жирах 11%, углеводах 16%, пищевых волокнах 21%, витаминах 13%, кальция 3%.

2. Химический состав исследуемых образцов

Наименование пищевых веществ	Рекомендуемая норма потребления	Содержание пищевых веществ в 100 г		Степень удовлетворения суточной потребности, %	
		Хлеб, обогащенный порошком из плодов шиповника и рябины в смеси с маслом подсолнечным	Булочка слоеная, обогащенная порошком из плодов шиповника и рябины в смеси с маслом подсолнечным	Контроль	Обогащенные хлебобулочные изделия
Белки, г	65,00	7,40	7,51	11,7/12,1	11,4/11,6
Жиры, г	70,00	2,67	12,60	1,1/13,4	3,8/8,0
Усвояемые углеводы, г:	320,00	47,78	52,50	15,4/17,2	14,9/16,4
– сахара		1,68	10,30		
– крахмал		46,10	42,20		
Пищевые волокна, г	20,0	3,86	4,30	13,0/11,0	19,3/21,5
Витамины, мг:					
– аскорбиновая кислота	90,00	2,38	3,81	0/0	2,6/4,2
– β-каротин	5,00	0,30	0,49	0/0	6,0/9,8
– токоферол	15,00	1,40	3,30	7,3/20,0	9,3/22,0
Минеральные вещества, мг:					
– кальций	1000,00	23,10	28,50	2,0/2,41	2,3/2,8
Энергетическая ценность, ккал	2500,00	246,00	354,00	9,4/13,4	9,8/14,2

Анализ содержания вредных химических соединений и микробиологических показателей хлеба показал их соответствие требованиям СанПиН 2.3.2.1078–01. При этом установлено положительное влияние растительных ингредиентов на микробиологическую безопасность хлеба из пшеничной муки, что связано с их химическим составом, в частности, содержанием органических кислот (в том числе сорбиновой и парасорбиновой), проявляющих высокую эффективность в качестве консервантов, обладающих бактерицидным и противогрибковым действием.

Проведенные по диссертационной работе исследования позволили сделать следующие выводы:

Выводы

1. Обобщена информация о применении нетрадиционного сырья в производстве хлебобулочных изделий. Обоснована целесообразность применения растительных ингредиентов (порошков из плодов шиповника и рябины).

2. Изучены физико-химические свойства растительных ингредиентов (ППШ и ППР), доказано их положительное влияние на показатели качества муки пшеничной, дрожжей хлебопекарных и структурно-механические свойства теста (происходит укрепление клейковины в среднем на 12%, повышается газообразующая способность на 5%, жизнеспособность дрожжевых клеток на 11% и показатель динамической вязкости на 13%, адгезионная прочность снижается на 8%).

3. Обоснован способ приготовления теста (опарный) и внесения порошков из плодов шиповника и рябины в виде эмульсии, позволяющие улучшить вкус и аромат хлебобулочных изделий, повысить удельный объем в среднем на 21%, формоустойчивость на 16,3% и пористость на 7%, увеличить срок сохранения свежести и повысить микробиологическую устойчивость хлеба до 72 ч. Установлено, что потребление 100 г обогащенных хлебобулочных изделий обеспечит степень удовлетворения суточной нормы: в белках на $\approx 12\%$, жирах $\approx 11\%$, углеводах $\approx 16\%$, пищевых волокнах $\approx 21\%$, витаминах $\approx 13\%$, кальции $\approx 3\%$.

4. Проведен системный анализ технологии производства хлебобулочного изделия, создающий предпосылки к разработке математической модели и управлению процессом производства обогащенных хлебобулочных изделий.

5. Модернизированы технологии хлеба из пшеничной муки и булочки сдобной, обогащенных порошком из плодов шиповника и рябины в смеси с маслом подсолнечным, позволяющие сократить время брожения теста в среднем на 35...40 мин, окончательную расстойку – на 5 мин.

