

На правах рукописи

ВЕСЕЛОВА АННА ЮРЬЕВНА

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИРОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ**

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

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Москва - 2015

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности»

Научный руководитель:

Костюченко Марина Николаевна
кандидат технических наук, доцент,
заместитель директора по научной работе
ФГБНУ НИИХП

Официальные оппоненты:

Шатнюк Людмила Николаевна
доктор технических наук,
заместитель директора
ЗАО «Валетек Продимпекс»

Бурмистров Геннадий Павлович
доктор технических наук, профессор,
директор направления
специальных пищевых технологий
и функциональных рационов питания
Научно-промышленная фирма «ЛИОНИК»

Ведущая организация

ФГБНУ «НИИ питания»

Защита состоится «30» июня 2015 года в 12 часов на заседании Совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Д 212.148.03 при ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет пищевых производств» по адресу: 125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, д.11, корп. А, ауд.302.

Отзывы (в двух экземплярах) на автореферат, заверенные гербовой печатью учреждения, просим направить в адрес диссертационного совета.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет пищевых производств». Полный текст диссертации размещен в сети Интернет на официальном сайте ФГБОУ ВПО МГУПП [http:// www.mgupp.ru /](http://www.mgupp.ru/).

Автореферат размещен в сети интернет на официальных сайтах: ВАК Минобрнауки РФ (<http://vak.ed.gov.ru/>) и ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет пищевых производств» ([http://www.mgupp.ru /](http://www.mgupp.ru/)).

Автореферат разослан: «29 » мая 2015 года

Ученый секретарь Совета
Д 212. 148.03,
д. т. н., профессор

Богатырева Т. Г.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 г. предусматривает увеличение выпуска специализированных хлебобулочных изделий, в том числе для диабетического питания.

Сахарный диабет входит в перечень социально значимых заболеваний (утв. Постановлением Правительства РФ № 715 1 декабря 2004 г.). По данным Эндокринологического научного центра в Российской Федерации на январь 2014 г. зарегистрировано 3,96 млн. больных сахарным диабетом, из них 95% сахарным диабетом 2 типа.

Одним из важных элементов лечения больных сахарным диабетом 2 типа является диетотерапия, которая предусматривает включение в рационы питания продуктов с измененным углеводным профилем, увеличенным содержанием белковых веществ, пищевых волокон, полиненасыщенных жирных кислот, витаминов, минеральных веществ, антиоксидантов и снижение употребления легкоусвояемых углеводов.

Созданию специализированных хлебобулочных изделий, в том числе и для диабетического питания, посвящены работы многих отечественных ученых: Л. И. Пучковой, Р.Д. Поландовой, Т.Б. Цыгановой, И.В. Матвеевой, В. Я. Черных, Л.П. Пащенко, О.Е. Тюриной, Л. Н. Шатнюк и др.

Вместе с тем, исследований по разработке специализированных хлебобулочных изделий для диабетического профилактического питания на основе природных источников биологически активных веществ проводилось недостаточно, и кроме этого, созданный ассортимент продукции ограничивался, в основном, хлебом.

Учитывая важность проблемы, актуальным является разработка технологий и ассортимента специализированных хлебобулочных изделий для диабетического профилактического питания с использованием природных источников биологически активных веществ, а именно: бетулинсодержащего экстракта бересты, СО₂-экстрактов, тонкодисперсных овощных и фруктово-ягодных порошков, обладающих диабетогенными свойствами и эффектом воздействия на органолептические, физико-химические и микробиологические показатели продукции.

Цель и задачи исследования. Целью настоящего исследования явилась разработка технологии и ассортимента специализированных хлебобулочных изделий для

диабетического профилактического питания с использованием природных источников биологически активных веществ.

Для реализации поставленной цели решались следующие задачи:

- научное обоснование выбора природных источников биологически активных веществ (далее БАВ) для специализированных хлебобулочных изделий;
- исследование влияния бетулинсодержащего экстракта бересты (далее БЭБ) на свойства пшеничной муки;
- разработка технологии и рецептуры хлеба для диабетического профилактического питания;
- разработка технологии и рецептур хлебных палочек для диабетического профилактического питания;
- определение пищевой ценности разработанных хлебобулочных изделий;
- проведение доклинических испытаний разработанных хлебобулочных изделий;
- разработка проектов технической документации на специализированные хлебобулочные изделия для диабетического профилактического питания;
- промышленная апробация специализированных хлебобулочных изделий для диабетического профилактического питания;
- расчет экономического эффекта от внедрения новых видов специализированных хлебобулочных изделий для диабетического профилактического питания.

Научные положения, выносимые на защиту:

1. Выбор природных источников БАВ (БЭБ, тонкодисперсных овощных и фруктово-ягодных порошков, CO₂-экстрактов), обеспечивающих высокие органолептические, физико-химические показатели и микробиологическую безопасность хлебобулочных изделий для диабетического профилактического питания.

2. Совокупность экспериментальных и расчетных данных определения пищевой ценности разработанных хлебобулочных изделий для диабетического профилактического питания, характеризующихся повышенным содержанием пищевых волокон, минеральных веществ, витаминов, антиоксидантов.

3. Формирование профилактических свойств специализированных хлебобулочных изделий для диабетического профилактического питания, базирующихся на результатах доклинических испытаний, подтверждающих оздоровительный эффект клинико-физиологическими показателями и постпрандиальной гликемией лабораторных животных.

Научная концепция. Создание специализированных хлебобулочных изделий для диабетического профилактического питания с учетом химического состава и технологических свойств природных источников БАВ, обеспечивающих высокое качество и профилактические свойства продукции, подтвержденные доклиническими испытаниями.

Научная новизна. Научно обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность использования БЭБ, тонкодисперсных овощных и фруктово-ягодных порошков, CO₂-экстрактов при производстве специализированных хлебобулочных изделий для диабетического профилактического питания.

Выявлена технологическая эффективность БЭБ, заключающаяся в увеличении газообразования, сокращении времени максимального подъема теста, улучшении структурно – механических свойств мякиша, снижении потерь его влаги при хранении, что способствует сохранению свежести хлеба.

Выявлено стимулирующее воздействие БЭБ на рост клеток дрожжей *S. cerevisiae* и молочнокислых бактерий *Lactobacillus casei* на питательных средах и ингибирующее воздействие БЭБ на развитие картофельной болезни хлеба и плесневение.

Установлено и экспериментально подтверждено, что использование тонкодисперсных овощных и фруктово-ягодных порошков в хлебобулочных изделиях для диабетического профилактического питания увеличивает содержание пищевых волокон, β-каротина, витаминов группы В, РР, Е, минеральных веществ, К; Са, Mg, Fe, Zn, Mn и Se.

Установлена эффективность использования природных источников БАВ, обеспечивающих снижение гликемического индекса хлебобулочных изделий и постпрандиальной гликемии.

Выявлено преимущество использования опарной технологии приготовления теста для разработанных изделий, обеспечивающей существенное снижение гликемического индекса изделий, стабилизацию массы лабораторных животных с моделью сахарного диабета (СД), нормализацию функций их внутренних органов, гематологических и биохимических показателей крови.

Практическая значимость. Разработана техническая документация на специализированные хлебобулочные изделия для диабетического профилактического питания с использованием природных источников БАВ отечественного производства (БЭБ, тонкодисперсные овощные и фруктово-ягодные порошки, CO₂-экстракты). Разработана методика балловой оценки показателей качества хлебных палочек.

Проведена промышленная апробация разработанных хлебобулочных изделий в условиях ЗАО «Останкинский завод бараночных изделий» (г. Москва) и производственно-экспериментального центра ФГБНУ НИИХП, которая подтвердила соответствие готовых изделий требованиям разработанных технических условий. В Экспериментальной клинике-лаборатории биологически активных веществ животного происхождения ФГБНУ «ВНИИМП им. В.М. Горбатова» проведены доклинические испытания специализированных хлебобулочных изделий для диабетического профилактического питания, которые подтвердили их эффективность. Рассчитан экономический эффект от внедрения хлебобулочных изделий, который составил для хлеба с БЭБ – 3755 руб. на тонну изделий, на примере хлебных палочек с порошком из топинамбура – 3723 руб. на тонну изделий.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы обсуждались на V Научно-практической конференции с международным участием «Основные направления развития техники и технологии в АПК, легкой и пищевой промышленности» (г. Н. Новгород, 2013), на Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы повышения конкурентоспособности продовольственного сырья и пищевых продуктов в условиях ВТО» (г. Углич, 2013), на Международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития экономики сельского хозяйства» (г. Н. Новгород, 2014); на 8-ой Международной конференции молодых учёных и специалистов «Фундаментальные и прикладные исследования по безопасности и качеству пищевых продуктов» (г. Покров, 2014), на 17-ой Международной научно - практической конференции, посвященной памяти В.М. Горбатова «Теоретические и практические аспекты управления технологиями пищевых продуктов в условиях усиления международной конкуренции» (г. Москва, 2014).

