

На правах рукописи



Маслов Александр Васильевич

**РАЗРАБОТКА ПИЩЕВОЙ КОМПЛЕКСНОЙ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ
РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ
ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

4.3.3. Пищевые системы

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Орел – 2023

Диссертационная работа выполнена в ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», кафедра технологии пищевых производств.

Научный руководитель: доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Технологии пищевых производств» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»
Мингалеева Замира Шамиловна

Официальные оппоненты: доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Технологии общественного питания и переработки растительного сырья» ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»
Леонова Светлана Александровна

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Технологии продуктов питания и организации ресторанного дела» ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»
Хмелева Евгения Викторовна

Ведущая организация: **ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»**

Защита состоится 25 декабря 2023 года в 10 ч. 00 мин. на заседании диссертационного совета по защите докторских и кандидатских диссертаций 24.2.353.05 при ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» по адресу: 302020, г. Орел, Наугорское шоссе, д. 29, ауд. 212.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на официальном сайте ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» (<http://oreluniver.ru>).

*Отзывы на автореферат, заверенные печатью организации направлять в диссертационный совет по адресу: 302026 г. Орёл, Наугорское шоссе, д. 29
E-mail: Simonenkova1@mail.ru*

Объявление о защите диссертации и автореферат диссертации размещены на официальном сайте ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» <http://oreluniver.ru> и в сети интернет на сайте Министерства образования и науки РФ: <http://vak.minobrnauki.gov.ru> 11 сентября 2023 года.

Автореферат разослан «09» ноября 2023 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
к.т.н., доцент



А.П. Симоненкова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Обеспечение здоровья населения в настоящее время – это важная стратегическая задача государства, решение которой связано с созданием условий для сбалансированного питания граждан.

Согласно Стратегии повышения качества пищевой продукции, в Российской Федерации до 2030 г. с целью решения проблемы роста заболеваемости населения предполагается производить продукцию нового поколения с заданными показателями, разрабатывать инновационные технологии переработки сельскохозяйственного сырья и производства пищевых ингредиентов для получения новых видов обогащенной пищевой продукции, отвечающей принципам здорового питания. Стратегия социально-экономического развития Республики Татарстан до 2030 года в качестве одного из направлений деятельности предполагает популяризацию культуры здорового питания. В связи с обозначенными стратегиями актуальность представляют исследования, направленные на снижение недостатка нутриентов в продуктах питания путем их обогащения ингредиентами повышенной физиологической ценности.

В настоящее время для повышения физиологической ценности продукции в хлебопекарной промышленности широко используются различные многокомпонентные смеси и комплексные добавки. Исследования по созданию комплексных добавок не всегда направлены на оптимизацию их состава математическими методами. Кроме того, не достаточно исследовано влияние применяемых комплексных добавок на технологические процессы и качественные показатели готовой продукции. Поэтому решение задач по повышению качества готовой продукции с использованием комплексных добавок на сегодняшний день остается актуальным. С точки зрения химического состава и технологических свойств к перспективному сырью для создания комплексной добавки относятся пророщенная пшеница, семена тыквы, грибы вешенки и ягоды крыжовника.

Степень разработанности темы. Значительный вклад в разработку технологий обогащенных хлебобулочных изделий внесли такие отечественные и зарубежные ученые, как Т.Б. Цыганова, С.Я. Корячкина, В.Ю. Айрумьян, Н.М. Дерканосова, И.А. Тюрина, Е.В. Невская, ВU. Gawlik-Dziki, G. Bonafaccia, P. Chareonthaikij и другие. В работах исследователей приведены перспективы использования растительного сырья при производстве продукции повышенной физиологической ценности.

Цель работы: оптимизация состава пищевой комплексной добавки с применением растительного сырья и ее использование при производстве пшеничных и ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с заданными свойствами.

Для реализации поставленной цели решались следующие задачи:

- обоснование и оптимизация компонентного состава пищевой комплексной добавки;
- исследование влияния пищевой комплексной добавки на показатели качества сырья и свойства полуфабрикатов;
- исследование влияния пищевой комплексной добавки на процессы тестоведения и качество хлебобулочных изделий;

- исследование влияния пищевой комплексной добавки на химический состав, антиоксидантную активность готовой продукции;
- исследование влияния пищевой комплексной добавки на безопасность хлебобулочных изделий в процессе хранения;
- разработка нормативно-технической документации, проведение производственных испытаний и определение экономической эффективности разработанных хлебобулочных изделий.

Научная новизна. Исследовано влияние порошков семян тыквы, грибов вешенок и ягод крыжовника, полученных сушкой сырья в вибрационной сушилке-мельнице, на углеводно-амилазный и белково-протеиназный комплексы муки, биотехнологические показатели прессованных хлебопекарных дрожжей, процессы тестоведения и качество хлебобулочных изделий.

Расчетным способом с использованием алгоритмов метода обобщенного приведенного градиента и методом дробного факторного эксперимента установлено соотношение пророщенной спельты, порошков семян тыквы, грибов вешенок, ягод крыжовника и муки пшеничной обойной в составе пищевой комплексной добавки, масс. %: 25:17,2:0,9:0,6:56,3, соответственно.

Установлены условия для предварительной активации прессованных хлебопекарных дрожжей: концентрация пищевой комплексной добавки – 16 г/2 г дрожжей, продолжительность активации – 20 минут, температура – 32 °С, что позволило повысить их биотехнологические показатели: увеличить подъемную силу на 46,9 %, зимазную активность на 37,7 %, мальтазную активность на 13,4 % по сравнению с контролем.

Научно и экспериментально доказана целесообразность применения пищевой комплексной добавки при производстве хлебобулочных изделий, что позволяет сократить процесс приготовления пшеничных тестовых полуфабрикатов на 33,3 % при безопасном способе тестоведения, на 30,6 % при опарном способе, ржано-пшеничного теста на 8,3 % по сравнению с контрольными образцами и улучшить качество готовой продукции.

Установлено антимикробное действие пищевой комплексной добавки в процессе хранения хлебобулочных изделий и повышение антиоксидантной активности водных экстрактов хлебобулочных изделий «Осенние» и «Аппетитные» по показателю восстанавливающая активность на 105,6 % и 20,7 % по сравнению с контрольными образцами.