6. Разработана техническая документация на хлебобулочные изделия, обогащенные растительными ингредиентами. Результаты диссертационного исследования внедрены на ОАО «Тамбовский хлебозавод», прибыль от реализации 1 т обогащенного хлеба из пшеничной муки составляет 4062,8 р.; 100 шт. булочки сдобной, обогащенной растительными ингредиентами, – 1471 р.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ

В изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. **Апаршева, В. В.** Порошок из плодов рябины и шиповника в технологии производства пшеничного хлеба [Текст] / В. В. Апаршева, Д. С. Дворецкий // Хлебопечение России. – 2011. – № 4. – 0,16 печ. л. (лично соискателем – 0,1 печ. л.).

2. **Апаршева, В. В.** Совершенствование технологии производства пшеничного хлеба с использованием растительного сырья [Текст] / В. В. Апаршева, Д. С. Дворецкий // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2011. – № 2(33). – 0,48 печ. л. (лично соискателем – 0,3 печ. л.).

3. **Апаршева, В. В.** Оценка влияния порошка из плодов шиповника и рябины на сохраняемость хлебобулочных изделий [Текст] / В. В. Апаршева, Д. С. Дворецкий // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2011. – № 4(35). – 0,26 печ. л. (лично соискателем – 0,21 печ. л.).

4. **Апаршева, В. В.** Порошкообразный продукт из плодов шиповника и рябины в технологии хлебобулочных изделий [Текст] / В. В. Апаршева // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2011. – № 5,6(323 – 324). – 0,19 печ. л. (лично соискателем – 0,19 печ. л.).

5. **Апаршева, В. В.** Влияние порошка из плодов шиповника и рябины на микробиологическую стойкость хлебобулочных изделий [Текст] / В. В. Апаршева // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2011. – № 2, Ч. 2. – 0,28 печ. л. (лично соискателем – 0,28 печ. л.).

6. **Апаршева, В. В.** Композиция растительных ингредиентов в технологии производства хлеба пшеничного [Текст] / В. В. Апаршева // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2015. – № 3. – 0,5 печ. л. (лично соискателем – 0,5 печ. л.).

Статьи и материалы конференций:

7. **Апаршева, В. В.** Влияние порошка из плодов рябины и шиповника на технологический процесс производства хлеба [Текст] / В. В. Апаршева, Д. С. Дворецкий // Пищевые технологии и биотехнологии : сб. тезисов докладов. XI Междунар. конф. молодых ученых. Ч. 1. – Казань : Изд-во «Отечество», 2010. – 0,06 печ. л. (лично соискателем – 0,03 печ. л.).

8. **Апаршева, В. В.** Показатели качества порошка из плодов рябины и шиповника [Текст] / В. В. Апаршева // Прогрессивные технологии и перспективы развития : материалы II-й Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Тамбов : ООО «ГР-принт», 2010. – 0,08 печ. л. (лично соискателем – 0,08 печ. л.).

9. **Дворецкий, Д. С.** Влияние способа внесения порошка из плодов рябины и шиповника на качество хлеба [Текст] / В. В. Апаршева, Д. С. Дворецкий // Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. – Челябинск : ЮУр ГУ, 2010. – 0,1 печ. л. (лично соискателем – 0,04 печ. л.).

10. **Дворецкий, Д. С.** Использование порошка из плодов рябины и шиповника в хлебопечении [Текст] / Д. С. Дворецкий, В. В. Апаршева // Труды Тамбовского государственного технического университета : сб. науч. ст. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2010. – 0,21 печ. л. (лично соискателем – 0,09 печ. л.).

11. **Апаршева, В. В.** Хлеб функционального назначения с использованием порошка из плодов рябины и шиповника [Текст] / В. В. Апаршева // Молодежная наука – пищевой промышленности : материалы II Междунар. науч. конф. Ставрополь : СевКавГТУ, 2011. – 0,16 печ. л. (лично соискателем – 0,16 печ. л.).

12. **Апаршева, В. В.** Применение порошка из плодов рябины и шиповника в производстве хлеба из пшеничной муки [Текст] / В. В. Апаршева // Современное хлебопекарное производство: перспективы развития : материалы XII Всерос. науч.-практ. конф. – Екатеринбург : Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2011. – 0,12 печ. л. (лично соискателем – 0,12 печ. л.).