Публикации. По результатам исследований опубликовано 11 печатных работ, в том числе 4 в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, выводов, списка литературы и приложений. Работа изложена на 168 страницах основного текста, включает 32 рисунка и 47 таблиц. Список литературы содержит 165 источников, в том числе 35 зарубежных авторов.

Структурная схема исследований представлена на рисунке 1.

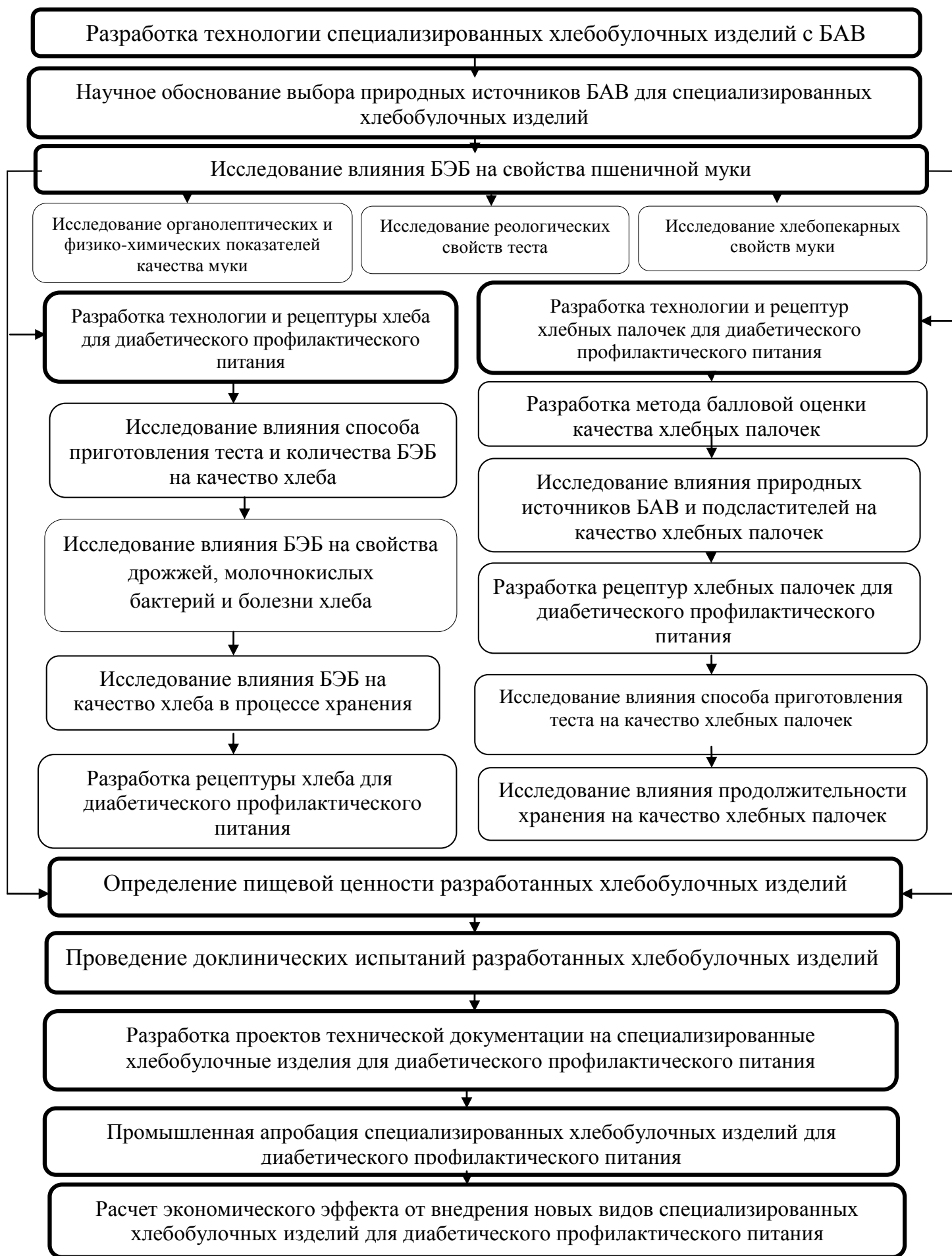


Рисунок 1 - Структурная схема исследования

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В обзоре научно-технической литературы обобщены сведения о роли пищевых веществ в питании больных СД 2 типа. Приведены медико-биологические требования к диетотерапии больных СД 2 типа. Показано преимущество использования природных источников БАВ. Рассмотрены особенности технологий и ассортимент хлебобулочных изделий для диабетического питания. Выявлена ограниченность ассортимента хлебобулочных изделий диабетического профилактического питания и необходимость его расширения, в том числе продукции пониженной влажности.

В результате проведенного анализа сформулированы цель и задачи исследований по разработке технологий и ассортимента специализированных хлебобулочных изделий для диабетического профилактического питания с использованием природных источников БАВ.

2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Исследования проводили в ФГБНУ НИИХП и Экспериментальной клинике-лаборатории биологически активных веществ животного происхождения ФГБНУ «ВНИИМП им. В.М. Горбатова». Производственные испытания осуществляли в условиях производственно-экспериментального центра ФГБНУ НИИХП и ЗАО «Останкинский завод бараночных изделий» (г. Москва).

2.1 Объекты и методы исследований

При проведении исследований использовали 6 проб муки пшеничной хлебопекарной первого сорта по качеству, соответствующие требованиям ГОСТ Р 52189-2003; дрожжи прессованные хлебопекарные - ГОСТ Р 54731 - 2011 и ТУ 9182-001-47918107-09; соль поваренную пищевую – ГОСТ Р 51574-2000; отруби пшеничные диетические – ГОСТ Р 53495-2009; воду питьевую - СанПиН 2.1.4.1074-01; масло подсолнечное рафинированное дезодорированное – ГОСТ Р 52465-2005; пальмовый олеин – ТУ 9141-001-74797385-2005; биологически активную добавку БАВ - ТУ 9197-034-58059245-08; порошки тонкодисперсные овощные и фруктово-ягодные - ТУ 9164-001-312301001-2013; СО₂-экстракты - ТУ 9169-000-78060303-13; подсластители - ТУ 9197-004-510922363-2012. Пшеничную муку анализировали по влажности, количеству и качеству клейковины, числу падения, автолитической активности, кислотности, по результатам пробной лабораторной выпечки (ГОСТ 27669-88); ферментативную активность муки определяли по вязкости мучной суспензии на приборе амилограф, физические характеристики теста - на альвеографе и фаринографе, газообразующую и газодерживающую способность - на

реоферментометре. Структурно-механические свойства мякиша хлеба определяли на автоматизированном пенетрометре АП-4/1. Микробиологические показатели БЭБ определяли по ГОСТ 10444.15-94. Влияние БЭБ на свойства чистых культур дрожжей *S. cerevisiae* № 69 и молочнокислых бактерий (далее МКБ) *Lactobacillus casei* С₁ определяли в соответствии с «Методическим руководством по производству жидких дрожжей». Диагностику картофельной болезни хлеба проводили в соответствии с «Инструкцией по предупреждению картофельной болезни хлеба»: люминесцентным экспресс – методом и модифицированным методом по содержанию водорастворимых веществ в мякише хлеба. Степень плесневения хлеба определяли визуально и по методике, разработанной в ФГБНУ НИИХП. Хрупкость хлебных палочек определяли на «Структурометре СТ-1». Расчет пищевой ценности хлебобулочных изделий проводили по методу, разработанному в ФГБНУ НИИХП с использованием программы Microsoft Excel 2003. Массовую долю бетулина определяли по МУ № 103.5.-161.2013/01.00225, содержание β-каротина, полифенолов, ресвератрола, магния - по Р 4.1. 1672-03, инулина - по ФСП 42-0041347702, содержание цинка в соответствии с МВИ № 203/001808-2001, калия, железа, марганца, селена - по ГОСТ Р 53150-08, витамина Е - по МУ 08-47/184.