Практическая значимость работы. На основе проведенных исследований разработаны:

- хлебобулочные изделия «Осенние» из пшеничной муки высшего сорта с внесением в рецептуру пищевой комплексной добавки на стадии предварительной активации дрожжей;
- хлебобулочные изделия «Аппетитные» из смеси ржаной обдирной и пшеничной муки первого сорта с внесением в рецептуру пищевой комплексной добавкой на стадии замеса теста.

Разработана и утверждена нормативно-техническая документация: на пищевую комплексную добавку «Вкус осени» (ТУ 10.89.19-001-2000843913-2021), на хлебобулочные изделия из пшеничной хлебопекарной муки высшего

сорта «Осенние» (СТО 23333135-001-2021, РЦ СТО 23333135-001-2021, ТИ СТО 23333135-001-2021, ТИ СТО 23333135-002-2021), на хлебобулочные изделия из смеси ржаной обдирной и пшеничной муки первого сорта «Аппетитные» (СТО 96888177-001-2022, РЦ СТО 96888177-001-2022, ТИ СТО 96888177-001-2022).

Производственные испытания проведены на АО «Булочно-кондитерский комбинат» (г. Казань); ООО «Центральное производство» (г. Казань).

Практическая значимость подтверждается следующими патентами: RU № 2711369, RU № 2737397, RU № 2762430.

Методология и методы исследования. Методологической основой исследования послужили научные работы, выполненные отечественными и зарубежными учеными, по изучению химического состава нетрадиционного сырья, обогащению продуктов питания нутриентами и разработке хлебобулочных изделий с заданными свойствами. Поставленные задачи исследования решались с использованием современных общепринятых и специальных методов исследования сырья, полуфабрикатов и готовых изделий, методов планирования экспериментов и анализа результатов.

Научные положения, выносимые на защиту:

- математическая оптимизация пищевой комплексной добавки по следующим параметрам: пористость, кислотность, удельный объем, выход и органолептическая оценка готовых изделий;

- экспериментальные данные влияния пищевой комплексной добавки на показатели качества сырья, процессы тестоведения пшеничных и ржано-пшеничных хлебобулочных изделий;

- обоснование использования пищевой комплексной добавки для повышения физиологической ценности готовой продукции.

Степень достоверности. Достоверность результатов исследования обеспечивается многократным повторением экспериментов и статистической обработкой данных с использованием компьютерных программ Microsoft Excel и Statistica 13, а также совместимостью теоретических и экспериментальных данных.

Апробация результатов. Основные положения диссертационной работы были представлены на научных конференциях различных уровней в городах: Екатеринбург, Казань, Курск, Магнитогорск, Майкоп, Москва, Новосибирск, Орел, Оренбург, Санкт-Петербург, Саратов, Севастополь, Тула, Уфа, Ялта в период с 2019 по 2023 г.

Публикации результатов работы. По материалам выполненных исследований опубликованы 32 научные работы, в том числе 1 статья в журнале, включенном в список Scopus, 6 статей в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, получено 3 патента РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 7 глав, заключения, списка используемой литературы и 18 приложений. Работа изложена на 276 страницах машинописного текста и содержит 56 таблиц, 79 рисунков. Список литературы включает 414 наименований российских и зарубежных авторов.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, поставлена цель и сформулированы задачи исследований, отмечена научная новизна и практическая значимость диссертационной работы.

В первой главе представлен обзор отечественной и зарубежной научно-технической литературы по основным тенденциям развития хлебопекарной промышленности, аспектам применения растительного сырья для расширения ассортимента хлебобулочных изделий повышенной физиологической ценности, способам создания пищевой комплексной добавки. Приведены общая характеристика, пищевая ценность, перспективы и способы применения растительного сырья в хлебопекарном производстве.

Во второй главе рассмотрены объекты и методы исследований. Структурная схема проведения исследований представлена на рисунке 1. Исследования выполнялись в условиях лабораторий кафедры «Технологии пищевых производств», комплексной лаборатории «Наноаналитика» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» («КНИТУ»); представительстве Vrabender в России (г. Казань); в научно-производственных цехах ООО «Центральное производство» (г. Казань), ОА «Булочно-кондитерский комбинат» (г. Казань).

На разных этапах исследования объектами выступали: мука пшеничная хлебопекарная высшего и первого сортов; мука ржаная хлебопекарная обдирная; прессованные хлебопекарные дрожжи; концентрированная молочнокислая закваска; хлеб из пшеничной муки высшего сорта; хлеб из смеси ржаной обдирной и пшеничной муки первого сорта; растительное сырье: мука пшеничная хлебопекарная обойная (МПО); измельченная пророщенная спельта (ПС); порошки семян тыквы (ПСТ), грибов вешенок (ПВ) и ягод крыжовника (ПК).

Обоснование и оптимизация компонентного состава пищевой комплексной добавки

В третьей главе исследованы показатели качества растительного сырья (РС): химический состав, физико-химические свойства, гранулометрический состав, морфологические свойства частиц, микробиологические показатели безопасности, содержание токсичных элементов. Установлено влияние РС на качество пшеничной муки высшего сорта, биотехнологические показатели прессованных хлебопекарных дрожжей, процессы тестоведения и качество хлебобулочных изделий; проведена математическая оптимизация состава и исследованы свойства пищевой комплексной добавки (ПКД).

Наибольшее содержание белка обнаружено в ПСТ (26,3 %) и ПВ (25,0 %); жира – ПСТ (46,9 %); сырой клетчатки – ПВ (19,2 %) и ПК (12,0 %); золы – ПВ (4,5 %) и ПСТ (4,4 %). Содержание усвояемых углеводов в среднем ниже для ПСТ на 86,5 %; ПВ – 54,1 %; ПК – 19,1 %; МПО – 3,6 %; ПС – 1,8 % по сравнению с мукой пшеничной высшего и первого сортов и мукой ржаной обдирной. По содержанию макро- и микроэлементов РС превосходит указанные образцы муки. Наибольшее содержание К выявлено для ПВ; Mg, Ca, Na, Fe, Mn и Co – ПСТ; Si – ПК; Zn и Cr – ПВ; Se – ПС. Содержание Se в ПС и МПО выше в 88 и 46 раз, Co в ПСТ, ПС и ПК – в 6, 3 и 3 раза соответственно, по сравнению с образцами хлебопекарной муки.

