

На правах рукописи

ИУНИХИНА ЕЛЕНА ВЛАДИМИРОВНА

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ
ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ НА ОСНОВЕ
ПРИМЕНЕНИЯ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ**

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

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва - 2015

Работа выполнена на кафедре «Высокотехнологичные производства пищевых продуктов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный университет пищевых производств»

Научный руководитель: **Богатырева Татьяна Глебовна**
доктор технических наук, профессор,

Официальные оппоненты: **Кочеткова Алла Алексеевна**
доктор технических наук, профессор
руководитель лаборатории пищевых биотехнологий и специализированных продуктов ФГБНУ НИИ питания

Шлеленко Лариса Андреевна,
кандидат технических наук,
заведующий отделом технологии хлебопекарного производства ФГБНУ НИИ хлебопекарной промышленности

Ведущая организация: ФГБНУ ВНИИ крахмалопродуктов

Защита состоится «___» _____ 2015 г. в ___ 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, ауд. 302, корп. А.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет пищевых производств».

С авторефератом можно ознакомиться на официальных сайтах ВАК Минобрнауки РФ (<http://vak.ed.gov.ru/>) и ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет пищевых производств» (<http://www.mgupp.ru>).

Автореферат разослан «___» _____ 2015 г.

Ученый секретарь совета

Д 212.148.03, к.т.н., доц.

И.Г.Белявская

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. «Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 г.» (утв. Распоряжением Правительства РФ от 17 апреля 2012 г. № 559-р), разработанная с учетом «Основ государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 г.» (утв. Распоряжением Правительства РФ от 25 октября 2010 г. № 1873-р), предусматривает значительно расширить выработку продуктов с заданными качественными характеристиками, лечебно-профилактических и, в целом, специализированных продуктов. Увеличение производства таких продуктов невозможно без внедрения новых технологий, использования новых видов сырья, в том числе полученного с использованием биотехнологий. Отраслевая целевая программа «Развитие хлебопекарной промышленности Российской Федерации на 2014-2016 гг.» (утв. приказом Минсельхоза РФ от 19 марта 2014 г. № 83) предусматривает увеличение производства диетических и обогащенных различными микронутриентами хлебобулочных изделий (хлебобулочных изделий функционального назначения) до 130 тыс. т.

Перспективными видами растительного сырья, еще недостаточно используемыми при производстве ржаных хлебобулочных изделий и как известно обладающими рядом преимуществ, могут рассматриваться льняная, гречневая, полбяная мука. Для обогащения хлебобулочных изделий весьма перспективно использование органических форм микроэлементов.

С этих позиций совершенствование технологии, использование новых видов нетрадиционного растительного и минерального сырья является актуальной задачей для отрасли, решение которой позволит не только расширить ассортимент хлебобулочных изделий для здорового питания, но и повысить их пищевую ценность. Данное направление имеет особое значение в пищевой индустрии, поскольку хлебобулочные изделия являются продуктом массового потребления, повседневного спроса и относятся к социально значимым пищевым продуктам.

Степень разработанности темы. Разработкой и совершенствованием технологии хлебобулочных изделий для здорового питания занимались такие известные ученые как Л.Я. Ауэрман, Л.И. Пучкова, Р.Д. Поландова, Л.Н. Казанская, Н.В. Лабутина, И.В. Матвеева, Т.Г. Богатырева, Т.Б. Цыганова, О.А. Ильина, А.А. Кочеткова, Г.Г. Дубцов, Л.Н. Шатнюк, В.Д. Малкина, В.Я. Черных, Л.И. Кузнецова, А.С. Романов и др. Вместе с тем, исследования, направленные на применение нетрадиционного сырья в технологии ржаных и ржано-пшеничных хлебобулочных изделий профилактического назначения

мало известны, в связи с чем, данное направление является весьма инновационным и перспективным.

Цель и задачи исследования. Целью исследования явилась разработка технологических решений для специализированного ассортимента хлебобулочных изделий для здорового питания на основе применения нетрадиционного растительного сырья и источников эссенциальных микроэлементов с использованием принципов биоконверсии.

Для реализации поставленной цели решались следующие задачи:

- научное обоснование выбора нетрадиционного растительного сырья (льняной, полбяной и гречневой муки) и источников эссенциальных микроэлементов и определение возможности применения их в технологии хлебобулочных изделий профилактической направленности;
- исследование влияния льняной муки на органолептические и физико-химические показатели качества хлебобулочных изделий из ржаной и смеси ржаной и пшеничной муки при разном их соотношении;
- разработка технологических решений по применению льняной муки в процессе приготовления хлебобулочных изделий для здорового питания;
- разработка технологии и рецептуры хлебобулочных изделий на основе смеси ржаной, полбяной и гречневой муки, подвергнутой биоконверсии;
- разработка функциональных хлебобулочных изделий, обогащенных органической формой хрома;
- разработка технической документации, промышленная апробация разработанных изделий;
- оценка конкурентоспособности хлебобулочных изделий профилактической направленности в условиях современного хлебопекарного рынка.

Научные положения, выносимые на защиту:

1. Технологические решения по применению льняной муки в процессе приготовления ржаных и ржано-пшеничных хлебобулочных изделий;
2. Результаты экспериментальных исследований по разработке технологии и рецептуры хлебобулочных изделий на основе смеси ржаной, полбяной и биоконверсионной гречневой муки;
3. Результаты исследований по разработке функциональных хлебобулочных изделий, обогащенных органической формой хрома в виде добавки «Витасил-Сг».

Научная новизна. Научно доказана и экспериментально подтверждена целесообразность использования нетрадиционного растительного сырья и источников эссенциальных микроэлементов в технологии хлебобулочных изделий специализированного назначения повышенной пищевой ценности и антиоксидантной емкости.

Впервые предложены технологические решения по использованию льняной, полбяной муки в производстве ржаных и ржано-пшеничных хлебобулочных изделий.

Для использования гречневой муки в технологии ржаных видов хлебо-булочных изделий впервые предложен принцип биоконверсии с помощью термофильных молочнокислых бактерий.

Показана возможность обогащения хлебобулочных изделий органической формой хрома. Получены новые данные о сохранности хрома в хлебо-булочных изделиях.

Оптимизирован рецептурный состав хлебобулочных изделий с добавлением льняной, полбяной, гречневой муки и добавкой «Витасил-Сг».

Научная новизна подтверждена патентом «Способ производства ржаного хлеба с гречневой мукой» и заявкой на изобретение с положительным решением «Способ производства ржаного хлеба с льняной мукой».

Практическая значимость. На основании проведенных исследований разработаны рецептуры ржаных хлебобулочных изделий с добавлением льняной, полбяной и гречневой муки, что позволяет расширить ассортимент изделий профилактического назначения.

Разработаны «Способ производства ржаного хлеба с гречневой мукой» и «Способ производства диетического ржано-льняного хлебобулочного изделия», техническая новизна которых защищена патентом РФ на изобретение № 2519754 от 20 июня 2014 г. и положительным решением по заявке на изобретение № 2014110873 приоритет от 21 марта 2014 г. Разработана техническая документация на хлебобулочные изделия, обогащенные добавкой «Витасил-Сг» (ТУ, ТИ, РЦ).

Проведена промышленная апробация технологии в условиях ООО «Колос», г. Новомосковск, Тульская обл., которая подтвердила возможность производства хлебобулочных изделий, обогащенных органической формой хрома в виде добавки «Витасил-Сг» в производственных условиях.

Анализ конкурентоспособности и расчет экономической эффективности от внедрения новых видов хлебобулочных изделий профилактической направленности показал, что прибыль от производства вырастет на 1,2 % по сравнению со стандартным ассортиментом и подтвердил конкурентоспособность продукта в условиях современного рынка хлебобулочных изделий.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы обсуждались на IV Международной конференции «Индустрия пищевых ингредиентов XXI века» (Москва, 2011), IV Международном хлебопекарном форуме (Москва, 2011), конференции «Живые системы» (Москва, 2012), конференции «Современная торговля» (Екатеринбург, 2012), V Международном хлебопекарном форуме (Москва, 2012), Международной научно-практической конференции «Использование электрофизических методов для оценки качества пищевых продуктов» (Санкт-Петербург, 2012), IV International conference on colloid chemistry and physicochemical mechanics (Москва, 2013), VI Международном хлебопекарном форуме (Москва, 2013), Международной конференции «Хлебопекарное производство–2014» (Москва, 2014).

Публикации. По результатам исследований опубликовано 18 печатных работ, в том числе 3 в журналах, рекомендованных ВАК РФ, один патент РФ и одна заявка на изобретение с положительным решением.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, выводов, списка литературы и приложений. Работа изложена на ___ страницах основного текста, включает ___ рисунка и ___ таблиц. Список литературы содержит 139 источника, в том числе 12 зарубежных авторов.

Структурная схема исследований представлена на рис. 1.

1. Обзор литературы

В обзоре научно-технической литературы обобщены данные об ассортименте хлебобулочных изделий специализированного и функционального назначения. Приведены сведения об опыте применения различных видов растительного и минерального сырья как рецептурных компонентов хлебобулочных изделий, рассмотрены основные характеристики льняной, полбяной, овсяной и гречневой муки. Один из подразделов обзора литературы посвящен современным способам внесения микроэлементов в форме гидролизатов дрожжей в рецептуру хлебобулочных и кондитерских изделий. Рассмотрены принципы биоконверсии растительного сырья и определена роль данного процесса для подготовки нетрадиционного сырья в хлебопекарном производстве.

На основе проведенного анализа научно-технической литературы сформулированы цель и задачи исследования, направленные на совершенствование технологии и расширение ассортимента ржаных, ржано-пшеничных и пшеничных хлебобулочных изделий в результате применения нетрадиционного растительного сырья и источников эссенциальных микроэлементов на основе принципов биоконверсии.

2. Экспериментальная часть

Исследования проводили в лабораториях кафедры «Высокотехнологичные производства пищевых продуктов» ФГБОУ ВПО МГУПП, Испытательном лабораторном центре НИИ питания, в лаборатории Института биохимии им. А.Н. Баха РАН. Производственные испытания осуществляли в условиях хлебопекарного предприятия ООО «Колос», г. Новомосковск, Тульская область.