Оздоровительный эффект разработанных хлебобулочных изделий оценивали по клинико-физиологическим показателям и постпрандиальной гликемии лабораторных животных с моделью СД. Общее клиническое исследование проб крови лабораторных животных осуществляли на автоматическом ветеринарном гематологическом анализаторе Abacusjuniorvet 2.7 (Diatron Messtechnik Gmb H), используя наборы реактивов компании Diatron. Биохимические исследования проб крови лабораторных животных: содержание общего белка, альбумина, креатинина, мочевины, глюкозы, билирубина общего, билирубина прямого, щелочной фосфатазы, холестерина, триглицеридов проводили на полуавтоматическом биохимическом анализаторе Bio Chem FC-360, используя наборы реактивов High Technology.

При исследовании качества хлеба в процессе хранения применяли математические методы обработки экспериментальных данных с использованием программы MATSTAT.

2.2 Результаты исследований и их анализ

2.2.1 Научное обоснование выбора природных источников биологически активных веществ для специализированных хлебобулочных изделий

При выборе рецептурных компонентов предпочтение отдавали природным источникам БАВ, поскольку все содержащиеся в них эссенциальные нутриенты

находятся в естественных соотношениях в виде природных соединений и лучше усваиваются организмом.

БЭБ - представляет собой смесь природных тритерпеновых соединений, основным из которых является спирт бетулин. БЭБ - порошок белого цвета, без запаха и вкуса, не токсичен, обладает эмульгирующим свойством и многовекторной биологической активностью, проявляя гипогликемические, антиоксидантные и антигипоксантные свойства, что подтверждено данными научно-технической литературы и результатами клинических испытаний. Антиоксидантная активность БЭБ обусловлена связыванием активных форм кислорода, а также регулированием ферментной системы антиоксидантной защиты организма, что способствует снижению окислительного стресса больных СД 2 типа. Молекулы бетулина способны встраиваться в липидный слой клеток и восстанавливать структуру поврежденных перекисными соединениями биологических мембран. Сочетание антиоксидантных и антимикробных свойств БЭБ способствует повышению срока годности пищевой продукции.

С целью изменения углеводного профиля хлеба использовали отруби пшеничные диетические, которые являются источником пищевых волокон (гемицеллюлозы и целлюлозы), витаминов (B_1 и B_2), минеральных веществ (K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn и Se). Замена части муки отрубями снижает содержание в хлебе легкоусвояемых углеводов.

В качестве источников макро- и микронутриентов использовали тонкодисперсные овощные и фруктово-ягодные порошки из тыквы, топинамбура, яблок и винограда, полученные методом дезинтеграционно-конвективной обработки, позволяющей максимально сохранить все ценные вещества исходных овощей и фруктов. Порошки являются источниками витаминов B_1 , B_2 , C, E и PP, β -каротина, инулина, кальция, магния, калия, марганца, железа, полифенолов и ресвератрола, влияют на усвояемость и уровень глюкозы в крови, на образование инсулина, обмен углеводов и жирных кислот, связывают и выводят излишки холестерина, образующегося в печени, и обладают высокой антиоксидантной активностью.

Для придания вкуса и специфического запаха выбраны CO_2 -экстракты («Лимон», «Корица», «Мускатный орех», «Шоколад») природного происхождения, которые обладают бактерицидными свойствами, что будет способствовать увеличению срока годности продукции.

Для придания сладкого вкуса выбраны натуральные подсластители, которые снизят углеводную нагрузку на организм больного СД 2 типа.

Таким образом, ценный химический состав, высокие технологические, диabetогенные и антиоксидантные свойства природных источников БАВ позволяют включать их в рецептуры специализированных хлебобулочных изделий для диabetического профилактического питания.

2.2.2 Исследование влияния БЭБ на свойства пшеничной муки

Для разработки новых видов хлебобулочных изделий с использованием БЭБ изучено его влияние на свойства муки пшеничной хлебопекарной первого сорта. Руководствуясь рекомендациями производителя и нормами суточного потребления в соответствии с Едиными санитарно-эпидемиологическими и гигиеническими требованиями к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (утв. Решением Комиссии Таможенного Союза от 28 мая 2010 года № 299) БЭБ использовали в количестве 0,0052 % к массе муки.

Результаты исследования показали, что внесение БЭБ не влияло на органолептические и физико-химические показатели качества муки.

Исследования влияния БЭБ на реологические свойства теста на альвеографе (рисунок 2) показали, что использование БЭБ увеличивало максимальное избыточное давление (P) на 3%, энергию деформации (W) - на 7% и растяжимость теста (L) - на 7%.

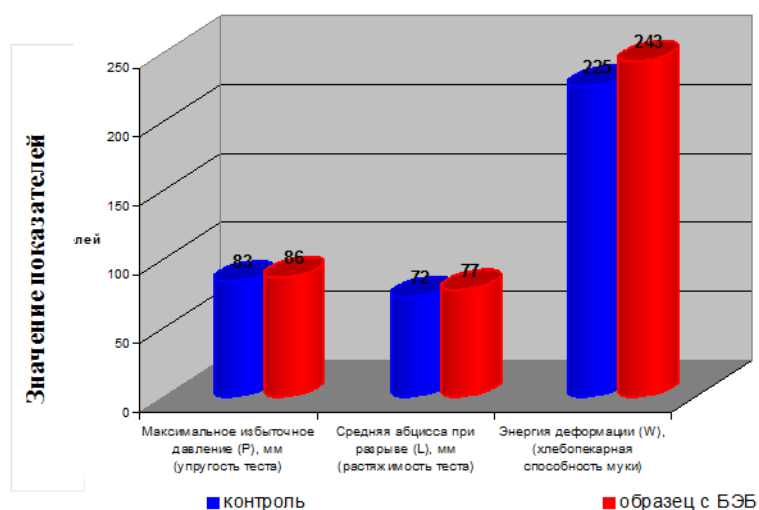


Рисунок 2 – Влияние БЭБ на характеристики альвеограммы

При исследовании влияния БЭБ на газообразование с помощью прибора реоферментометра выявлено его увеличение на 18% и сокращение времени максимального подъема теста на 34 мин по сравнению с контролем. Учитывая некоторое улучшение свойств теста и повышение газообразования, для более

детального изучения влияния БЭБ на качество хлеба в дальнейших исследованиях использовали три дозировки БЭБ 0,0026; 0,0052 и 0,013% к массе муки.

В результате исследования влияния БЭБ на качество хлеба, приготовленного методом пробной лабораторной выпечки (таблица 1), установили, что добавление БЭБ не

изменяло влажность и кислотность мякиша, но увеличивало объемный выход хлеба, пористость и общую деформацию мякиша, деформацию упругости и несколько снижало формоустойчивость хлеба.

Таблица 1 - Влияние БЭБ на показатели качества хлеба из пшеничной муки первого сорта, приготовленного методом пробной лабораторной выпечки

Наименование показателей	Контроль	Образцы хлеба с БЭБ в количестве, % к массе муки		
		0,0026	0,0052	0,013
Влажность мякиша, %	42,5	42,3	42,2	42,3
Кислотность мякиша, град.	2,2	2,2	2,2	2,2
Пористость мякиша, %	82	82	83	84
Объемный выход хлеба, см ³ /100 г муки	446	459	470	481
Формоустойчивость хлеба, (Н/Д)	0,35	0,34	0,33	0,33
Структурно-механические свойства мякиша, ед. пенетromетра				
ΔН сж.	71	73	80	83
ΔН упр.	61	63	65	68
ΔН пл.	10	10	10	10

Таким образом, установили положительное влияние БЭБ на газообразование, реологические свойства теста, объем хлеба, пористость, структурно-механические свойства мякиша. Очевидно, это обусловлено эмульгирующими свойствами добавки и, возможно, стимулирующим воздействием на жизнедеятельность дрожжей.

2.2.3 Разработка технологии и рецептуры хлеба для диабетического профилактического питания

На данном этапе изучали влияние способов приготовления теста и количества БЭБ на ход технологического процесса и качество хлеба, влияние БЭБ на свойства дрожжей, молочнокислых бактерий и болезни хлеба, а также на качество хлеба в процессе хранения.