По микробиологическим показателям и содержанию токсичных элементов РС соответствует требованиям ТР ТС 021/2011 и СанПиН 2.3.2.1078-01.

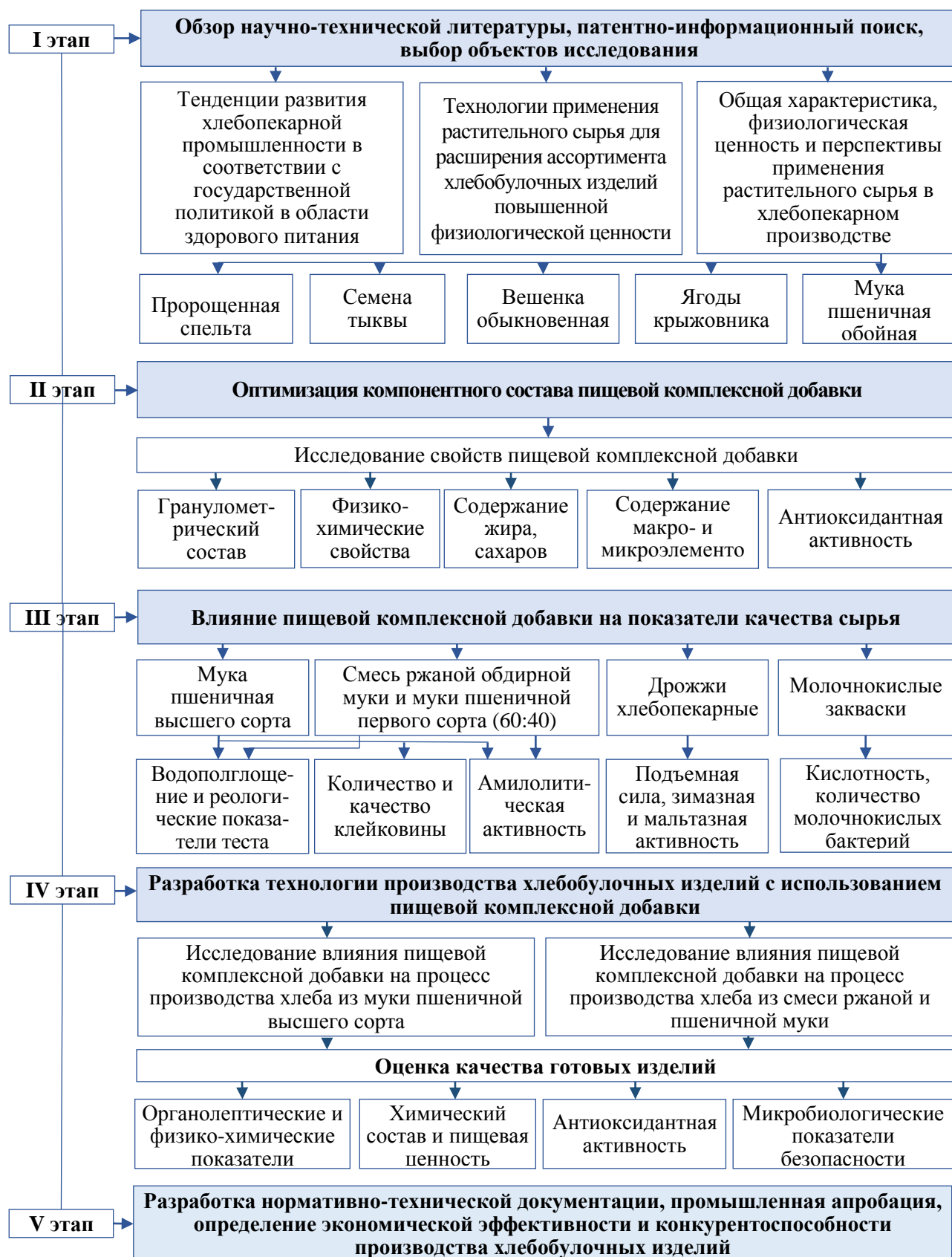


Рисунок 1 – Схема экспериментальных исследований

Растительное сырье вносили в пшеничную муку высшего сорта взамен муки в следующих концентрациях: ПС – 5, 7, 10 %; ПСТ – 5, 10, 15 %; ПВ – 1, 3, 5 %, ПК – 0,4, 0,7, 1 %; МПО – 10, 20, 30 %.

ПС не оказывала значимого влияния на количество сырой клейковины муки, однако способствовала ее ослаблению в среднем на 55 % по сравнению с контролем. МПО и ПВ в указанных концентрациях приводили к увеличению выхода сырой клейковины (на 16 % и 2 %) и показаний прибора ИДК-3М (на 85 % и 133 %) по сравнению с контрольными образцами. ПСТ и ПК приводили к снижению содержания сырой клейковины на 19,7 % и 1,3 % по сравнению с образцами без добавок, соответственно. ПСТ способствовал увеличению показаний прибора ИДК-3М на 23 %; ПК – снижению на 25 % по сравнению с контролем. Амилолитическая активность муки по показателю число падение возрастала при внесении ПС на 80 %; МПО – 1,4 %; ПСТ – 22 %; ПК – 20 % и снижалась при внесении ПВ до 3 % по сравнению с контрольными образцами.