13. **Апаршева, В. В.** Влияние порошка из плодов шиповника и рябины на хлебопекарные свойства пшеничной муки [Текст] / В. В. Апаршева // Проблемы техногенной безопасности и устойчивого развития : сб. науч. ст. молодых ученых, аспирантов и студентов. – Тамбов : Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2011. – Вып. II. – 0,2 печ. л. (лично соискателем – 0,2 печ. л.).

14. **Апаршева, В. В.** Повышение потребительской ценности хлебулочных изделий за счет использования порошка из плодов рябины и шиповника [Текст] / В. В. Апаршева // Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности : материалы 4-й Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Бийск : Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2011. – 0,31 печ. л. (лично соискателем – 0,31 печ. л.).

15. **Апаршева, В. В.** Влияние порошка из плодов шиповника и рябины на жизнедеятельность хлебопекарных дрожжей [Текст] / В. В. Апаршева // Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания : материалы V Междунар. науч.-практ. конф. – Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – Т. 1. – 0,09 печ. л. (лично соискателем – 0,09 печ. л.).

16. **Апаршева, В. В.** Влияние порошка из плодов шиповника и рябины на реологические свойства пшеничного теста [Текст] / В. В. Апаршева // Инновационные технологии в пищевой промышленности : материалы II Всерос. науч.-практ. конф. Самара : Самар. гос. техн. ун-т, 2011. – 0,12 печ. л. (лично соискателем – 0,12 печ. л.).

17. **Апаршева, В. В.** Пищевая ценность хлеба с использованием порошка из плодов рябины и шиповника [Текст] / В. В. Апаршева // Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века : материалы II Междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар : Кубан. гос. технол. ун-т, 2011. – 0,12 печ. л. (лично соискателем – 0,12 печ. л.).

18. **Апаршева, В. В.** Разработка технологии производства пшеничного хлеба функционального назначения [Текст] / В. В. Апаршева // Проблемы технологической безопасности и устойчивого развития : сб. науч. ст. молодых ученых, аспирантов и студентов. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – Вып. III. – 0,23 печ. л. (лично соискателем – 0,23 печ. л.).

19. **Апаршева, В. В.** Перспективы использования растительных добавок в технологии хлебобулочных изделий [Текст] / В. В. Апаршева // Пищевые инновации и биотехнологии : сб. материалы конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Кемерово : ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 2013. – 0,29 печ. л. (лично соискателем – 0,29 печ. л.).

20. **Апаршева, В. В.** Моделирование рецептуры хлебобулочных изделий [Текст] / В. В. Апаршева // Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений : материалы III Междунар. науч.-техн. конф. – Воронеж : ВГУИТ, 2013. – 0,18 печ. л. (лично соискателем – 0,18 печ. л.).

21. **Апаршева, В. В.** Продукты для здорового питания [Текст] / В. В. Апаршева // Актуальные вопросы развития сферы социального питания: материалы межрег. науч.-практ. семинара. – Тамбов : ООО «Тамбов-Медиа Центр», 2014. – 0,35 печ. л. (лично соискателем – 0,35 печ. л.).

22. **Апаршева, В. В.** Функциональные ингредиенты в технологии хлеба [Текст] / В. В. Апаршева // Инновации в технологии продуктов здорового питания : сб. науч. тр. – Калининград : Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2015. – 0,44 печ. л. (лично соискателем – 0,44 печ. л.).

Изобретения:

23. **Пат.** 2465772 С2 Российская Федерация, МПК А21D 2/36; А21D 8/02. Способ производства хлебобулочного изделия [Текст] / Дворецкий С. И., Дворецкий Д. С., Апаршева В. В. ; заявитель и патентообладатель Тамб. гос. техн. ун-т. – № 2010154779/13 ; заявл. 30.12.10 ; опубл. 10.11.12. Бюл. № 31.

Всего по теме диссертации опубликованы 23 научные работы, в том числе 6 статей в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ; получен 1 патент РФ на изобретение.