Исследование влияния способа приготовления теста и количества БЭБ на качество хлеба

При исследовании влияния способа приготовления теста и количества БЭБ на качество хлеба тесто готовили опарным, безопарным и ускоренным способами из пшеничной муки первого сорта, отрубей пшеничных диабетических (90:10), дрожжей, соли поваренной пищевой. БЭБ вносили в количестве: 0,0026, 0,0052 и 0,013% к массе муки в тесто (безопарный и ускоренный способ), в опару или тесто или по ½ от количества БЭБ в опару и тесто.

Результаты исследований показали, что внесение БЭБ при всех способах тестоприготовления не влияло на параметры технологического процесса, а также кислотность, влажность, пористость мякиша и удельный объем хлеба.

Добавление БЭБ в минимальной дозировке при всех способах приготовления теста приводило к незначительному повышению общей деформации мякиша на 1-3% и деформации упругости на 4 - 5%.

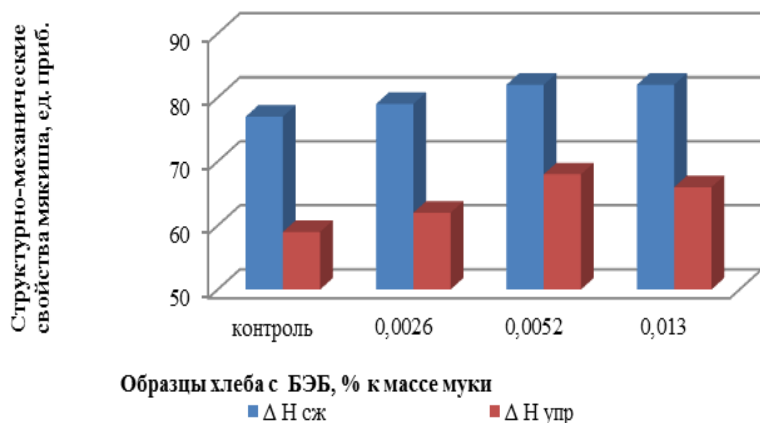


Рисунок 3 - Влияние БЭБ на структурно-механические свойства мякиша хлеба при безопасном способе тестоприготовления

При безопасном и опарном способах приготовления теста введение 0,0052 и 0,013% БЭБ повышало деформацию сжимаемости мякиша на 7 - 12% и деформацию упругости мякиша на 7 - 15% (рисунки 3 и 4). Степень изменения показателей зависела преимущественно от количества БЭБ. Эффект

улучшения свойств мякиша при опарном способе приготовления теста не зависел от порядка внесения БЭБ (в опару и/или тесто).

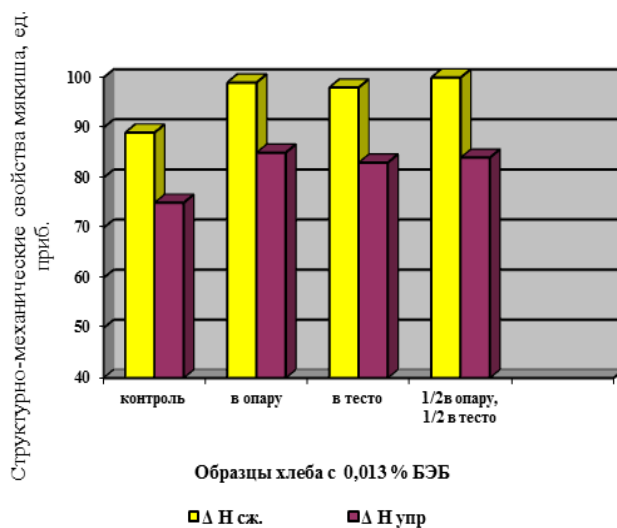
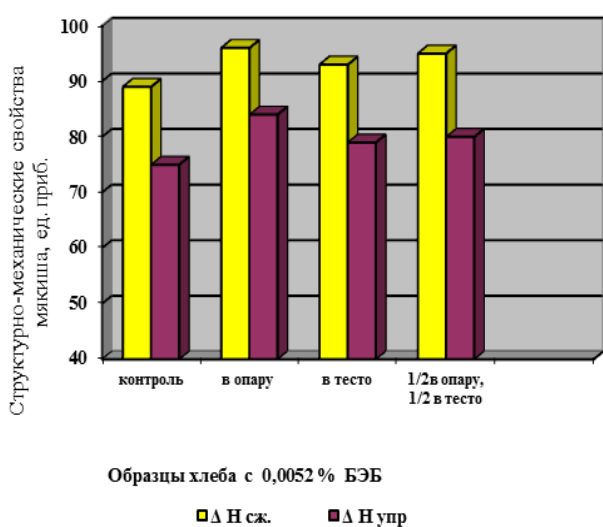


Рисунок 4 –Влияние порядка внесения БЭБ при опарном способе приготовления теста на структурно-механические свойства мякиша хлеба

При ускоренном способе БЭБ существенно не влиял на структурно-механические свойства мякиша хлеба: разница между показателями деформации сжимаемости мякиша контрольного и опытных образцов составляла 1 - 4 %.

Отличия в органолептических показателях мякиша между контрольным и опытными образцами наблюдались при опарном способе приготовления теста и введении БЭБ в максимальной дозировке: мякиш хлеба опытных образцов был более эластичным, упругим и более нежным при разжевывании.

На основании проведенных исследований установили, что применение БЭБ при различных способах тестоприготовления не оказало существенного влияния на параметры технологического процесса, влажность, кислотность, пористость мякиша, удельный объем и формоустойчивость хлеба, но улучшало структурно-механические свойства мякиша. При этом степень влияния зависела как от количества БЭБ, так и способа приготовления теста.

Исследование влияния БЭБ на свойства дрожжей, молочнокислых бактерий и болезни хлеба

Изучали влияние БЭБ на свойства чистых культур дрожжей *S. cerevisiae* № 69 и МКБ *Lactobacillus casei* C₁ на питательных средах с содержанием БЭБ, соответствующим его количеству в тесте при внесении 0,0026, 0,0052 и 0,013% БЭБ к массе муки (таблица 2).

Таблица 2 - Влияние БЭБ на свойства дрожжей *S. cerevisiae* № 69 и молочнокислых бактерий *Lactobacillus casei* C₁

Наименование показателей	Контроль	Питательные среды с содержанием БЭБ, соответствующим его количеству в тесте, % к массе муки		
		0,0026	0,0052	0,013
Количество дрожжей, млн /г	147	150	170	177
Подъемная сила (по всплытию шарика теста), мин	15	14	13	12
Количество МКБ, млн /г	285	275	330	375
Кислотность, град.	9,8	9,8	9,9	10,0

Установили, что добавление БЭБ увеличивало число клеток дрожжей *S. Cerevisiae* № 69 на 3-22% и подъемную силу - на 7-20%. На питательных средах со средней и максимальной дозировкой БЭБ наблюдалось увеличение количества клеток МКБ *Lactobacillus casei* C₁ на 16-32%, при этом кислотность среды повышалась незначительно.

При изучении влияния БЭБ на болезни хлеба опытные образцы готовили методом пробной лабораторной выпечки. В процессе хранения продукции наблюдали за появлением признаков плесневения и картофельной болезни хлеба.

Результаты исследования показали (рисунок 5), что внесение БЭБ в минимальной и средней дозировке задерживало плесневение на 2 сут., при максимальной дозировке – на 6 сут. по сравнению с контролем.

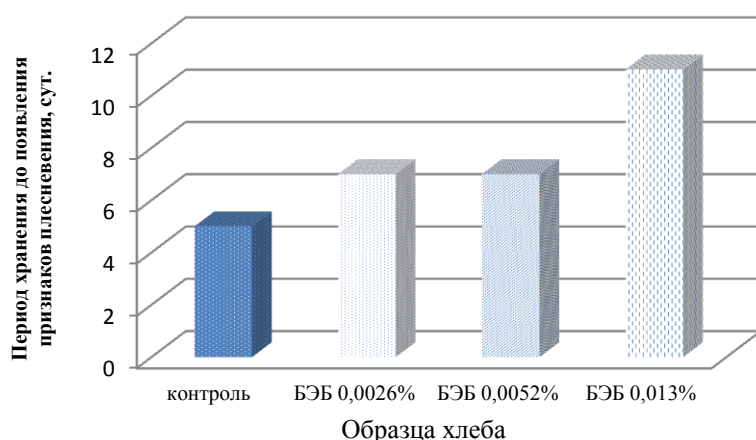


Рисунок 5 – Влияние БЭБ на плесневение хлеба

Исследования влияния БЭБ на развитие картофельной болезни хлеба показали, что в контрольном и во всех опытных образцах,

хранившихся в течение 24 ч, не обнаружены признаки заболевания картофельной болезнью. В контрольном и в опытном образце с минимальной дозировкой БЭБ через 42 ч хранения появлялся слабо выраженный специфический запах, кроме этого на ломтиках хлеба обнаружены по 2 колонии спорных бактерий. При использовании БЭБ в количестве 0,0052 и 0,013% хлеб не заболел в течение 42 ч. Во всех образцах хлебобулочных изделий с продолжительностью хранения в течение 72 ч наблюдалось заболевание картофельной болезнью. Следовательно, введение в тесто БЭБ в количестве 0,0052 и 0,013% к массе муки задерживает развитие картофельной болезни в хлебе на 30 ч. Помимо этого при увеличении дозировки БЭБ интенсивность проявления картофельной болезни хлеба снижалась.