Исследуемые концентрации ПС, МПО, ПСТ и ПВ способствовали увеличению подъемной силы прессованных дрожжей. В связи с тем, что наибольший прирост подъемной силы наблюдался при внесении ПС, а также ПВ при относительно низкой концентрации по сравнению с МПО и ПСТ, исследовали влияние ПС и ПВ на прирост подъемной силы в условиях предварительной активации дрожжей. В результате применения ротатабельного плана второго порядка Бокса-Хантера для двух факторов получены адекватные математические модели в виде уравнений регрессии:

$$\text{для ПС: } y = 56,813 - 0,704 \cdot x_1 - 0,870 \cdot x_2 - 3,566 \cdot x_1^2 - 5,472 \cdot x_2^2 + 2,541 \cdot x_1 \cdot x_2;$$

$$\text{для ПВ: } y = 12,667 + 2,302 \cdot x_1 + 0,249 \cdot x_2 - 1,234 \cdot x_1^2 - 1,751 \cdot x_2^2,$$

где x_1 – концентрация РС, г/2 г дрожжей; x_2 – время активации, мин;

y – прирост подъемной силы по отношению к контролю, %

Таким образом, оптимальными параметрами процесса предварительной активации являются концентрация ПС – 6,7 г/2 г дрожжей при активации в течение 29 минут; концентрация ПВ – 4,9 г/2 г дрожжей при активации в течение 31 минуты. В условиях предварительной активации при увеличении концентраций ПС и ПВ наблюдается повышение зимазной активности до 71 % и 58 %, и мальтазной активности – до 78 и 68 %, соответственно.

Изучено влияние растительного сырья при его индивидуальном внесении в рецептуру на органолептические и физико-химические показатели качества хлеба из пшеничной муки высшего сорта при безопасном способе тестоведения. Средний балл органолептического анализа возрастал при внесении ПС в концентрациях 3 и 7 %; МПО – 10, 15, 20 %; ПВ – 1 %; ПК – 0,4, 0,7, 1,0 %, однако снижался при внесении ПСТ в концентрациях 5, 10 и 15 % взамен муки. При этом показатель пористости увеличивался при внесении ПС в концентрациях 5, 7, 10 % и МПО – 10 % взамен муки, кислотность – при внесении РС во всех исследуемых концентрациях.

Соотношение растительного сырья в составе пищевой комплексной добавки определяли расчетным способом с использованием метода обобщенного приведенного градиента для решения нелинейных задач. В качестве ограничений выступили показатели кислотности и пористости мякиша,

$$\begin{cases} 79,92 + 0,94 \cdot X_{ПС} - 1,59 \cdot X_{ПСТ} - 2,81 \cdot X_{ПВ} - 7,22 \cdot X_{ПК} + 0,03 \cdot X_{МПО} \rightarrow \max \\ 1,60 \cdot X_{ПС} + 11,74 \cdot X_{ПСТ} + 132 \cdot X_{ПВ} + 165 \cdot X_{ПК} + 2,2 \cdot X_{МПО} \leq 124 \\ 5,0 \geq X_{ПС} \geq 2,0 \\ 5,0 \geq X_{ПСТ} \geq 3,0 \\ 1,0 \geq X_{ПВ} \geq 0,2 \\ 0,4 \geq X_{ПК} \geq 0,2 \\ 7 \geq X_{МПО} \geq 10 \end{cases}$$

максимально и минимально допустимые концентрации РС. В результате построена математическая модель задачи, при решении которой получили следующие максимально возможные концентрации РС в % взамен муки для замеса теста: ПС – 5, ПСТ – 3, ПВ – 0,2, ПК – 0,2, МПО – 10. Полученные данные использовали при проведении дробного факторного эксперимента типа $N=2^{k-2}$. В качестве параметров оптимизации выбраны приросты показателей пористости (Δy_1 , %), удельного объема (Δy_2 , см³/г), выхода (Δy_3 , %) и органолептической оценки качества (Δy_4 , балл) хлеба по сравнению с контролем. Получены математические модели прироста показателей качества хлеба от дозировок ПС, ПСТ, ПВ, ПК и МПО:

$$\Delta y_1 = 11,365 - 0,692 \cdot z_1 - 1,212 \cdot z_2 + 2,833 \cdot z_3 - 6,915 \cdot z_4 - 0,206 \cdot z_5$$

$$\Delta y_2 = 12,980 - 1,516 \cdot z_1 + 0,037 \cdot z_2 - 0,629 \cdot z_3 - 1,516 \cdot z_4 - 0,703 \cdot z_5$$

$$\Delta y_3 = 0,860 - 0,175 \cdot z_1 + 0,048 \cdot z_2 + 0,420 \cdot z_3 - 0,175 \cdot z_4 + 0,178 \cdot z_5$$

$$\Delta y_4 = -8,591 - 11,871 \cdot z_1 - 7,667 \cdot z_2 - 3,530 \cdot z_3 - 11,871 \cdot z_4 + 11,371 \cdot z_5$$

где z_1, z_2, z_3, z_4, z_5 – кодированные значения дозировок соответственно ПС, ПСТ, ПВ, ПК и МПО.

Анализ уравнений позволил получить оптимальные концентрации растительного сырья в % к массе ПКД: ПС – 25; ПСТ – 17,2; ПВ – 0,9; ПК – 0,6; МПО – 56,3; при дозировке ПКД 16 % взамен муки в рецептуре.

На следующей стадии исследования изучали свойства оптимизированной по соотношению компонентов ПКД. В таблице 1 показаны физико-химические показатели ПКД.

Таблица 1 – Физико-химические показатели ПКД

Наименование показателя	Значение показателя
Влажность, %	8,2±0,1
Кислотность, град.	5,8±0,4
Содержание сырой клейковины, %	25,3±0,1
Качество сырой клейковины, ед. приб. ИДК-3М	124±1
Число падения, с	61±1

Установлена повышенная пищевая ценность ПКД и более низкое содержание усвояемых углеводов в ней по сравнению с образцами хлебопекарной муки.

Изучение антиоксидантной активности ПКД показало, что восстанавливающая и гидроксилрадикальная активности добавки выше пшеничной муки высшего сорта на 173 % и 64 %, первого сорта – на 128 % и 46 %, соответственно.

Мука пшеничная высшего и первого сортов не проявляла способности связывать свободные радикалы, при этом указанная способность ПКД выше на 72 % по сравнению с мукой ржаной обдирной (рисунок 2).