2.1. Объекты и методы исследований

При проведении исследований использовали муку ржаную обдирную по качеству соответствующую ГОСТ 52809-2007; муку льняную – ТУ 9146-004-95947205-2011; муку пшеничную хлебопекарную первого сорта - ГОСТ Р 52189-2003; дрожжи прессованные хлебопекарные - ГОСТ Р 54731-2011; соль поваренную пищевую - ГОСТ Р 51574-2000; воду питьевую – СанПиН 2.1.4.1074-01; муку полбяную - ТУ 9293-002-94319966-2010; муку гречневую - ГОСТ Р 31645-2012; смесь пищевую хлебопекарную «Фитнес микс овсяная» - ТУ 9295-040-18256266-05; добавку «Витасил-Ст» (ферментолитат

дрожжей с содержанием хрома в дрожжах 1200 мкг/г ($\pm 10\%$) – ТУ 9182-007-45877963-04; сухую клейковину - ТУ 9189-005-00365517-06; масло подсолнечное рафинированное дезодорированное - ГОСТ 1129-2013; музейные штаммы чистых культур молочнокислых бактерий: мезофильные – вида *Lactobacillus plantarum*: штаммы А63, И30, И35; вида *L. casei* штамм С1; вида *L. acidophilus*-146; вида *L. brevis* штаммы В5, В78; вида *L. fermentii*-34; термофильные - вида *L. delbrueckii*-40.

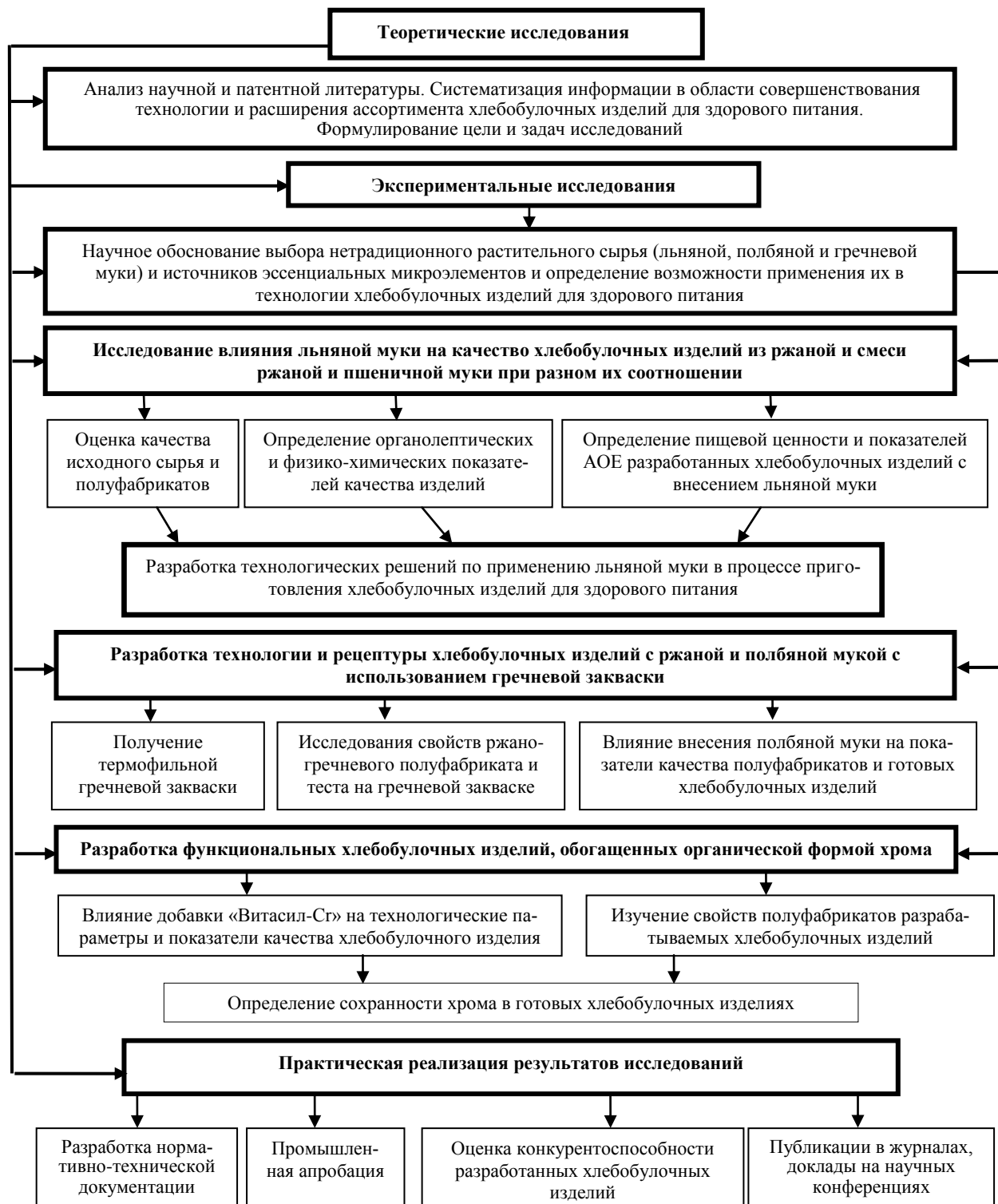


Рис. 1. Структурная схема исследований

В работе применяли общепринятые и специальные методы анализа свойств сырья и полуфабрикатов, а также качества готовых изделий.

Образцы муки пшеничной хлебопекарной первого сорта, муки ржаной обдирной, гречневой, полбяной и льняной были проанализированы по органолептическим и физико-химическим показателям качества в соответствии с требованиями нормативно-технической документации.

У заквасок, приготовленных из ржаной, гречневой и льняной муки, были определены влажность, кислотность, подъемная сила.

Реологические свойства полуфабрикатов и водопоглатительную способность (ВПС) муки определяли по фаринограммам, полученным на приборе «Фаринограф»; газообразующую и газодерживающую способность, а также оптимальную продолжительность брожения теста - на реоферментометре «Rheofermentometr-F3». Структурно-механические свойства мякиша хлебобулочных изделий определяли на приборе «Пенетромтр АП-4/1».

При проведении лабораторных выпечек хлебобулочных изделий тесто готовили с использованием ржаных, льняных и гречневых заквасок, а также ускоренным способом. Анализ проб хлебобулочных изделий проводили через 16-18 ч после выпечки по органолептическим и физико-химическим показателям.

Определение антиоксидантной емкости (АОЭ) хлебобулочных изделий проводили в ИНБИ РАН по методике, основанной на реакции обесцвечивания катион-радикала АБТС, с использованием спектрофотометра «Carry 100 Bio» (США).

Расчет пищевой и энергетической ценности разработанных хлебобулочных изделий проводили в соответствии с ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки» по методике, разработанной ФГБНУ НИИХП.

Для определения влияния вносимой добавки «Витасил-Ст» на технологические параметры и показатели качества хлебобулочных изделий было проведено планирование эксперимента с применением композиционного равномер-рототабельного метода и обработкой экспериментальных данных с использованием программы MATSTAT и Microsoft Excel 2007.

Определение содержания хрома в образцах хлебобулочных изделий проводили в Испытательном лабораторном центре ФГБНУ НИИ питания. Минерализацию проб проводили по ГОСТ 26929-94. Хром определяли атомно-абсорбционным методом по ГОСТ 30178-96.

2.2. Результаты исследования и их анализ

2.2.1. Научное обоснование выбора нетрадиционного сырья для расширения ассортимента хлебобулочных изделий профилактической направленности

Анализ научно-технической литературы подтвердил, что внесение в рецептуру льняной, полбяной, гречневой муки способствует повышению пищевой, биологической ценности, а также улучшению органолептических и физико-химических показателей готовых изделий. Несмотря на то, что данные компоненты являются нетрадиционными в рецептуре хлебобулочных

изделий из ржаной и пшеничной муки или их смеси, нельзя не отметить, что они являются натуральными компонентами и обладают рядом преимуществ по сравнению с традиционным сырьем. Так, гречневая мука содержит значительное количество белка (13,6 %), сбалансированного аминокислотного состава, витамины группы В и минеральные вещества (калий, магний, железо). Льняная мука отличается высоким содержанием белка (36 %), пищевых волокон (32,2 %), полиненасыщенных жирных кислот (α -линоленовая - 50,2 %) и макро- и микроэлементов (калий, магний, цинк). Полба является диким предком пшеницы, а полбяная мука по сравнению с пшеничной, более богата белком (14 %) пищевыми волокнами (10 %), витаминами группы В, макро- и микроэлементами.

Одним из перспективных пищевых источников макро- и микронутриентов являются продукты переработки пищевых дрожжей – их ферментативные гидролизаты. Особый интерес представляет использование биологически активной добавки «Витасил-Сг» как пищевого источника органической формы хрома в питании лиц, страдающих инсулиннезависимым сахарным диабетом типа 2. Хром, являясь эссенциальным микроэлементом, участвует в нормализации углеводного обмена. Физиологическая потребность в хrome определена и для взрослых составляет 50 мкг/сутки.

Анализ существующих информационных источников позволил обосновать использование льняной, гречневой, полбяной муки и добавки «Витасил-Сг» как сырьевых компонентов, применяемых в рецептуре хлебобулочных изделий для расширения ассортимента и придания им профилактической направленности.

2.2.2. Исследование влияния льняной муки на органолептические и физико-химические показатели качества хлебобулочных изделий из ржаной и смеси ржаной и пшеничной муки при разном их соотношении

В работе рассмотрено два подхода использования льняной муки: при приготовлении хлебобулочных изделий из ржаной муки при внесении льняной муки в виде закваски, а также взамен пшеничной муки при приготовлении ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с различным соотношением ржаной и пшеничной муки.

Использование льняной муки при приготовлении хлебобулочных изделий из ржаной муки

При исследовании влияния льняной муки на свойства хлебобулочных изделий из ржаной обдирной муки, льняную муку вносили в форме закваски. Контрольными образцами были выбраны изделия, вырабатываемые из муки ржаной обдирной на ржаной густой закваске. Льняную закваску готовили из льняной муки, воды, ферментного препарата и чистой культуры, ржаную – традиционным способом.