Ингибирующее действие БЭБ на плесневение и развитие картофельной болезни, вероятно, обусловлено действием входящих в его состав тритерпеновых спиртов, обладающих антимикробным действием.

Исследование влияния БЭБ на качество хлеба в процессе хранения

Для изучения влияния БЭБ на качество хлеба в процессе хранения остывшие образцы хлеба упаковывали в полипропиленовые пакеты, которые хранили при комнатной температуре в течение 5 сут. без доступа света. Через каждые сутки определяли влажность и структурно-механические свойства мякиша хлеба. Установлены математические зависимости влажности мякиша, деформаций сжимаемости, упругости и пластичности мякиша от продолжительности хранения хлеба. На рисунке 7 и 8

представлены данные о влиянии БЭБ на изменения структурно-механических свойств мякиша хлеба при хранении.

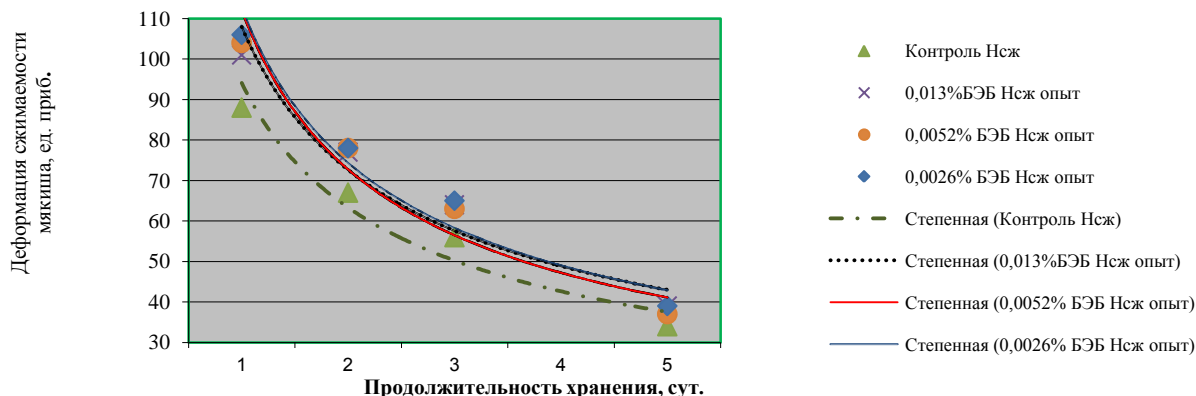


Рисунок 6 - Влияние БЭБ на деформацию сжимаемости мякиша хлеба

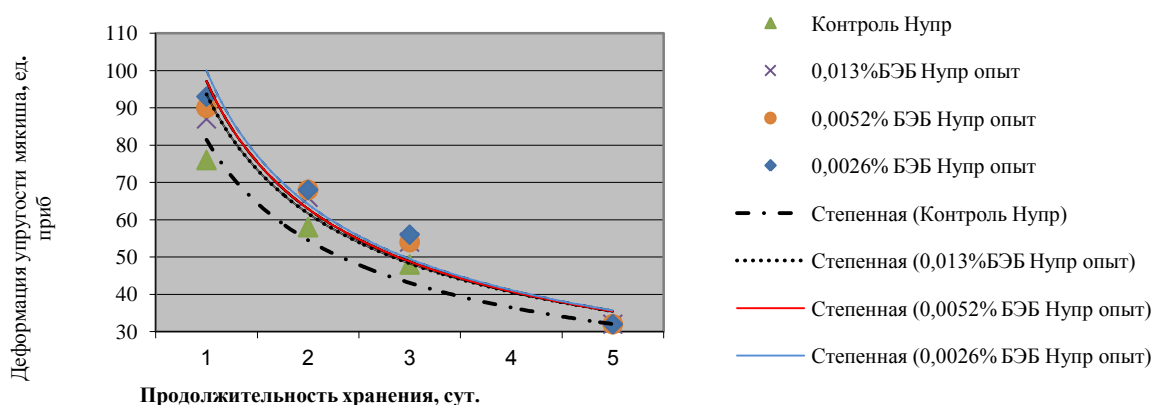


Рисунок 7 - Влияние БЭБ на деформацию упругости мякиша хлеба

Результаты исследований (рисунки 6 и 7) показали, что применение БЭБ увеличивало деформацию сжимаемости мякиша на 15-20% и деформацию упругости на 14-22% в зависимости от дозировки БЭБ. Потери влаги при хранении хлеба с БЭБ снижались на 1- 4% по сравнению с контролем.

Таким образом, использование БЭБ обеспечивало устойчивый эффект улучшения структурно-механических свойств мякиша и снижение потерь влаги при хранении, что способствовало более длительному сохранению свежести продукции.

2.2.4 Разработка технологии и рецептур хлебных палочек для диабетического профилактического питания

Важным для больных СД 2 типа является поддержание постоянного уровня глюкозы в крови, что достигается регулярными в течение дня приемами пищи. Из-за пропущенного питания уровень глюкозы в крови может резко снизиться и привести к гипогликемии - состоянию, опасному для жизни. Для исключения таких критических ситуаций больные СД 2 типа обязательно должны иметь при себе продукты питания,

употребление которых будет повышать уровень глюкозы в крови. В качестве таких продуктов предлагаются хлебные палочки, которые имеют удлиненные сроки годности и удобны в употреблении между основными приемами пищи.

Разработка метода балловой оценки качества хлебных палочек

Для сравнения качества хлебных палочек разработали метод балловой оценки, который включает оценку следующих показателей: форма, поверхность, цвет, внутреннее состояние, хрупкость, вкус и запах. Каждый показатель оценивается по 5-ти балльной шкале. Количество баллов выражает определенный уровень качества: 5 баллов - отличный, 4 – хороший, 3 - удовлетворительный, 2 – недостаточно удовлетворительный, 1 – неудовлетворительный. Кроме этого, на основании балловых оценок респондентов выставленных каждому дескриптору, для всех показателей введен коэффициент значимости, который отражает важность каждого показателя для потребителей.

Исследование влияния различных видов и количества тонкодисперсных овощных и фруктово-ягодных порошков на качество хлебных палочек

Исследовали влияние тонкодисперсных овощных и фруктово-ягодных порошков из тыквы, топинамбура, яблок и винограда на качество хлебных палочек. На основании данных научно-технической литературы порошки применяли в количестве 5, 10 и 15% к массе муки. На рисунке 8 представлены профилограммы показателей качества хлебных палочек.