Рисунок 2 – Антиоксидантная активность водных экстрактов муки и ПКД

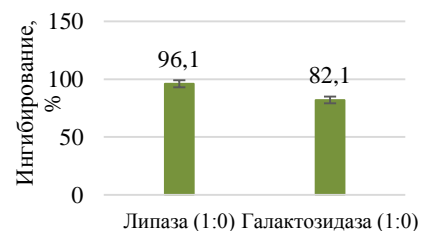


Рисунок 3 – Влияние водного экстракта ПКД на степень ингибирования ферментов

Как следует из рисунка 3, установлена высокая степень ингибирования липазы (96 %) и галактозидазы (82 %) водными экстрактами ПКД.

Влияние пищевой комплексной добавки на показатели качества сырья и свойства полуфабрикатов

В четвертой главе исследовано влияние ПКД на состояние белково-протеиназного, углеводно-амилазного комплексов и газообразующую способность муки, реологические свойства и газодерживающую способность теста, показатели вязкости (клейстеризации) водно-мучной суспензии, биотехнологические показатели хлебопекарных дрожжей и закваски. За контрольные принимали образцы без внесения ПКД, а за опытные – образцы смесей муки и ПКД в концентрациях 10 %, 16 % и 22 % взамен муки.

В таблице 2 представлено влияние ПКД на состояние белково-протеиназного и углеводно-амилазного комплексов пшеничной муки высшего сорта.

Таблица 2 – Влияние ПКД на состояние белково-протеиназного и углеводно-амилазного комплексов пшеничной муки высшего сорта

Показатели	Контроль	10 % ПКД	16 % ПКД	22 % ПКД
Содержание сырой клейковины, %	24,9±0,5	26,6±0,5	25,4±0,5	25,0±0,5
Качество сырой клейковины, ед. ИДК	21,0±0,5	35,0±0,5	34,0±0,5	38,0±0,5
Амилолитическая активность, мин	349±6	150±2	120±1	102±2

Внесению ПКД в муку приводило к повышению содержания сырой клейковины в среднем на 3 %, показаний прибора ИДК-3М – 70 %, показателя влажности сырой клейковины – 3 %, амилолитической активности – 65 % по сравнению с контролем. Сырая клейковина из муки без добавки, характеризовалась как неудовлетворительно крепкая, а из муки с ПКД – удовлетворительно крепкая.

В таблице 3 показано влияние ПКД на реологические свойства теста и показатели клейстеризации водно-мучной суспензии. Установлено, что ПКД приводит к сокращению времени образования пшеничного теста в среднем на 26 %, ржано-пшеничного – 12 % по сравнению с контролем.

Среди опытных образцов пшеничных тестовых полуфабрикатов наилучшие показатели устойчивости, качества полуфабрикатов, степени разжижения имел образец с дозировкой ПКД 16 %. При анализе ржано-пшеничных полуфабрикатов наилучшие степень разжижения через 10 мин после старта и через 12 мин после максимума имели образцы с дозировкой ПКД 22 % и 16 %, соответственно. ПКД способствовала увеличению температуры начала клейстеризации пшеничной муки высшего сорта в среднем на 0,8 °С, ржано-пшеничной муки – 1,1 °С по отношению к контролю. Температура клейстеризации и максимальная вязкость снижались при увеличении дозировки ПКД, что вызвано действием амилолитических ферментов ПС.

Исследовано влияние ПКД на свойства теста из пшеничной муки высшего сорта при растягивании на экстенсографе (Brabender). Выявлено, что среди опытных образцов максимальными значениями энергии, устойчивости растягиванию, растяжимости обладали пробы полуфабрикатов с дозировкой ПКД 10 и 16 % (таблица 4).

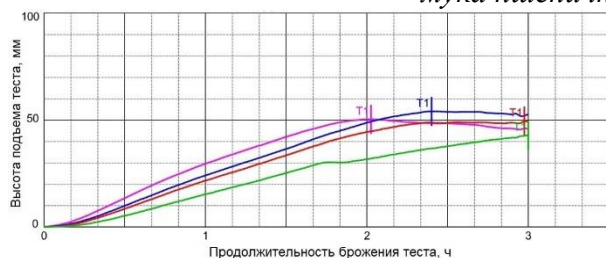
Таблица 3 – Влияние ПКД на реологические свойства теста и показатели клейстеризации водно-мучной суспензии (показания фаринографа, экстенсографа и амилографа Brabender)

Показатели	Контроль	10 % ПКД	16 % ПКД	22 % ПКД
<i>пшеничная мука высшего сорта</i>				
Время образования теста, мин	2,57±0,10	2,08±0,10	2,07±0,10	1,55±0,10
Водопоглощение, %	58,9±0,15	58,6±0,15	58,9±0,15	58,8±0,15
Устойчивость, мин	50,55±0,10	4,13±0,10	4,85±0,10	4,11±0,10
Степень разжижения:				
через 10 мин после старта, FE	24±1	63±1	51±1	53±1
через 12 мин после максимума, FE	18±1	78±1	70±1	76±1
Начало клейстеризации, °С	60,5±1,0	61,1±1,0	61,0±1,0	61,9±1,0
Температура клейстеризации, °С	83,3±1,0	67,6±1,0	66,9±1,0	66,5±1,0
Максимальная вязкость, AU	840±30	150±20	124±20	97±20
<i>смесь ржаной обдирной муки и пшеничной муки первого сорта (60:40)</i>				
Время образования теста, мин	5,62±0,10	5,62±0,10	4,30±0,10	4,90±0,10
Водопоглощение, %	67,40±0,15	65,30±0,15	64,10±0,15	63,0±0,15
Устойчивость, мин	4,38±0,10	6,15±0,10	6,28±0,10	5,82±0,10
Степень разжижения				
через 10 мин после старта, FE	24,9±1,0	26,6±1,0	25,4±1,0	25,0±1,0
через 12 мин после максимума, FE	127±1	107±1	97±1	109±1
Начало клейстеризации, °С	57,3±1,0	57,8±1,0	58,5±1,0	58,9±1,0
Температура клейстеризации, °С	76,0±1,0	67,1±1,0	66,5±1,0	66,4±1,0
Максимальная вязкость, AU	486±20	151±20	110±20	89±20