Сравнение показателей качества льняной и густой ржаной заквасок (табл. 1) показывает, что льняная закваска имеет меньшую кислотность, но более высокую влажность при равных значениях подъемной силы.

Таблица 1. Показатели качества льняной и густой ржаной заквасок

Наименование показателей	Закваска	
	Ржаная густая	Льняная
Кислотность, град	14	7
Влажность, %	49,3	81,4
Подъемная сила, мин	25	25

Далее исследовали влияние дозировок льняной муки в количестве до 30% к массе муки на свойства хлебобулочных изделий из ржаной обдирной муки. На рис. 2 представлены фотографии готовых изделий с различной дозировкой вносимой льняной муки, а на рис. 3 - органолептическая оценка качества готовых ржано-льняных изделий.



Рис. 2. Внешний вид и структура пористости хлебобулочных изделий с внесением 10, 20, 30% льняной муки и контрольный образец

Исходя из органолептической оценки качества образцов ржано-льняных изделий (рис. 3), можно сделать вывод, что внесение льняной муки оказывает влияние на качество хлебобулочных изделий. Характер влияния зависит от количества вносимых компонентов в рецептуру хлебобулочных изделий.

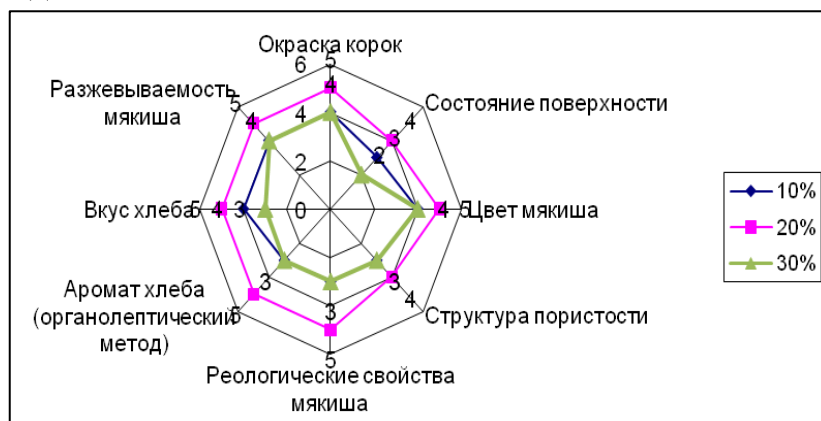


Рис. 3. Органолептическая оценка хлебобулочных изделий с внесением льняной муки в количестве 10, 20 и 30%

Установлено, что лучшими органолептическими показателями обладает образец с содержанием льняной муки в количестве 20% к массе муки. Обобщая данные органолептической оценки можно сделать вывод о том, что добавление в ржаной хлеб льняной муки в количестве 20% к массе муки позволяет улучшить органолептические показатели, такие как вкус и аромат, а также придать мякишу насыщенный цвет. По физико-химическим показателям также следует выделить образец изделия с внесением 20% льняной муки – кислотность мякиша составляла 5 град, влажность мякиша 53,4%, удельный объем хлеба – 1,1 г/см³. Данные показатели несколько уступают контрольному образцу. Вместе с тем, следует учесть, что разрабатываемое изделие име-

ет профилактическую направленность, физико-химические показатели качества не имеют решающего значения.

Использование льняной муки при приготовлении хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки при разном их соотношении

Льняную муку вносили взамен пшеничной муки при приготовлении ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с различным соотношением ржаной и пшеничной муки, а также в форме закваски взамен густой закваски.

Исследовали влияние различных дозировок льняной муки на физико-химические и органолептические показатели качества готовых изделий. Изделия вырабатывали по рецептурам ржано-пшеничных изделий при соотношении ржаной и пшеничной муки 60:40, 70:30 и 80:20. Льняную муку вносили в количестве от 5 до 20% взамен пшеничной в зависимости от рецептуры. Установлено, что внесение льняной муки оказывает влияние на физико-химические и органолептические показатели качества готовых изделий. С увеличением дозировки льняной муки величины удельного объема и пористости ржано-пшеничных изделий постепенно снижались (рис. 4, 5).

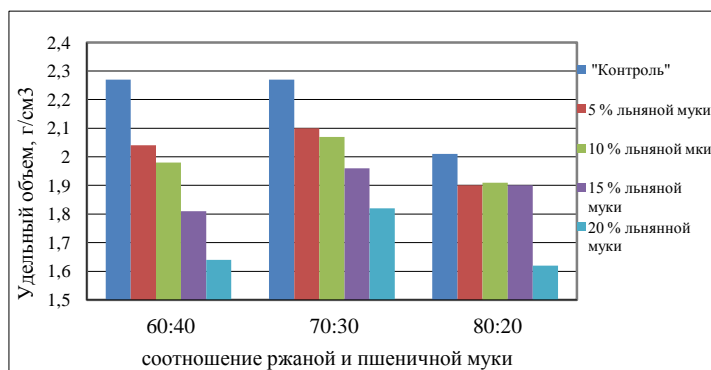


Рис. 4. Влияние льняной муки на удельный объем хлебобулочных изделий, приготовленных из ржаной обдирной и пшеничной муки первого сорта, при соотношении 60:40, 70:30 и 80:20 на густой закваске

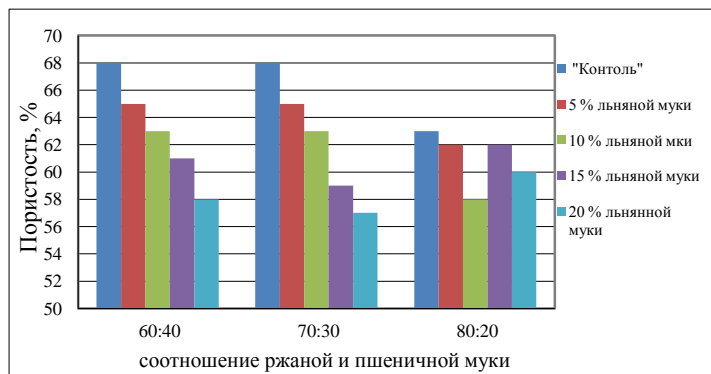


Рис. 5. Влияние льняной муки на пористость хлебобулочных изделий, приготовленных из ржаной обдирной и пшеничной муки первого сорта, при соотношении 60:40, 70:30 и 80:20 на густой закваске

Фотографии готовых изделий представлены на рис. 6.



Рис. 6. Хлебобулочные изделия, приготовленные из смеси ржаной обдирной и пшеничной муки первого сорта при соотношении 70:30, с добавлением льняной муки на густой закваске: «К» - контроль, «1» - 5%, «2» - 10%, «3» - 15%, «4» - 20%

Результаты органолептической оценки качества разрабатываемых хлебобулочных изделий (рис. 7) позволили выявить отличия во вкусо-ароматических характеристиках, размере и равномерности распределения пор по сравнению с контролем без внесения льняной муки. Максимальную балльную оценку имели образцы ржано-пшеничных изделий (при всех соотношениях ржаной и пшеничной муки), приготовленные с добавлением льняной муки в количестве 15% взамен муки.

Комплексно оценивая органолептические и физико-химические показатели качества ржано-пшеничных изделий, можно сделать вывод, что оптимальная дозировка льняной муки, вносимой взамен пшеничной составляет 10-15%. При данной дозировке готовые изделия по показателям качества приближаются к контрольным образцам (без внесения льняной муки).

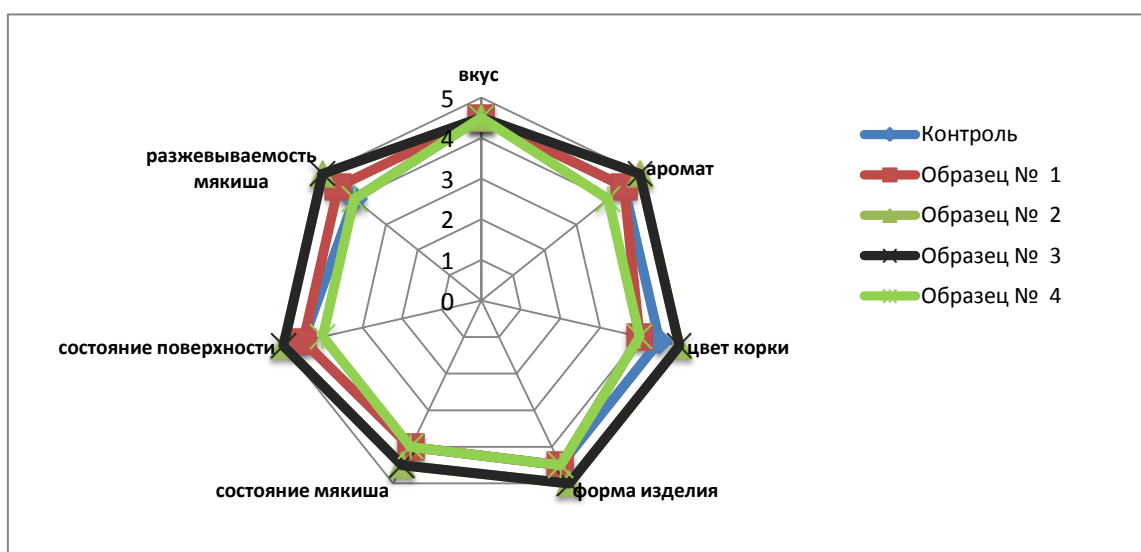


Рис. 7. Влияние различных дозировок льняной муки (5, 10, 15 и 20%, «Контроль» - без внесения льняной муки) на органолептические показатели качества хлебобулочных изделий, приготовленных из смеси ржаной обдирной и пшеничной муки первого сорта при соотношении 80:20

2.2.2. Разработка технологических решений по применению льняной муки в процессе приготовления хлебобулочных изделий для здорового питания. Определение пищевой ценности и показателей АОЕ разработанных изделий

Полученные результаты исследования влияния льняной муки на органолептические и физико-химические показатели качества изделий однозначно подтверждают возможность использования льняной муки в рецептуре ржаных хлебобулочных изделий, придавая им профилактические свойства. Рецепт ржано-льняного изделия включает ржаную и льняную муку, вносимую в виде льняной закваски, соль, дрожжи и воду. Технология приготовления изделий в виде схемы представлена на рис. 8.