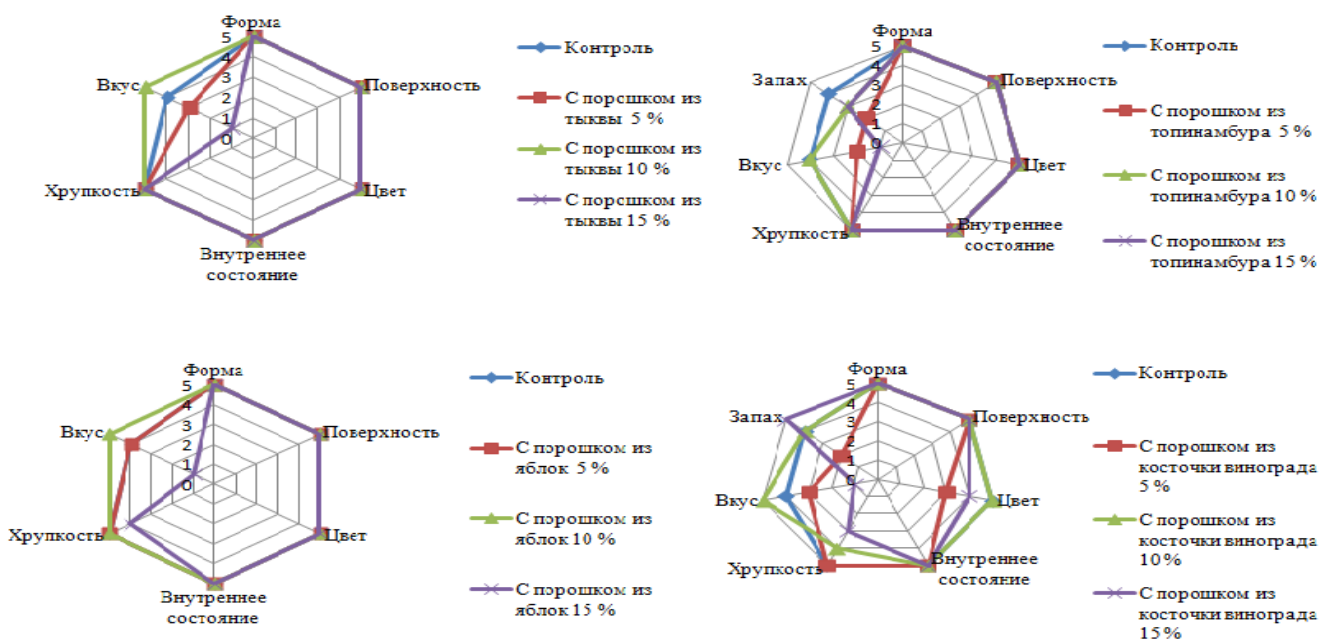


Рисунок 8 - Влияние тонкодисперсных овощных и фруктово-ягодных порошков на показатели качества хлебных палочек

Результаты исследования показали, что наилучшими характеристиками обладали изделия с порошками из тыквы, топинамбура, яблок и винограда в количестве 10% к массе муки, они отличались приятным вкусом и запахом свойственным виду внесенного порошка. Палочки с 5% порошков существенно не отличались от контрольных образцов, имели слабые вкус и запах внесенных добавок. Палочки с 15% порошков характеризовались темным цветом, недостаточной хрупкостью, а палочки с порошком из топинамбура, помимо этого, имели неприятный привкус горечи.

Для максимального обогащения хлебных палочек витаминами и минеральными веществами использовали совместно порошки из яблок и тыквы. Порошки вносили в одинаковых количествах по 2,5; 5,0 и 7,5% к массе муки.

Установили, что хлебные палочки (рисунок 9) с 5,0% суммарного количества порошков имели пресный вкус и не выраженный запах. Наибольшее количество баллов имели образцы с 10 и 15% порошков из яблок и тыквы.

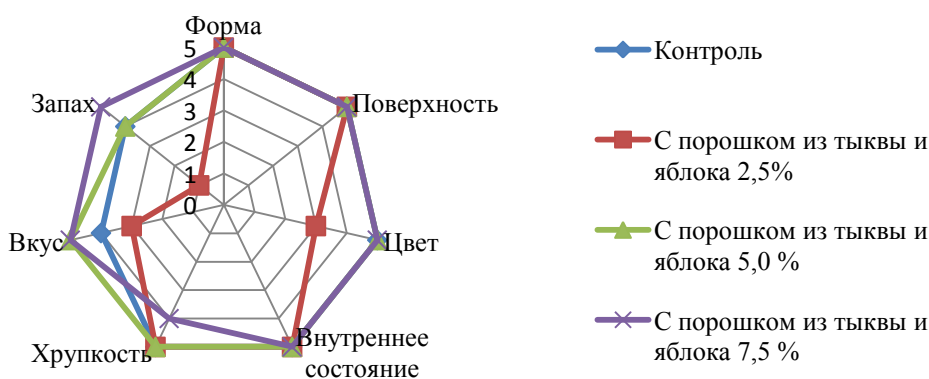


Рисунок 9 - Влияние порошков из яблок и тыквы на органолептические показатели качества хлебных палочек

Таким образом, проведенные исследования показали, что овощные и фруктово-ягодные порошки обеспечивают хорошее качество хлебных палочек. Установлен оптимальный расход порошков из топинамбура и винограда - 10%, из яблок и тыквы, вводимых совместно в равных количествах по 5,0 и 7,5 % к массе муки.

Исследование влияния различных видов и количества CO_2 -экстрактов на качество хлебных палочек

Для придания вкуса и специфического запаха изделиям использовали CO_2 -экстракты «Лимон», «Корица», «Мускатный орех», которые по рекомендациям производителя

вносили в количестве 0,01; 0,05; 0,1%, CO₂-экстракт «Шоколад» -0,01; 0,05; 0,1 и 0,2% к массе муки.

Установили, что CO₂-экстракты не влияли на внешний вид, внутреннее состояние, хрупкость и цвет палочек, но обеспечивали специфический вкус и запах изделий. Наиболее гармоничным вкусом и запахом обладали хлебные палочки с CO₂-экстрактами «Лимон», «Корица», «Мускатный орех» в количестве 0,05% и «Шоколад» в количестве 0,2% к массе муки.

На основании проведенных исследований разработаны рецептуры хлебных палочек для диабетического профилактического питания, в рецептуру которых для придания сладкого вкуса включили подсластители в количестве 0,12% к массе муки с учетом коэффициента сладости - 25.

Исследование влияния способа приготовления теста на качество хлебных палочек

Для изучения влияния способа приготовления теста на качество хлебных палочек для диабетического профилактического питания тесто готовили с использованием опарной и безопарной технологии по разработанным рецептурам.

В результате установили, что хлебные палочки, приготовленные с использованием опарной технологии, характеризовались более насыщенным вкусом, запахом и равномерной внутренней структурой.

Исследование влияния продолжительности хранения на качество хлебных палочек

Для изучения влияния продолжительности хранения на качество хлебных палочек использовали образцы, выработанные на ЗАО «Останкинский завод бараночных изделий» в процессе опытно-промышленной апробации. Остывшие хлебные палочки упаковывали в пакеты из полипропиленовой пленки, запаивали и укладывали в картонные короба. Хранили палочки в течение 7 мес. при температуре не выше 25 °С и относительной влажности воздуха не более 75% без доступа света.

Установлено, что в процессе хранения в течение 7 мес. органолептические показатели качества хлебных палочек не изменялись, постепенно возрастала влажность на 0,9 – 1,2% и кислотность на 0,1 - 0,6 град. в зависимости от вида палочек. После 7 мес. происходила потеря вкуса и снижение интенсивности запаха. Хрупкость хлебных палочек в течение 7 мес. хранения у всех образцов продукции существенно не изменялась.

В результате проведенных исследований установлен рекомендуемый срок годности хлебных палочек – 6 мес.

2.2.5 Определение пищевой ценности разработанных хлебобулочных изделий

Расчет пищевой ценности показал, что в разработанном хлебе с БЭБ содержание углеводов снижено на 9,0%, количество пищевых волокон увеличено на 44,0%, минеральных веществ К - на 34,0%, Са - на 24,3%, Mg- на 44,0%, Р - на 38,0%, Fe- на 31,6%, витаминов В₁- на 16,7%, В₂ - на 30,0%, РР - на 24,0% по сравнению с контрольным образцом.

Употребление 200 г разработанного хлеба с БЭБ удовлетворяет суточную потребность организма в белке на 23,0%, углеводах - на 27,0%, пищевых волокнах - на 40,0%, бетулине - на 34,5%, витамине - В₁ на 32,0%, В₂- на 11,0%, РР - на 25,0%, железе - на 50,0%, магнии - на 31,5%, фосфоре- на 39,0%.