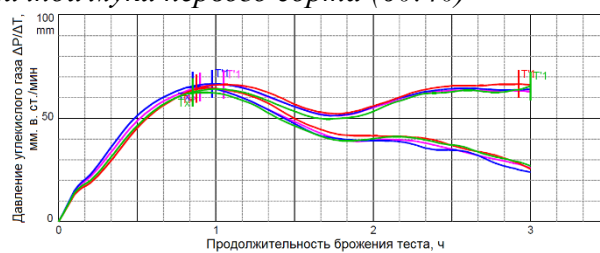
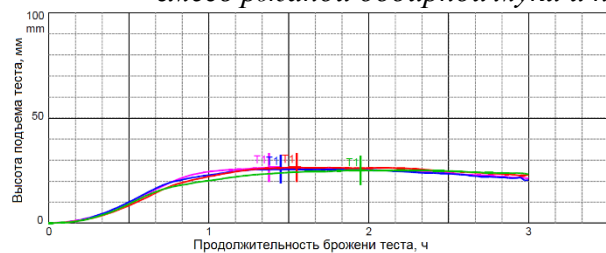
Таблица 4 – Влияние ПКД на реологические свойства теста из пшеничной муки высшего сорта при растягивании через 135 минут отлежки (показания экстенсографа Brabender)

Показатели	Контроль	10 % ПКД	16 % ПКД	22 % ПКД
Устойчивость растягиванию, ЕЭ	536±5	450±5	416±5	403±5
Максимальная устойчивость, ЕЭ	662±5	709±5	608±5	558±5
Растяжимость, мм	168±1	165±1	164±1	152±1
Энергия (площадь под кривой), см ²	145±1	152±1	132±1	115±1

мука пшеничная высшего сорта



смесь ржаной обдирной муки и пшеничной муки первого сорта (60:40)



■ Контроль; ■ 10 % ПКД; ■ 16 % ПКД; ■ 22 % ПКД

Рисунок 4 – Влияние ПКД на подъем теста, газообразующую способность муки и газодерживающую способность тестовых полуфабрикатов (показания реоферментометра Chopin)

Установлены оптимальные концентрации ПКД по показаниям реоферментометра (рисунок 4): для пшеничной муки высшего сорта – 16 %, при которой наблюдалась максимальная высота подъема теста и время, при котором тесто начинает терять углекислый газ; для ржано-пшеничной муки – 10 %, для которой выявлена максимальная высота подъема теста и 16 %: максимальная высота подъема теста и время брожения, соответствующие максимальному объему.

На рисунке 5 представлено влияние ПКД на прирост подъемной силы прессованных хлебопекарных дрожжей в условиях предварительной активации. Дрожжи активировали при 32 °С в питательной среде влажностью 70 %, состоящей из воды и ПКД.

Установлены оптимальные условия предварительной активации: длительность активации – 20 минут, концентрация ПКД – 16 г/2 г дрожжей. При данных условиях происходит повышение зимазной (на 37 %) и мальтазной (на 13 %) активности по сравнению с контролем (рисунок 6).

Исследовано влияние ПКД на биотехнологические показатели концентрированной молочнокислой закваски. При внесении ПКД в питательную среду для освежения закваски увеличивается прирост молочнокислых бактерий по сравнению с контролем от 28 % до 48 %.

Разработка хлебобулочных изделий

В пятой главе представлены исследования по разработке хлебобулочных изделий с пищевой комплексной добавкой.

При выработке опытных образцов хлебобулочных изделий из пшеничной муки высшего сорта ПКД вносили на стадии предварительной активации прессованных дрожжей; хлебобулочных изделий из смеси ржаной обдирной муки и пшеничной муки первого сорта (60:40) – на стадии замесе теста.

ПКД приводила к более быстрому накоплению кислотности полуфабрикатов в процессе брожения по отношению к контролю (рисунок 7). В связи с тем, что в состав ПКД входит пророщенная спельта, имеющая повышенную активность амилолитических ферментов, которые могут привести к получению хлеба с липким, заминающимся мякишем, нецелесообразно проводить брожение тестовых полуфабрикатов с ПКД до кислотности, которая требуется для контроля. Конечную кислотность пшеничных и ржано-пшеничных тестовых полуфабрикатов следует

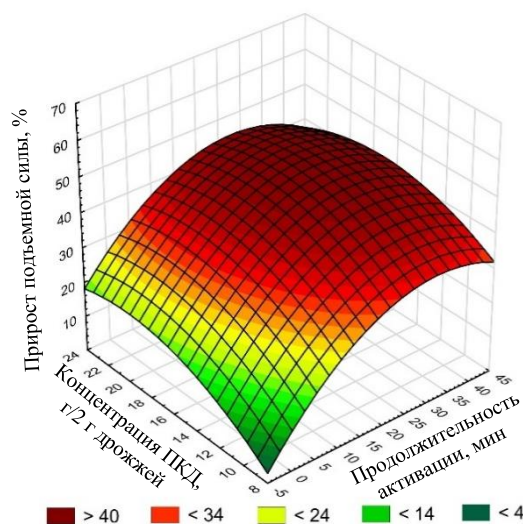


Рисунок 5 – Влияние ПКД на прирост подъемной силы прессованных хлебопекарных дрожжей в условиях предварительной активации



Рисунок 6 – Влияние ПКД на ферментативную активность прессованных хлебопекарных дрожжей в условиях предварительной активации

повысить на 0,5 град для снижения активности ферментов. Кроме того, установлено, что для обеспечения соответствующего качества ржано-пшеничных изделий следует повысить начальную кислотность теста на 1,0 град за счет увеличения кислотности КМКЗ на 2,0 град. до 22 град. путем увеличения продолжительности брожения закваски; уменьшить влажность теста до 47,5 %.

При этом время брожения пшеничных полуфабрикатов до достижения требуемой кислотности при безопасном способе тестоведения в среднем сокращалось на 45 мин, при опарном способе – на 99 мин, ржано-пшеничных полуфабрикатов – на 10 мин по сравнению с контрольными образцами.