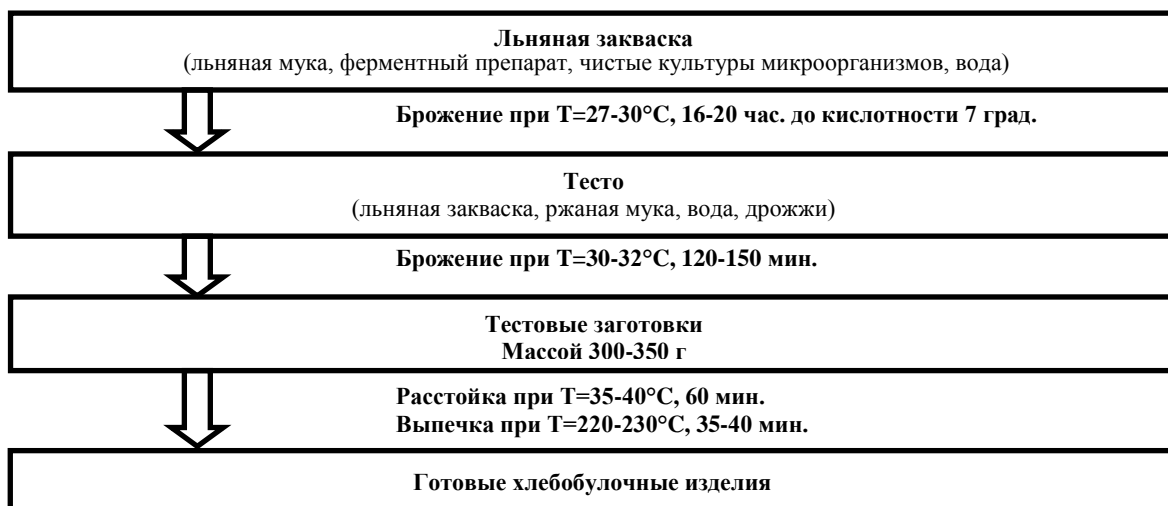


Рис. 8. Схема приготовления ржано-льняного хлебобулочного изделия

В работе выполнен расчет пищевой ценности ржано-льняных хлебобулочных изделий с установленной оптимальной дозировкой льняной муки. Полученные результаты показали, что разработанные изделия имеют достаточно высокие значения по количеству белка (11,1 г) и пищевых волокон (10,7 г). Содержание жира и углеводов составило 2,6 г и 39,4 г соответственно. Анализ полученных данных показал, что потребление 100 г ржано-льняных хлебобулочных изделий (с внесением льняной муки в количестве 20%) удовлетворяет суточную потребность по основным группам веществ (в соответствии с ТР ТС 022/2011) в следующих количествах: по белкам на 14,8%, по углеводам на 10,8%, по жирам на 3,1%, по пищевым волокнам на 35,6%.

Установлено, что внесение льняной муки в хлебобулочные изделия из ржаной обдирной муки существенно увеличивает содержание белка и пищевых волокон при незначительном увеличении энергетической ценности в сравнении с ржаным хлебом.

Определение показателей антиоксидантной емкости (АОЕ) хлебобулочных изделий с внесением льняной муки

В качестве объектов исследования были выбраны пробы ржано-льняных хлебобулочных изделий с внесением льняной муки в количестве 20%, в качестве контрольного образца - хлебобулочное изделие без внесения льняной муки. В готовых изделиях определяли значение АОЕ гидро- и липофильных фракций исследуемых образцов хлебобулочных изделий спектрофотометрическим методом с использованием тролокс-эквивалента (ТЭ) по отношению к катион-радикалу АВТС^{•+} в условиях лаборатории группы «Аналитическая биохимия» ИНБИ РАН. Результаты исследования приведены на рис. 9.

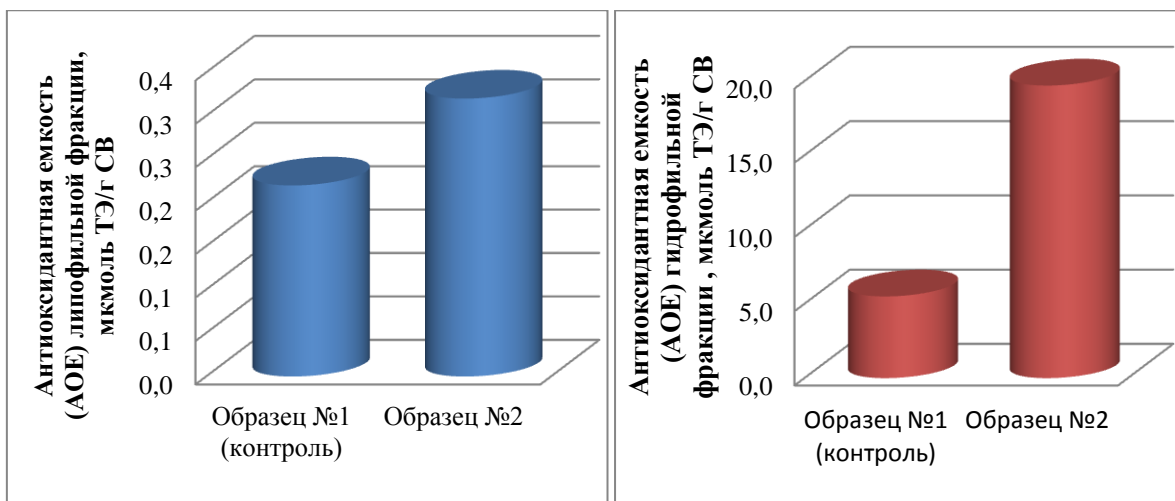


Рис. 9. Антиоксидантная емкость липофильной и гидрофильной фракций хлебобулочных изделий: № 1 – Контроль, № 2 – с 20% льняной муки

Установлено, что хлебобулочные изделия с льняной мукой обладают высокими значениями АОЕ как гидрофильной, так и липофильной фракций. Так, значение АОЕ гидрофильной фракции хлебобулочных изделий с льняной мукой составляет 15,2-19,7 мкмоль ТЭ/г СВ, что в три раза выше по сравнению с контрольным значением (5,5 мкмоль ТЭ/г СВ). Значение АОЕ липофильной фракции ржано-льняных изделий составляет 0,26-0,32 мкмоль ТЭ/г СВ, что на 10-30% выше, чем у контрольного образца. Полученные данные позволили сделать вывод, что ржано-льняное хлебобулочное изделие, помимо значительного содержания белка, пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ, обладает высокими показателями антиоксидантной емкости, что придает им профилактическую направленность.

2.2.4. Разработка технологии и рецептуры хлебобулочных изделий с ржаной и полбяной мукой с использованием гречневой закваски

Обзор литературы показал, что мука из полбы, по сравнению с пшеничной, более богата белком, пищевыми волокнами, витаминами группы В, макро- и микроэлементами. Известен ряд работ по использованию полбяной муки при производстве пшеничных хлебобулочных изделий. Нам представлялось интересным разработать хлебобулочные изделия на основе ржаной муки.

Целью проведенных исследований было определение влияния внесения полбяной муки на показатели качества полуфабрикатов и готовых хлебобулочных изделий, приготовленных с использованием ржаной муки и гречневой закваски. Закваску готовили по предложенному нами способу (патент РФ на изобретение № 2519754 от 20 июня 2014 г.).

Термофильную закваску на гречневой муке готовили в два этапа: на первом этапе проводили процесс выращивания чистых культур *L.delbruckii-40*, которые способны сбраживать глюкозу без образования диоксида углерода с оптимальной температурой роста 45-50°C; на втором этапе готовили за-

кваску на чистых культурах термофильных молочнокислых бактерий. Гречневая термофильная закваска имела влажность 54,7% и кислотность 14 град.

Приготовление теста из муки ржаной обдирной на гречневой закваске осуществляли двухфазным способом согласно схеме, представленной на рис. 10.

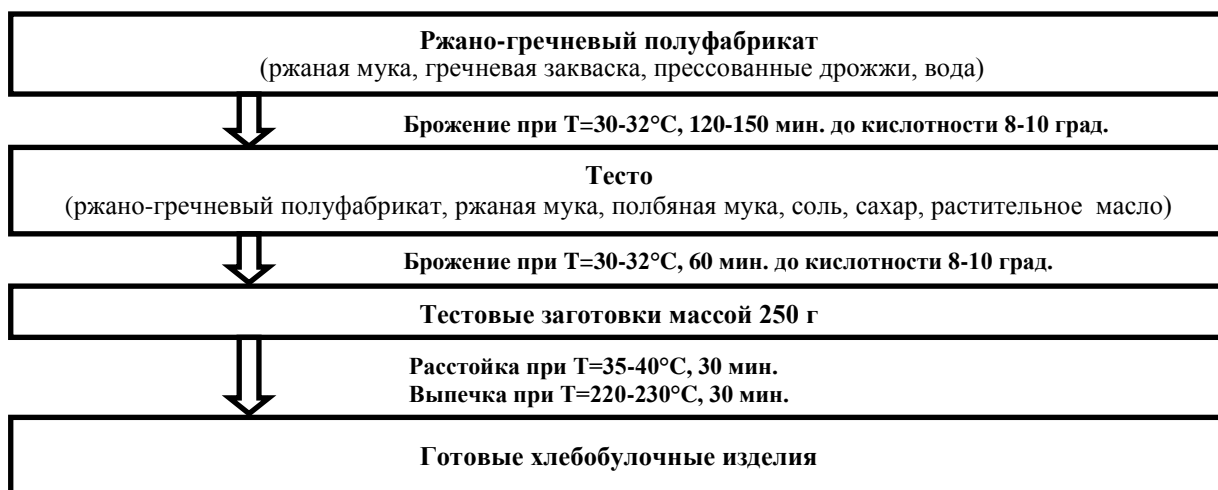


Рис. 10. Схема приготовления хлебобулочного изделия с ржаной и полбяной мукой на гречневой закваске

Далее было принято решение исследовать процесс кислотонакопления в полуфабрикате и тесте. Измерение кислотности проводили сразу после окончания замеса полуфабриката, затем теста и через каждые 30 мин. в процессе брожения полуфабриката, затем теста в течение 3,5 час., последнее измерение было сделано сразу после окончания брожения теста. Результаты данных исследований представлены в графиках на рис. 11.