Фактическое содержание пищевых веществ в разработанных хлебных палочках для диабетического профилактического питания представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Фактическое содержание пищевых веществ в разработанных хлебных палочках для диабетического профилактического питания

Наименование пищевых веществ	контроль	Хлебные палочки с порошком из			
		винограда и СО ₂ -экстрактом «Шоколад»	тыквы и яблока, и СО ₂ -экстрактом «Лимон»	тыквы и яблока СО ₂ -экстрактом «Корица»	топинамбура СО ₂ -экстрактом «Мускатный орех»
Бетулин, мг	-	15,5	18,0	18,9	17,2
Прирост к контролю, %		100	100	100	100
β- каротин, мг	0,10	0,20	0,32	0,33	0,17
Прирост к контролю, %		100	220	230	70
Витамин Е, мг	0,05	24,42	0,24	0,26	0,21
Прирост к контролю, %		99,8	380	80,8	320
Инулин, мг	-	-	-	-	4,45
Прирост к контролю, %					100
Калий, мг	100	166	124	121	224
Прирост к контролю, %		66	24	21	124
Магний, мг	51,00	79,2	61,0	62,5	62,2
Прирост к контролю, %		55	20	23	22
Железо, мг	1,35	2,4	2,1	2,1	1,5
Прирост к контролю, %		78	56	56	11
Цинк, мг	0,32	0,35	0,39	0,74	0,45
Прирост к контролю, %		9	22	131	41
Марганец, мг	0,44	0,52	0,58	0,74	0,48
Прирост к контролю, %		18	32	68	9
Селен, мкг	0,08	1,89	2,40	2,30	1,10
Прирост к контролю, %		2265	2900	2775	1275

Данные таблицы 3 показывают существенное увеличение пищевых веществ в разработанных изделиях по сравнению с контролем. При включении в рацион питания 100 г хлебных палочек суточная потребность в бетулине покрывается на 38,7-47,3%, β- каротине - на 4,0-6,6%, витамине Е- на 1,4-162,0 %, инулине - на 45,0%, минеральных

веществах: Са - на 2,7-5,2%, К - на 4,8-9,0%, Mg - на 15,3-19,8%, Fe- на 15,0-24,0%, Zn- на 3,0-7,0%, Mn - на 24,0-37,0%, Se - на 1,6-5,5% в зависимости от вида изделий.

Таким образом, результаты определения пищевой ценности разработанного ассортимента подтвердили эффективность включения природных источников БАВ в состав рецептур хлебобулочных изделий, так как использование БАВ существенно увеличило содержание пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ.

2.2.6 Проведение доклинических испытаний разработанных хлебобулочных изделий

С целью изучения эффективности разработанных хлебобулочных изделий для диабетического профилактического питания проведены доклинические испытания, в процессе которых исследовано их влияние на клинико-физиологические показатели и постпрандиальную гликемию лабораторных животных с моделью СД.

В эксперименте участвовали 60 лабораторных животных, у которых было вызвано заболевание СД. Все животные были разбиты на группы, в рацион питания которых вводили различные опытные образцы хлебобулочных изделий:

1 группа – контроль (хлеб) без добавок, приготовленный с использованием безопасного способа;

2 группа – хлеб с БЭБ, приготовленный с использованием безопасного способа;

3 группа – хлеб с БЭБ, приготовленный с использованием опарного способа;

4 группа – хлебные палочки с БЭБ и тонкодисперсным порошком из винограда;

5 группа - хлебные палочки с БЭБ, тонкодисперсными порошками из тыквы и яблок;

6 группа – хлебные палочки с БЭБ и тонкодисперсным порошком из топинамбура.

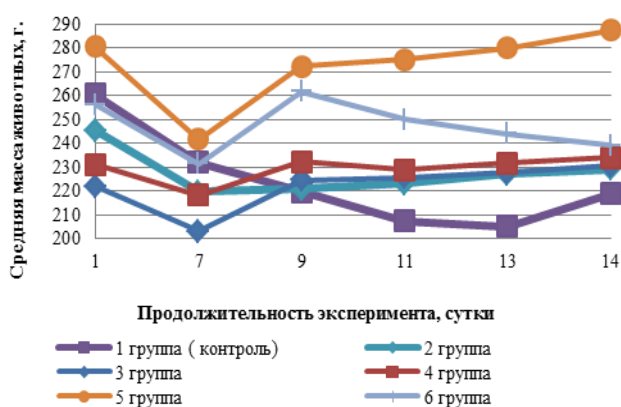


Рисунок 10 – Динамика изменения массы животных в течение эксперимента

Наблюдения за динамикой изменения живой массы животных в ходе эксперимента (рисунок 10) показали, что на этапе моделирования СД (с 1-х по 7-е сутки) животные всех групп теряли массу от 2 до 6 г/сутки.

При введении в рацион питания опытных образцов хлебобулочных изделий отмечалась стабилизация

массы животных 2-ой - 6-ой групп. Увеличение массы лабораторных животных свидетельствовало о восстановлении организма и стабилизации иммунного статуса.

Наиболее интенсивное восстановление массы наблюдалось у животных 3-ей, 4-ой, 5-ой и 6-ой групп. Группа, употреблявшая контрольный образец, продолжала терять массу.

При исследовании состава цельной крови выявили снижение концентрации лейкоцитов, преимущественно за счет лимфоцитов и гранулоцитов, нормализацию содержания смеси моноцитов, базофилов и незрелых клеток. Анализ биохимических исследований показал нормализацию содержания глюкозы в сыворотке, снижение концентрации креатинина и мочевины, холестерина и триглицеридов, активности щелочной фосфатазы. Наилучшая динамика восстановления наблюдалась у животных 3-ей, 5-ой и 6-ой групп.

Изменение постпрандиальной гликемии (рисунок 11) показало, что через 120 мин после употребления исследуемых образцов уровень глюкозы в крови достигал нормальных значений у крыс 3-ей и 5-ой группы, у крыс 6-ой группы - через 120 мин после потребления хлебобулочных изделий уровень глюкозы снижался, не достигая

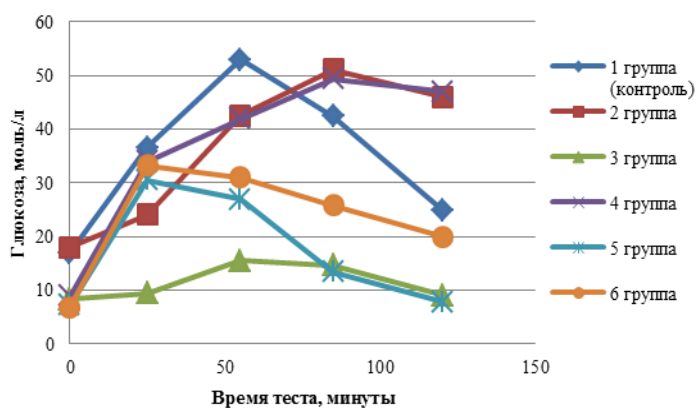


Рисунок 11 – Изменение уровня глюкозы в крови животных при употреблении хлебобулочных изделий для диабетического профилактического питания

исходных значений и пределов физиологической нормы.

Установили, что хлеб с БЭБ, приготовленный опарным способом, хлебные палочки с порошками из тыквы и яблок, а также порошок из топинамбура характеризовались низкими гликемическими индексами,

относительно контрольного образца - 30,95; 50,03 и 66,74 единиц соответственно. Индексы гликемии хлеба с БЭБ, приготовленного безопасным способом, и хлебных палочек с порошком из винограда находились в пределах значений контрольного образца.

Таким образом, наилучшим эффектом воздействия на клинко-физиологические показатели и постпрандиальную гликемию оказывали хлеб с БЭБ, приготовленный опарным способом, хлебные палочки с тонкодисперсным порошком из топинамбура и с порошками из тыквы и яблок. Результаты доклинических исследований позволяют рекомендовать эти изделия для диабетического профилактического питания. Изделия с

порошком из винограда рекомендуются для ординарного питания. Учитывая наибольший положительный эффект использования опарного способа приготовления теста, в технической документации на разработанную продукцию предусмотрели указанный способ.

2.2.7 Промышленная апробация результатов исследований

На основании проведенных исследований разработаны проекты технической документации (ТУ, ТИ, РЦ) на хлеб с БЭБ для диабетического профилактического питания (ТУ 9110-492-58693373-14) и хлебные палочки для диабетического профилактического питания (ТУ 9117-495-58706213-14).

На ЗАО «Останкинский завод бараночных изделий» (г. Москва) и в производственно-экспериментальном центре ФГБНУ НИИХП проведены производственные испытания хлеба и хлебных палочек для диабетического профилактического питания, которые показали, что разработанные изделия по органолептическим и физико-химическим показателям соответствовали требованиям разработанной документации. Экономический эффект при реализации хлеба с БЭБ – составит 3755 руб. на тонну изделий, на примере хлебных палочек с порошком из топинамбура – 3723 руб. на тонну изделий. Помимо этого будет достигнут социальный эффект, заключающийся в повышении трудоспособности населения, сокращении выдачи листов по нетрудоспособности и др.

ВЫВОДЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Выполнен комплекс экспериментальных и теоретических исследований, направленных на разработку специализированных хлебобулочных изделий с использованием природных источников БАВ.

На основании проведенных исследований сделаны следующие выводы:

1. Научно обоснован выбор природных источников БАВ (БЭБ, тонкодисперсные овощные и фруктово-ягодные порошки, CO₂-экстракты) для специализированных хлебобулочных изделий.

2. Установлено, что внесение БЭБ не ухудшало органолептические, физико-химические и реологические характеристики муки и качества хлеба.

3. Разработаны технология и рецептура хлеба для диабетического профилактического питания.

3.1 Установлено, что применение БЭБ при различных способах тестоприготовления существенного влияния на параметры технологического процесса, влажность, кислотность, пористость мякиша, удельный объем и формоустойчивость хлеба не

оказывало, но улучшало структурно-механические свойства мякиша. При этом степень влияния зависела как от количества БЭБ, так и способа приготовления теста.

3.2 Установлено стимулирующее воздействие БЭБ на рост клеток дрожжей *S. cerevisiae* № 69 и молочнокислых бактерий *Lactobacillus casei* С₁, выращенных на питательных средах. Выявлено ингибирующее воздействие БЭБ на развитие плесени и картофельной болезни хлеба.

3.3 Выявлено, что использование БЭБ обеспечивает устойчивый эффект улучшения структурно-механических свойств мякиша и снижение потерь влаги при хранении, что способствует более длительному сохранению свежести хлеба.

4. Разработаны технология и рецептуры хлебных палочек для диабетического профилактического питания.

4.1 Разработан метод балловой оценки, который позволяет детально изучить влияние различных видов и дозировок тонкодисперсных овощных и фруктово-ягодных порошков, СО₂-экстрактов, подсластителей на качество хлебных палочек.

4.2 Определены оптимальные дозировки природных источников БАВ и подсластителей, в том числе при совместном использовании тонкодисперсных порошков из яблок и тыквы, вводимых в равных количествах по 5,0 и 7,5 % к массе муки.

4.3 Установлено, что хлебные палочки, приготовленные опарным способом, характеризовались более интенсивным вкусом, запахом и равномерной внутренней структурой.

4.4. Установлен рекомендуемый срок годности хлебных палочек – 6 месяцев.

5. Результаты определения пищевой ценности разработанного ассортимента подтвердили эффективность включения в состав рецептур хлебобулочных изделий природных источников БАВ, обеспечивающих существенное повышение содержания пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ.

6. Доклинические испытания хлебобулочных изделий для диабетического профилактического питания показали стабилизацию массы животных 5-ой, 3-ей и 4-ой групп. Показано снижение концентрации лейкоцитов, лимфоцитов и гранулоцитов, нормализация содержания смеси моноцитов, базофилов и незрелых клеток, нормализация содержания глюкозы в сыворотке крови, снижение концентрации креатинина и мочевины, холестерина и триглицеридов, активности щелочной фосфатазы у животных 3-ей- 6-ой групп.

6.1 Выявлено, что хлеб с БЭБ, приготовленный опарным способом, хлебные палочки с БЭБ, порошками из тыквы и яблок, и хлебные палочки с БЭБ и порошком из топинамбура характеризовались низкими гликемическими индексами по сравнению с контролем 30,95; 50,03 и 66,74 единиц соответственно.

7. Разработаны проекты технической документации (ТУ, РЦ, ТИ) на новые виды специализированных хлебобулочных изделий для диабетического профилактического питания.

8. Проведена промышленная апробация хлеба с БЭБ для диабетического профилактического питания в условиях производственно-экспериментального центра ФГБНУ НИИХП и хлебных палочек для диабетического профилактического питания на ЗАО «Останкинский завод бараночных изделий».

9. Реализация результатов диссертационной работы приведет к получению дополнительной прибыли за счет внедрения нового ассортимента изделий. Ожидаемый экономический эффект составит для хлеба с БЭБ – 3755 руб. на тонну изделий, на примере хлебных палочек с порошком из топинамбура – 3723 руб. на тонну изделий. Помимо этого будет достигнут социальный эффект, заключающийся в повышении трудоспособности населения, сокращении выдачи листов по нетрудоспособности и др.

Список опубликованных работ по теме диссертации

В изданиях, входящих в список ВАК:

1. Веселова, А. Ю. Влияние бетулинсодержащего экстракта бересты на качество хлебобулочных изделий / А. Ю. Веселова, М.Н. Костюченко, Г.Ф. Дремучева // Хлебопечение России, 2014. - № 3 С. 16-17.

2. Веселова, А. Ю. Влияние бетулинсодержащего экстракта бересты на хлебопекарные свойства пшеничной муки / А.Ю. Веселова, М. Н. Костюченко, Г.Ф. Дремучева // Хлебопечение России, 2014. - № 1 – С. 22-23.

3. Веселова, А. Ю. Влияние бетулинсодержащего экстракта бересты на сохранение свежести диабетического хлеба / А.Ю. Веселова, М. Н. Костюченко, Г.Ф. Дремучева // Хранение и переработка сельхозсырья, 2014. - № 10- С.42-44.

4. Веселова, А. Ю. Влияние овощных и фруктовых порошков на органолептические показатели хлебных палочек диабетического назначения / А.Ю. Веселова, М. Н. Костюченко, Г.Ф. Дремучева, С.А. Смирнова // Хлебопечение России, 2014. - № 5 – С. 18-20.

В других изданиях

5. Веселова, А.Ю. Нетрадиционное сырье в производстве палочек для больных сахарным диабетом / А.Ю. Веселова // Вестник НГИЭИ, 2013. - № 8 –С. 16-22.

6. Веселова, А.Ю. Использование «Бетулинсодержащего экстракта бересты» в производстве хлебобулочных изделий диабетического назначения / А.Ю. Веселова // Вестник НГИЭИ 2014. - № 4 –С. 18-24.

7. Костюченко, М.Н. Использование природных источников функциональных ингредиентов для повышения качества, безопасности и конкурентоспособности хлебобулочных изделий / М.Н. Костюченко, Г.Ф. Дремучева, А.Ю. Веселова //

Материалы всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы повышения конкурентоспособности продовольственного сырья и пищевых продуктов в условиях ВТО». -2013.- с. 143-146.

8. Веселова, А.Ю. Исследование влияния способа внесения «Бетулинсодержащего экстракта бересты» при тестоприготовлении на качество хлеба // Вестник НГИЭИ 2014. - № 10 (41) – С. 44-49.

9. Веселова, А.Ю. Разработка технологии производства хлебобулочных изделий для больных сахарным диабетом с использованием бетулинсодержащего экстракта бересты / А.Ю. Веселова // Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития экономики сельского хозяйства».-2014.- С.48-53.

10. Веселова, А.Ю. Использование натуральных ингредиентов для создания хлебобулочных изделий диабетического назначения / А.Ю. Веселова, М.Н. Костюченко // Сборник научных трудов VIII Международной конференции молодых ученых и специалистов «Фундаментальные и прикладные исследования по безопасности и качеству пищевых продуктов».-2014. – С.119-121.

11. Веселова, А.Ю. Разработка рецептур хлебных палочек диабетического назначения / А.Ю. Веселова, М. Н. Костюченко, Г.Ф. Дремучева, С.А. Смирнова // Материалы 17-й международной научно-практической конференции, посвященной памяти В. М. Горбатова «Теоретические и практические аспекты управления технологиями пищевых продуктов в условиях усиления международной конкуренции».- 2014.-. С.259-262.

Summary

Technology and a range of specialized bakery products (bread and bread sticks) for diabetic preventive nutrition using natural sources of biologically active substances – betulin-containing birch bark extract, finely dispersed vegetable, fruit and berry powders and CO₂ extracts taking into account their chemical composition and technological properties were developed. Their use provides high organoleptic, physical and chemical properties, microbiological safety and also an increase in the content of dietary fiber, minerals, vitamins, antioxidants in bakery products for diabetic preventive nutrition.

Diabetic properties of the developed products are confirmed by the results of clinical trials.

Используемые сокращения:

СД - сахарный диабет

СД 2 типа – сахарный диабет 2 типа

БАВ - биологически активные вещества.

БЭБ - бетулинсодержащий экстракт бересты.

МКБ - молочнокислые бактерии.