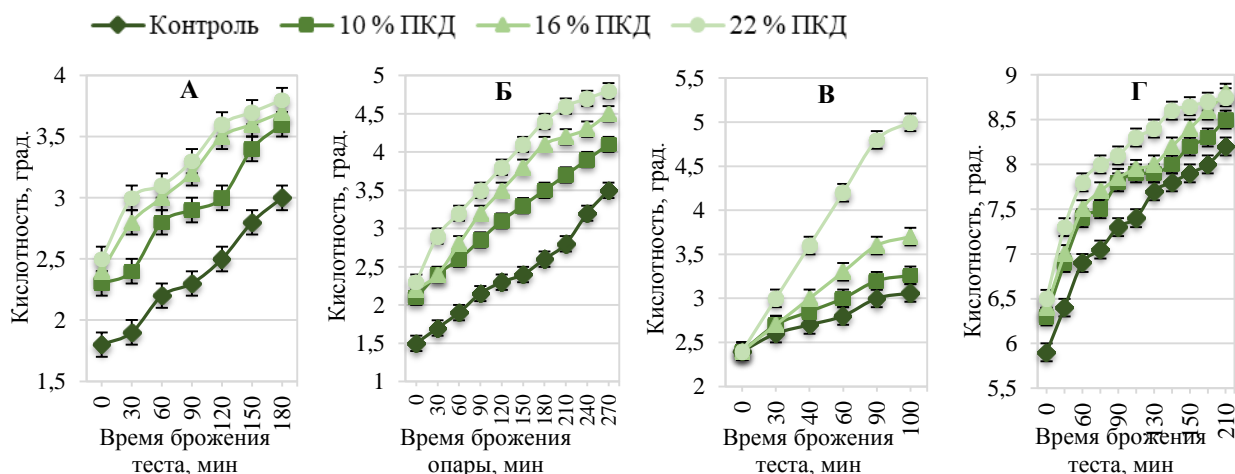


Рисунок 7 – Титруемая кислотность тестовых полуфабрикатов из пшеничной муки высшего сорта в процессе брожения при безопасном способе тестоведения (А), при опарном способе тестоведения: опара (Б) и тесто (В); теста из ржано-пшеничной муки (Г)

Таблица 5 – Физико-химические показатели качества хлебобулочных изделий

Показатель	Контроль	10 % ПКД	16 % ПКД	22 % ПКД
<i>Хлебобулочные изделия из пшеничной муки высшего сорта (безопасный способ тестоведения)</i>				
Влажность мякиша, %	43,7±0,1	43,3±0,5	43,1±0,1	43,0±0,5
Пористость мякиша, %	81,5±0,3	83,4±1,0	85,0±0,5	82,8±0,9
Удельный объем, см ³ /г	3,12±0,21	3,29±0,43	3,83±0,32	3,53±0,27
Кислотность, град	1,6±0,1	2,3±0,1	2,7±0,1	3,1±0,1
Усушка за 3 часа, %	3,94±0,34	3,25±0,52	2,81±0,45	3,23±0,41
<i>Хлебобулочные изделия из пшеничной муки высшего сорта (опарный способ тестоведения)</i>				
Влажность мякиша, %	41,4±0,1	41,3±0,4	40,8±0,1	40,3±0,5
Пористость мякиша, %	78,6±0,6	79,2±1,0	80,1±0,5	79,5±1,0
Удельный объем, см ³ /г	3,38±0,32	3,47±0,19	3,54±0,23	3,49±0,27
Кислотность, град	1,5±0,1	2,2±0,1	2,6±0,1	3,1±0,1
Усушка за 3 часа, %	3,04±0,43	2,85±0,29	2,03±0,42	2,41±0,31
<i>Хлебобулочные изделия из смеси ржаной обдирной муки и пшеничной муки первого сорта</i>				
Влажность мякиша, %	45,7±0,6	46,0±0,3	45,8±0,5	45,6±0,6
Пористость мякиша, %	67,0±0,7	68,7±0,9	68,8±0,4	67,9±0,6
Удельный объем, см ³ /г	2,21±0,32	2,26±0,24	2,40±0,41	2,38±0,37
Кислотность, град	7,4±0,1	7,5±0,1	7,7±0,2	8,2±0,1
Усушка за 3 часа, %	4,85±0,29	3,45±0,32	3,85±0,34	4,13±0,35
Бисульфитсвязывающие соединения, мл 0,1н I ₂ /100 г	12,3±0,3	13,7±0,3	14,1±0,3	15,2±0,4

В результате анализа органолептических и физико-химических показателей (таблица 5) установлено, что оптимальная концентрация ПКД при производстве пшеничных и ржано-пшеничных изделий составляет 16 % взамен муки, что подтверждает достоверность расчетов по оптимизации состава ПКД, приведенных в третьей главе.

Разработана нормативно-техническая документация на хлебобулочные изделия из пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта «Осенние» и из смеси ржаной обдирной и пшеничной муки первого сорта «Аппетитные», предложены технологические схемы производства, проведена выработка опытных партий.

В шестой главе представлены исследования по определению химического состава, антиоксидантной активности, активности ингибирования ферментов гидролаз, изучению микробиологических показателей безопасности хлебобулочных изделий.

Разработанные хлебобулочные изделия согласно СанПиН 2.3.2.1078-01 можно отнести к категории пищевых продуктов, обогащенных минеральными веществами, по содержанию натрия и марганца («Осенние»), а также натрия, магния и марганца («Аппетитные»).

Исследована антиоксидантную активность (рисунок 8) и активность ингибирования ферментов водных экстрактов хлебобулочных изделий (рисунок 9).