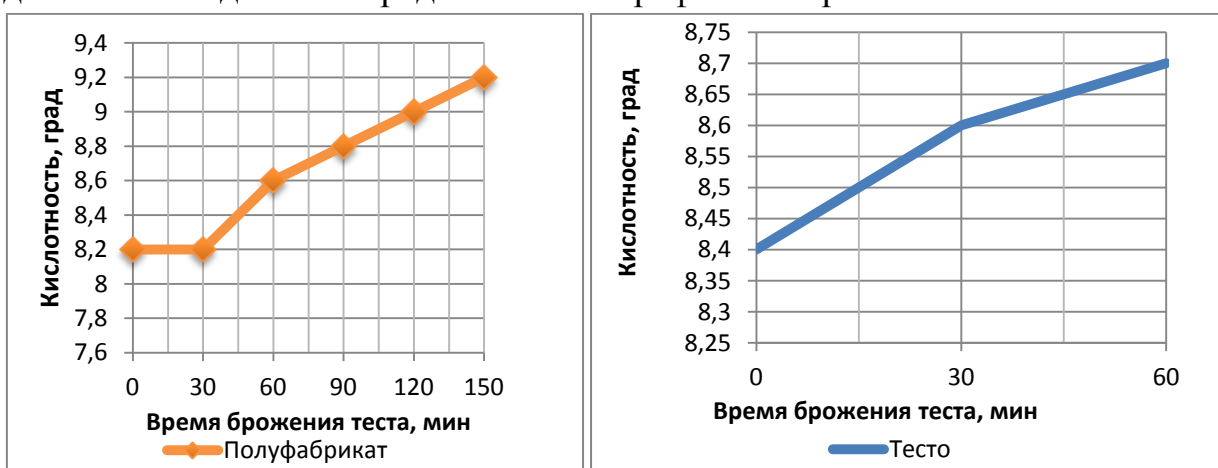


Рис. 11. Кинетика накопления кислотности в ржано-гречневом полуфабрикате и тесте

Полученные данные показали, что в процессе брожения ржано-гречневого полуфабриката происходит интенсивное нарастание кислотности, которая при дальнейшем брожении обеспечивает высокую кислотность теста (8-9 град).

Для дальнейшего изучения процесса газообразования и оптимальной продолжительности брожения ржано-гречневого полуфабриката и теста, были проведены исследования на приборе «Rheofermentometr-F3».

Определение газообразующей и газодерживающей способности, оптимальной продолжительности брожения полуфабриката и теста с использованием прибора «Rheofermentometr-F3»

В ржано-гречневом полуфабрикate и тесте определяли газообразующую и газодерживающую способности, оптимальную продолжительность брожения с использованием прибора «Rheofermentometr-F3». На основании исследований были получены графики газообразования и газодерживания диоксида углерода при брожении ржано-гречневого полуфабриката (рис. 12) и теста (рис. 13).

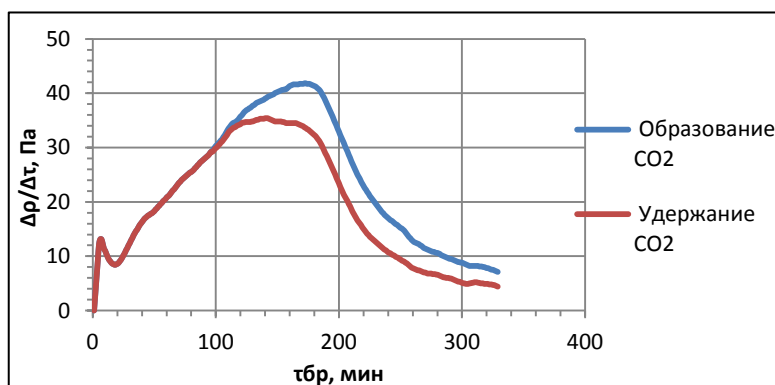


Рис. 12. Кривые газообразования и газодерживания диоксида углерода при брожении ржано-гречневого полуфабриката

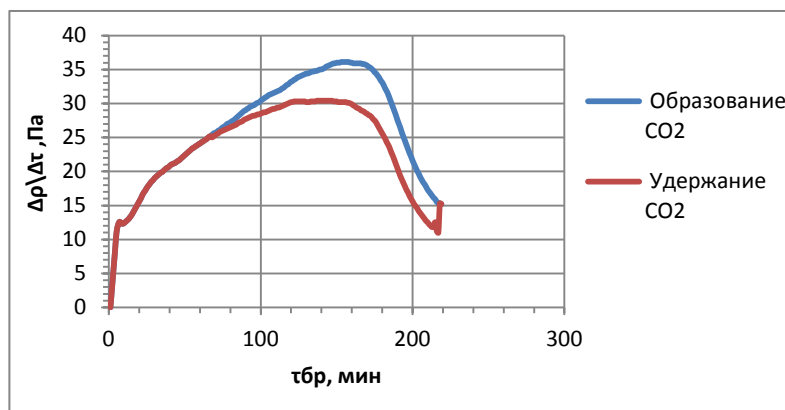


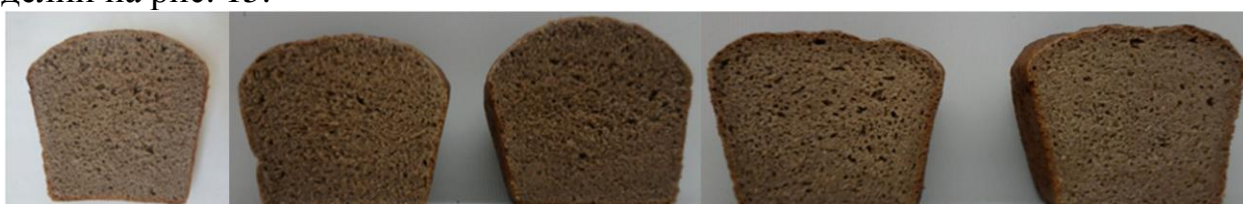
Рис. 13. Кривые газообразования и газодерживания диоксида углерода при брожении ржано-гречневого теста

Исследование газообразующей и газодерживающей способностей ржано-гречневого полуфабриката и теста с помощью прибора «Rheofermentometr-F3», выявило, что в ржано-гречневом полуфабрикate общий объем CO_2 составил 1757 см^3 ; газовыделение – $285 \text{ см}^3 \text{ CO}_2$, газодерживание – $1472 \text{ см}^3 \text{ CO}_2$; коэффициент удерживания системы составил 83,3%, время созревания полуфабриката составило 120 мин; в тесте общий объем CO_2 составил 1347 см^3 , газовыделение – $152 \text{ см}^3 \text{ CO}_2$, газодерживание – $1195 \text{ см}^3 \text{ CO}_2$; коэффициент удерживания системы составил 83,7%, время созревания теста – 60 мин.

Влияние полбяной муки на качество хлебобулочных изделий из ржаной муки с гречневой закваской

Для расширения области исследования была поставлена задача изучить возможность внесения полбяной муки в рецептуру ржаных изделий на гречневой закваске и влияние ее на показатели качества готовых изделий. Приготовление теста из муки ржаной обдирной с добавлением полбяной муки и гречневой закваской осуществляли двухфазным способом. В качестве контрольного образца было выбрано хлебобулочное изделие из ржаной обдирной муки с термофильной гречневой закваской (рис. 10). Полбяную муку вносили в количестве 5, 10, 15 и 20% к массе ржаной муки, идущей на замес теста.

Фотографии выпеченных готовых изделий представлены на рис. 14, профилограмма органолептических показателей качества разработанных изделий на рис. 15.



Контроль № 1 5% полбяной муки № 2 10% полбяной муки № 3 15% полбяной муки № 4 20% полбяной муки № 5

Рис. 14. Внешний вид и состояние мякиша готовых изделий из ржаной муки с гречневой закваской и полбяной мукой

В качестве критериев оценки органолептических показателей были использованы: состояние корки, цвет корки, вкус и аромат, форма изделия, пористость, состояние мякиша.

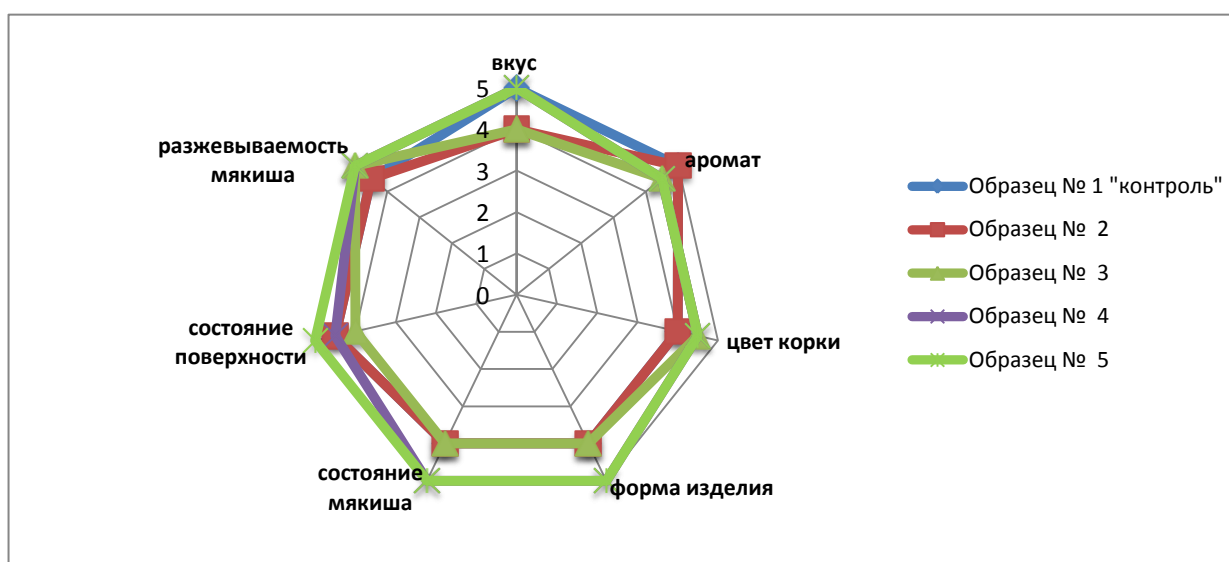


Рис. 15. Профилограмма органолептических показателей качества ржаных хлебобулочных изделий с гречневой закваской и полбяной мукой

Анализ профилограммы, представленной на рис. 15 показал, что все образцы имеют близкие органолептические показатели по балльной оценке качества. Следует отметить, что все образцы имели ярко выраженные вкус и аромат, свойственные данным изделиям, обладали правильной формой, без боковых выплывов. Образцы № 2, № 3, № 4, № 5 с внесением полбяной муки имели более привлекательную форму и внешний вид. Все изделия обладали хорошей равномерной пористостью, без пустот и уплотнений. Мякиш изделий был пропеченным, эластичным, не влажным на ощупь. После легкого надавливания пальцами принимал первоначальную форму. У всех образцов отсутствовали следы непромеса и комочки. Цвет корки имел коричневый оттенок, без подгорелостей. Это подтверждают и фотографии на рис. 14.

Для получения объективных и достоверных данных по влиянию полбяной муки на качество готовых изделий была проведена оценка и по физико-химическим показателям качества: удельный объем изделия, пористость, кислотность мякиша и влажность (рис. 16, 17, 18).

Удельный объем изделий был приблизительно одинаков, находился в пределах от 1,5 до 1,6 г/см³.

Сравнительная оценка образцов хлебобулочных изделий показывает, что внесение полбяной муки снижает влажность готовых изделий на 3-4% (рис. 16), кислотность на 2,0-2,6 град. (рис. 18), а также способствует улучшению пористости готовых изделий (рис. 17).

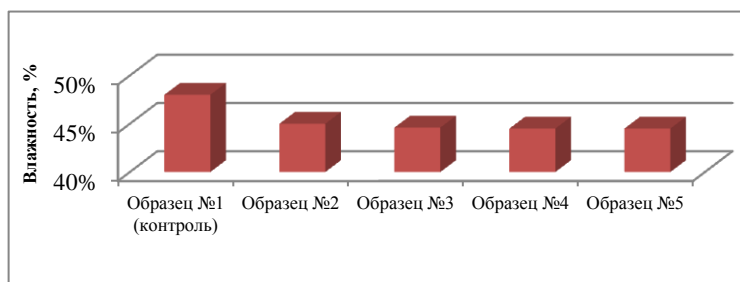


Рис. 16. Сравнительная оценка влажности образцов изделий с полбяной мукой

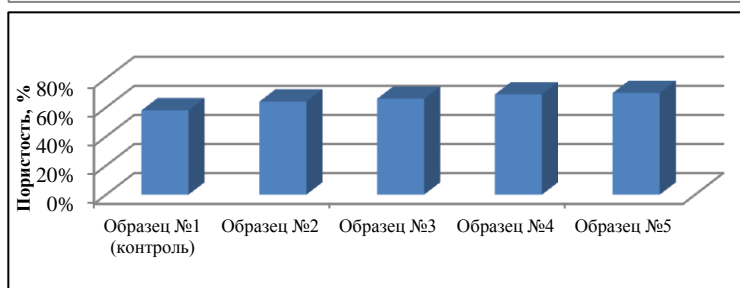


Рис. 17. Сравнительная оценка показателя пористости образцов хлебобулочных изделий с внесением полбяной муки

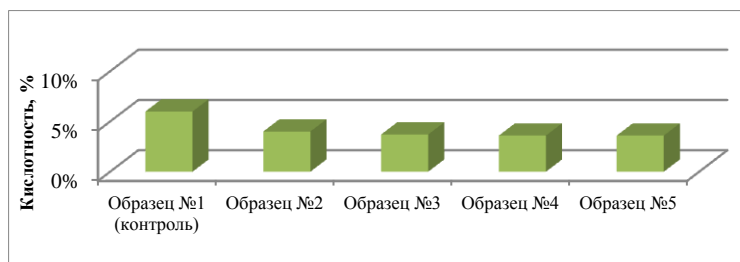


Рис. 18. Показатели кислотности образцов хлебобулочных изделий с внесением полбяной муки (образцы № 2, 3, 4, 5) и контроль (образец № 1)

Разработана рецептура и технология хлебобулочного изделия, определена дозировка полбяной муки в количестве 15-20% от массы ржаной обой-

ной муки, вносимой при замесе в тесто. Особенностью предлагаемой технологии является использование гречневой муки в виде закваски.

Итак, данное исследование подтвердило возможность использования полбяной муки в ржаных хлебобулочных изделиях с гречневой закваской для расширения ассортимента и показало, что разработанные изделия имеют привлекательный внешний вид, хорошие органолептические и физико-химические показатели.

2.2.5. Разработка функциональных хлебобулочных изделий профилактической направленности, обогащенных органической формой хрома

С целью совершенствования технологии хлебобулочных изделий профилактического назначения с применением органических форм микроэлементов были проведены исследования, связанные с разработкой рецептуры и определением оптимальных технологических параметров, а так же возможностью добавления ферментолизата дрожжей «Витасил-Ст». Добавка является источником биодоступной органической формы трехвалентного хрома.

Для придания хлебобулочному изделию профилактической направленности вносили ферментолизат дрожжей «Витасил-Ст» (содержание хрома в дрожжах 1200 мкг/г ($\pm 10\%$) в количестве от 15% до 50% суточной потребности организма человека в хrome (50 мкг/сут), в соответствии с рекомендациями ГОСТ Р 52349-2005 «Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные».

Приготовление хлебобулочного изделия осуществляли ускоренным способом, рецептура изделия состояла из следующего сырья: муки пшеничной хлебопекарной первого сорта с добавлением хлебопекарной смеси «Фитнес микс» овсяная, прессованных дрожжей, соли, воды и биологически активной добавки «Витасил-Ст».

Из исследований, проведенных ранее во МГУПП и НИИХП известно, что способ тестоприготовления существенно влияет на динамику утилизации углеводов хлеба в организме человека. Определено, что минимальной скоростью расщепления углеводов мякиша обладают хлебобулочные изделия, приготовленные ускоренным способом.

Исходя из этого, использовали интенсивный замес и ускоренную технологию тестоприготовления.

Влияние добавки «Витасил-Ст» на технологические параметры и показатели качества хлебобулочного изделия

Для определения влияния вносимой добавки «Витасил-Ст» на технологические параметры и показатели качества хлебобулочного изделия было

проведено планирование эксперимента с применением композиционного равномер-рототабельного метода.

Варьируемыми (управляемыми) факторами процесса являлись количество вносимого ферментализата дрожжей «Витасил-Ст» (X_1 , %) и температура воды для замеса теста (X_2 , °C). Контролируемыми параметрами (параметры оптимизации) - продолжительность расстойки, мин (Y_1); масса хлеба, г (Y_2); удельный объем хлеба, см³/г (Y_3); пористость, % (Y_4); кислотность, град. (Y_5); окраска корки, баллы (Y_6); состояние поверхности корки, баллы (Y_7); состояние мякиша, баллы (Y_8); разжевываемость, баллы (Y_9); аромат, баллы (Y_{10}); вкус, баллы (Y_{11}) и форма изделия, баллы (Y_{12}).

Результаты исследования влияния количества вносимой добавки «Витасил-Ст» и температуры воды для замеса теста на ход технологического процесса и качество хлебобулочного изделия обработаны при помощи компьютерной программы «Statistica», полученные графические зависимости представлены на рис. 19, 20, 21, 22.

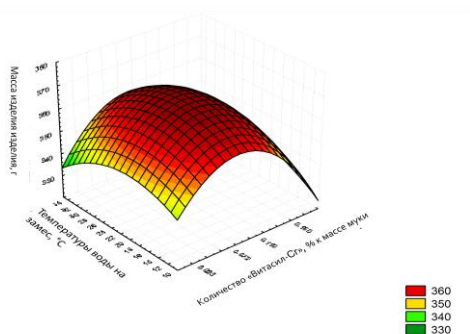


Рис. 19. Влияние вносимой добавки «Витасил-Ст» и температуры воды для замеса на массу хлебобулочного изделия

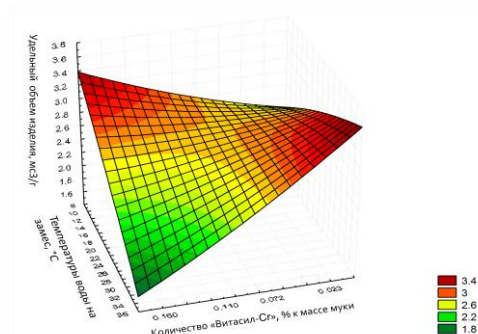


Рис. 20. Влияние вносимой добавки «Витасил-Ст» и температуры воды для замеса на удельный объем хлебобулочного изделия

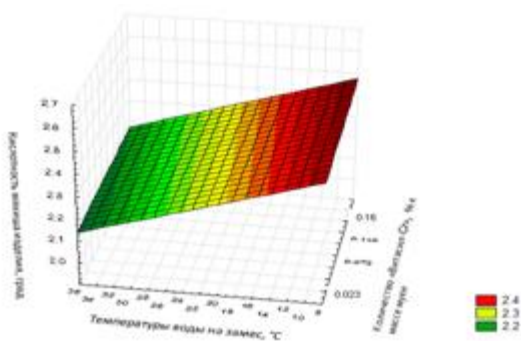


Рис. 21. Влияние вносимой добавки «Витасил-Ст» и температуры воды для замеса на кислотность мякиша хлебобулочного изделия

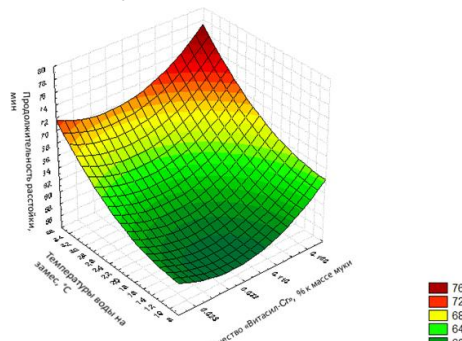


Рис. 22. Влияние вносимой добавки «Витасил-Ст» и температуры воды для замеса на продолжительность расстойки

Таким образом, математическая обработка экспериментальных данных и полученных зависимостей позволила установить, что при внесении «Вита-

сил-Ст» в количестве 15% от суточной потребности человека в хrome, температура воды для замеса должна быть 20 °С для достижения оптимальной продолжительности расстойки, удельного объема, пористости и органолептических показателей качества хлебобулочного изделия. При внесении «Витасил-Ст» в количестве 50% от суточной потребности человека в хrome, температура воды для замеса должна составлять 15-18 °С для достижения оптимальных технологических параметров и показателей качества хлебобулочного изделия с «Витасил-Ст».

Для дальнейшего изучения влияния вносимой добавки «Витасил-Ст» были проведены исследования, направленные на изучение свойств полуфабрикатов изделия, показателей качества изделий и сохранности хрома в готовых изделиях. Для анализа были выбраны образцы с внесением «Витасил-Ст» в количестве 15% от суточной потребности в хrome (образец № 2), образец с внесением «Витасил-Ст» в количестве 50% от суточной потребности в хrome (образец № 3), а также контрольный вариант без внесения «Витасил-Ст» (образец № 1).

Определение газообразующей и газодерживающей способности, оптимальной продолжительности брожения полуфабрикатов с использованием прибора «Rheofermentometr-F3»

В образцах № 2 и № 3, а также контрольном образце хлебобулочных изделий определяли газообразующую и газодерживающую способности, оптимальную продолжительность брожения полуфабрикатов с использованием прибора «Rheofermentometr-F3».

На основании исследований были получены графики газообразования и газодерживания диоксида углерода при брожении теста (рис. 23).

Анализируя полученные кривые, можно также отметить, что вид всех трех кривых отличается от классических и представленных ранее на рис. 12 и 13. Обращает на себя внимание появление точки перегиба при времени брожения 80 мин. Можно предположить, что это связано с присутствием в полуфабрикате смеси «Фитнес микс» овсяная в количестве 25% от массы муки, в состав которой входят хлопья овсяные, мука овсяная, крупа овсяная дробленая, мука пшеничная набухающая, отруби пшеничные, солод пшеничный, клейковина пшеничная, средство для обработки муки: аскорбиновая кислота, ферментные препараты.

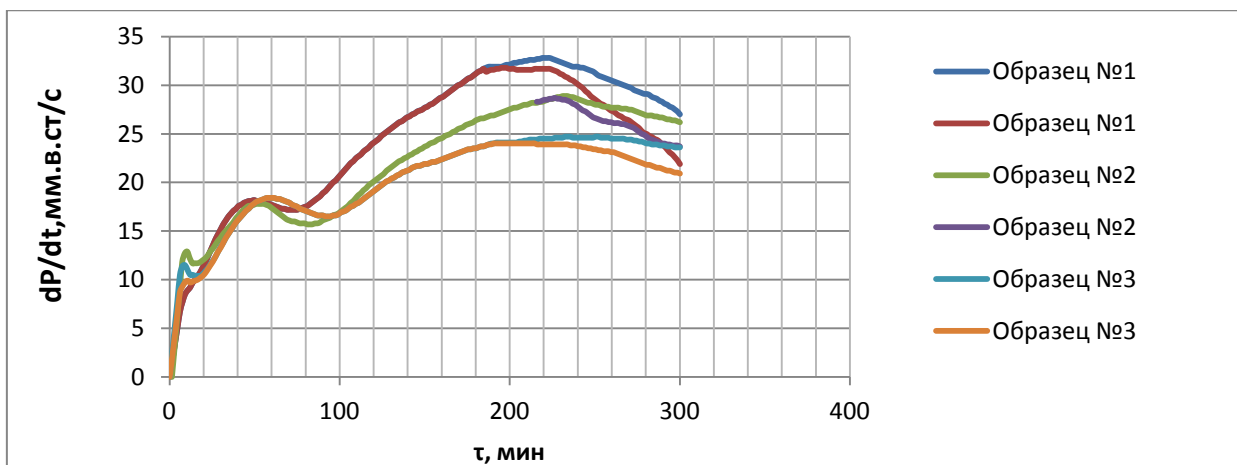


Рис. 23. Кривые газообразования и газодержания диоксида углерода при брожении теста

Следует отметить, что точка перегиба при 80 мин брожения полуфабриката совпадает с рекомендациями производителя смеси по оптимальной продолжительности брожения полуфабриката. При внесении добавки «Витасил-Сг» (в количестве 15 и 50% от суточной потребности человека в хrome) в образцах № 2 и № 3 по сравнению с образцом № 1 («Контроль») отмечено уменьшение величин газообразования и газовыделения, в то же время наблюдается увеличение газодерживающей способности полуфабриката.

Определение сохранности хрома в готовых хлебобулочных изделиях

В Испытательном лабораторном центре НИИ питания были проведены испытания образцов № 1, 2, и 3 на определение хрома в готовых хлебобулочных изделиях. Результаты представлены на диаграмме (рис. 24).

Анализируя полученные результаты следует отметить, что фактическое содержание хрома в образце № 2 составляет 63% от вносимого количества, а в образце № 3 – 55%. Выявлено, что потери хрома в готовых изделиях не превышают 45%. Данные результаты о сохранности хрома в готовых хлебобулочных изделиях получены впервые и нуждаются в дополнительных исследованиях.

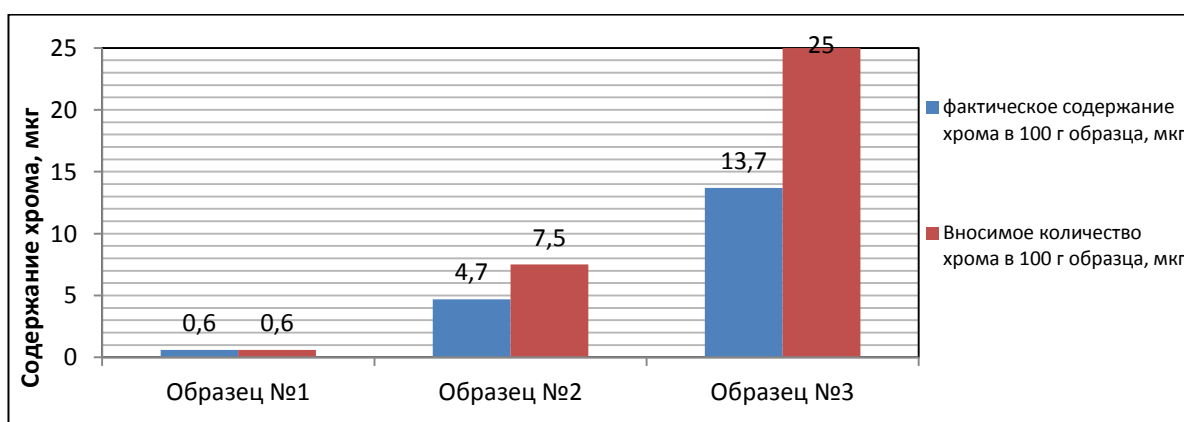


Рис. 24. Исследование содержания хрома в 100 г готовых изделий в сравнении с вносимым количеством

2.2.6. Разработка технической документации, промышленная апробация технологии разработанных изделий

На основании проведенных исследований разработана техническая документация (ТУ, ТИ, РЦ) на изделия хлебобулочные пшенично-овсяные, обогащенные добавкой «Витасил Сг».

На предприятии ООО «Колос» (г. Новомосковск, Тульская обл.) проведена промышленная апробация технологии хлебобулочных изделий, обогащенных добавкой «Витасил Сг», которая показала, что разработанные изделия характеризуются хорошими органолептическими и физико-химическими показателями качества и могут быть рекомендованы для внедрения на предприятиях хлебопекарной промышленности.

2.2.7 Оценка конкурентоспособности хлебобулочных изделий профилактической направленности в условиях современного хлебопекарного рынка

Для оценки конкурентоспособности хлебобулочного изделия, обогащенного хромом (проектируемый продукт), рассчитан показатель конкурентоспособности K_k данного изделия по отношению к небогащенному хлебобулочному изделию (базовый продукт). Результаты расчета показывают, что изделие будет конкурентоспособным, так как при внесении добавки «Витасил-Сг» оно приобретает профилактическую направленность и при правильном позиционировании на рынке должно пользоваться успехом у потребителя.

Анализ конкурентоспособности и расчет экономической эффективности от внедрения новых видов хлебобулочных изделий профилактической направленности показал, что прибыль от производства вырастет на 1,2% по сравнению со стандартным ассортиментом и подтвердил конкурентоспособность продукта в условиях современного рынка хлебобулочных изделий.

ВЫВОДЫ И ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Выполнена экспериментальная работа и теоретические исследования, направленные на совершенствование технологии и расширение ассортимента специализированных хлебобулочных изделий для здорового питания на основе применения нетрадиционного растительного сырья и источников эссенциальных микроэлементов с использованием принципов биоконверсии.

По результатам исследования сделаны следующие выводы:

1. Научно обосновано использование льняной, гречневой, полбяной муки и добавки «Витасил - Сг» как сырьевых компонентов рецептуры и предложены технологические решения по их применению в технологии хлебобулочных изделий для здорового питания профилактической направленности.
2. Установлено, что внесение льняной муки оказывает влияние на качество ржаных и ржано-пшеничных хлебобулочных изделий. Характер влияния зависит от количества вносимых компонентов в рецептуру хлебобулочных изделий.

2.1. Показано, что лучшими органолептическими и физико-химическими показателями качества обладают хлебобулочные изделия из ржаной и льняной муки, с содержанием льняной муки в количестве 20% взамен ржаной муки.

2.2. Комплексная оценка органолептических и физико-химических показателей качества ржано-пшеничных изделий показала, что оптимальная дозировка льняной муки, вносимой взамен пшеничной составляет 10-15 %. При данной дозировке готовые изделия по показателям качества приближаются к контрольным образцам (без внесения льняной муки).

3. Разработана рецептура ржано-льняного хлебобулочного изделия и предложены технологические решения по применению льняной муки в процессе его приготовления. Новизна подтверждена положительным решением по заявке на патент РФ № 2011410873 от 21 марта 2014 г. и заключается в использовании льняной муки в форме закваски, что позволило улучшить качество и пищевую ценность хлебобулочных изделий и придать им профилактическую направленность.

3.1. Установлено, что внесение льняной муки в хлебобулочные изделия из ржаной обдирной муки влияет на пищевую ценность изделия, существенно увеличивая содержание белка и пищевых волокон при незначительном увеличении энергетической ценности в сравнении с ржаным хлебом.

3.2. Показано, что хлебобулочные изделия с льняной мукой обладают высокими значениями АОЕ как гидрофильной, так и липофильной фракции. Так, значение АОЭ гидрофильной фракции в три раза выше, чем у контроля без льняной муки. Это придает хлебобулочным изделиям профилактические свойства.

4. Разработана рецептура хлебобулочных изделий с ржаной, полбяной и гречневой мукой. Показано, что оптимальная дозировка полбяной муки составляет 15-20%. Предложено технологическое решение по использованию гречневой муки в производстве ржаных хлебобулочных изделий. Новизна решения подтверждена патентом РФ № 2519754 от 20 июня 2014 г. Гречневая мука подвергается биоконверсии и вносится в виде закваски.

4.1. По результатам определения газообразующей и газодерживающей способности установлена оптимальная продолжительность брожения полуфабриката – 120 мин, а теста – 60 мин.

4.2. Установлено, что внесение полбяной муки снижает влажность готовых изделий на 3-4%, кислотность на 2,0-2,6 град. и способствует улучшению пористости готовых изделий, практически не влияя на удельный объем.

5. Разработаны рецептура и определены оптимальные технологические параметры производства хлебобулочных изделий, обогащенных органической формой хрома. Показана возможность применения ферментолизата дрожжей в виде добавки «Витасил-Сг» в рецептуре и технологии хлебобулочных изделий. Получены новые научные данные о сохранности хрома в хлебобулочных изделиях.

6. Разработана техническая документация (ТУ, ТИ, РЦ) на изделия хлебобулочные, обогащенные добавкой «Витасил-Ст». На предприятии ООО «Колос» (г. Новомосковск, Тульская обл.) проведена промышленная апробация технологии хлебобулочных изделий, обогащенных добавкой «Витасил - Ст», которая подтвердила возможность производства данного вида изделий на хлебопекарном предприятии.

7. Анализ конкурентоспособности и расчет экономической эффективности от внедрения новых видов хлебобулочных изделий профилактической направленности показал, что прибыль от производства вырастет на 1,2% по сравнению со стандартным ассортиментом и подтвердил конкурентоспособность продукта в условиях современного рынка хлебобулочных изделий.

Список опубликованных работ по теме диссертации

В изданиях, входящих в список ВАК:

1. Иунихина, Е.В. Использование полбяной муки в технологии хлебобулочных изделий /Т.Г. Богатырёва, Е.В. Иунихина, А.В. Степанова // Хлебопродукты, 2012. - № 2 - С. 40-42.
2. Иунихина, Е.В. Комплексный подход к управлению качеством хлеба / О.А. Ильина, А.С. Баландина, Е.В. Иунихина //Пищевая промышленность, 2013. - № 2 - С. 14-17.
3. Иунихина, Е.В. Льняная мука – источник антиоксидантов в хлебобулочных изделиях для здорового питания / И.Г. Белявская, Т.Г. Богатырева, Т.А. Юдина, Е.В. Иунихина, А.В. Степанова, В.П. Хотченков, А.О. Ружицкий, Б.Ц. Зайчик // Пищевая промышленность, 2015. - № 4 - С. 32-34.

Патент РФ

4. Богатырева Т.Г., Изосимов В.П., Иунихина Е.В., Егорова В.В. Патент РФ на изобретение № 2519754 «Способ производства ржаного хлеба с гречневой мукой»; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО МГУПП; опубл. 20.06.2014, бюл. № 17

Научные труды институтов и материалы конференций

5. Иунихина, Е.В. Дрожжевые гидролизаты – перспективный источник эссенциальных микроэлементов / Т.Г. Богатырёва, Е.В. Иунихина //Материалы Четвертой Международной конференции «Индустрия пищевых ингредиентов XXI века» (Международная промышленная академия, 23-25 мая 2011 г.), М.: Пищепромиздат, 2011. – С.165-167
6. Иунихина, Е.В. Совершенствование технологии хлебобулочных изделий профилактического назначения с использованием биологических форм микроэлементов /Т.Г. Богатырёва, Е.В. Иунихина //Материалы докладов Четвертого Международного хлебопекарного форума/ Международная промышленная академия. – Экспоцентр на Красной Пресне, 10-13 октября, 2011. – С.135-137
7. Иунихина, Е.В. Роль хлебобулочных изделий в профилактике сахарного диабета типа 2/ Т.Г. Богатырёва, Е.В. Иунихина //Сборник тезисов конференции «Живые системы», 2012. - С.126-128
8. Иунихина, Е.В. Конкурентоспособность хлебобулочных изделий профилактического назначения в условиях современного рынка хлебопечения /Т.Г. Богатырёва, Е.В. Иунихина // Сборник тезисов конференции «Современная торговля», 2012. – С.53-56
9. Иунихина, Е.В. Совершенствование технологии хлебобулочных изделий профилактического назначения с использованием ржаной и гречневой муки / Т.Г. Богатырёва, Е.В. Иунихина, В.В. Егорова, Е.В. Асадчих //Материалы докладов Пятого Международного хлебопекарного форума, М.: Пищепромиздат, 2012. – С.102-103
10. Иунихина, Е.В. Обогащение хлебобулочных изделий нетрадиционными видами растительного сырья /Т.Г. Богатырёва, Е.В. Иунихина, О.А. Ильина, А.С. Баландина // Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Используй-

- вание электрофизических методов для оценки качества пищевых продуктов», 2012. – С.164-167
11. Иунихина, Е.В. Анализ качества батонов из пшеничной муки высшего сорта с позиции здорового питания и соответствия стандартам / О.А. Ильина, А.С. Баландина, Е.В. Иунихина //Сборник материалов юбилейной X научно-практической конференции с международным участием «Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты», конференция молодых ученых «Инновационные технологии продуктов питания» /МГУПП, М.: 2012. – С. 37-39
 12. Иунихина, Е.В. Адаптация стандартов органолептической оценки пищевых продуктов для хлебобулочных изделий на примере ржано-пшеничного хлеба /О.А. Ильина, Е.В. Иунихина, А.С. Баландина //Сборник материалов юбилейной X научно-практической конференции с международным участием «Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты», конференции молодых ученых «Инновационные технологии продуктов питания» /МГУПП, М.: 2012. – С. 45-47
 13. Иунихина, Е.В. Соответствие национальным стандартам выпускаемых промышленными предприятиями батонов из муки высшего сорта /О.А. Ильина, А.С. Баландина, Е.В. Иунихина //Сборник научных трудов МПА: выпуск XI; под ред. В.А. Бутковского. – 2013. – С.249-258
 14. Иунихина, Е.В. Анализ результатов дегустации ржано-пшеничного хлеба с позиции стандартов органолептической оценки качества пищевых продуктов / О.А. Ильина, Е.В. Иунихина, А.С. Баландина //Сборник научных трудов МПА: выпуск XI; под ред. В.А. Бутковского. – 2013. – С.249-258
 15. Iunikhina, E.V. Bioconversion of plant raw materials for non-traditional products baking / T. G. Bogatyreva, Din, TchiChein, E.V. Iunikhina, E. V Acadchih // IV International conference on colloid chemistry and physicochemical mechanics. Books of abstracts – 2013. – p. 65
 16. Иунихина, Е.В. Совершенствование технологии хлебобулочных изделий профилактического назначения с использованием ржаной и льняной муки / Т.Г. Богатырёва, И.Г. Белявская, Е.В. Иунихина, А.В. Степанова //Материалы докладов Шестого Международного хлебопекарного форума /Международная промышленная академия 2-4 декабря 2013 г., М.: 2013. – С.12-13
 17. Иунихина, Е.В. Управление качеством хлеба. Комплексный подход, анализ и некоторые примеры /О.А. Ильина, А.С. Баландина, Е.В. Иунихина //Материалы докладов Шестого Международного хлебопекарного форума /Международная промышленная академия 2-4 декабря 2013 г., М.: 2013. – С.42-52
 18. Иунихина, Е.В. Разработка технологии ржано-льняных хлебобулочных изделий / Т.Г. Богатырёва, И.Г. Белявская, Е.В. Иунихина, А.С. Мох, А.В. Степанова // Материалы докладов Международной конференции «Хлебопекарное производство – 2014» / Международная промышленная академия 1-3 декабря 2014 г., М.: 2014. – С.76-79

The summary

Improving technology and expanding the specialized range of bakery products for healthy diet based on the use of non-traditional vegetable raw materials and sources of essential micronutrients. Scientifically substantiated use of flax, buckwheat and spelt flour, additives "Vitasil - Cr" as the raw materials used in the recipe of bread. Adding flax flour in baked goods with rye flour significantly increased the protein and dietary fiber content and slight increase energy value compared with rye bread. Compiled recipe baked product with the introduction of spelt flour in an amount of 15-20%. Developing wheat-oat bakery products enriched with chromium, the possibility of the use of "Vitasil-Cr» in the recipe and technology of bakery products. The research and obtained data on the safety of chromium in bakery products.