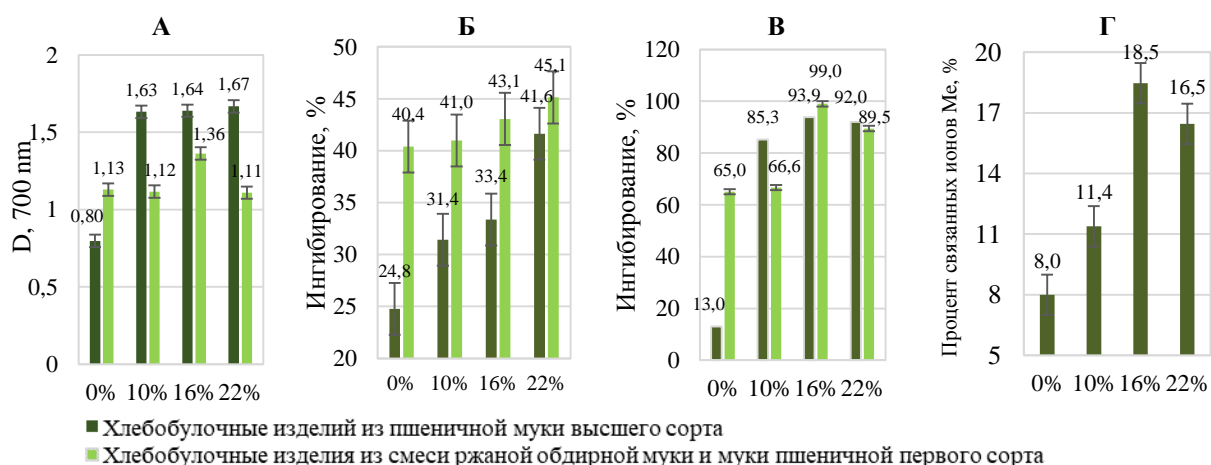


Рисунок 8 – Антиоксидантная активность водных экстрактов хлебобулочных изделий: восстанавливающая активность (1:0) – А; гидроксилрадикальная активность (1:5) – Б; способность связывать свободные радикалы (1:0) – В; хелатирующая способность (1:0) – Г.

При оптимальном внесении ПКД 16 % восстанавливающая активность пшеничных и ржано-пшеничных хлебобулочных изделий выше на 105,7 % и 20,7 %, гидроксилрадикальная активность – 34,7 % и 6,6 %, способность связывать свободные радикалы – в 7,2 и 1,5 раз по сравнению с контрольными образцами, соответственно.

Для пшеничных хлебобулочных изделий с оптимальной дозировкой ПКД 16 % установлено увеличение

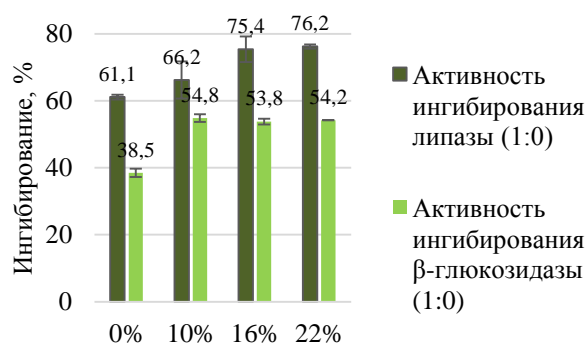


Рисунок 9 – Активность ингибирования ферментов водными экстрактами хлебобулочных изделий из пшеничной муки высшего сорта

хелатирующей способности в 1,3 раза, активности ингибирования липазы – на 23 %, β -глюкозидазы – на 40 % по сравнению с контролем. Полученные результаты позволяют рекомендовать разработанные хлебобулочные изделия для питания людей с нарушением липидного и углеводного обменов.

Изучено влияние ПКД на микробиологические показатели безопасности в процессе хранения хлебобулочных изделий. Бактерии группы кишечной палочки не были обнаружены на всем протяжении хранения изделий.

Плесени не были обнаружены во всех исследуемых изделиях через 3 часа после выпечки, при этом их количество через 48 и 72 часа значительно не менялось и не превышало допустимый уровень согласно ТР ТС 021/2011. Установили, что разработанные хлебобулочные изделия «Осенние» и «Аппетитные» менее подвержены микробной порче по сравнению с контрольными образцами. Согласно рисунку 11 через 72 часа хранения количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в разработанных хлебобулочных изделиях было меньше по сравнению с контрольными изделиями, что связано с антимикробным действием ПКД.

В седьмой главе проведена оценка экономической эффективности и конкурентоспособности разработанных хлебобулочных изделий. Рентабельность производства изделий «Осенние» составляет 22,8 %, «Аппетитные» – 20,7 %. Интегральный показатель конкурентоспособности хлебобулочных изделий «Осенние» равен 1,36, «Аппетитные» – 1,06, что доказывает превосходство по конкурентоспособности разработанных хлебобулочных изделий над аналогичными изделиями без внесения пищевой комплексной добавки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе научно доказано и экспериментально подтверждено использование пищевой комплексной добавки на основе растительного сырья: пророщенной спельты, порошков семян тыквы, грибов вешенка, ягод крыжовника и муки пшеничной обойной при производстве пшеничных и ржано-пшеничных хлебобулочных изделий.

На основании полученных результатов исследований были сделаны следующие выводы.

1. Проведен экспериментальный анализ химического состава, качественных показателей и технологических свойств хлебопекарной ржаной, пшеничной муки и растительного сырья: пророщенной спельты, порошков семян тыквы, грибов вешенка, ягод крыжовника и пшеничной обойной муки.

Расчетным способом с использованием алгоритмов метода обобщенного приведенного градиента и методом дробного факторного эксперимента проведена

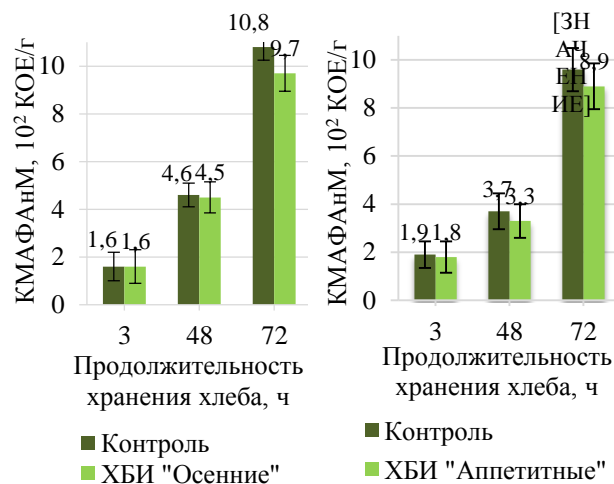


Рисунок 11 – Микробиологические показатели хлебобулочных изделий в процессе хранения

математическая оптимизация соотношения пророщенной спельты, порошков семян тыквы, грибов вешенка, ягод крыжовника и муки пшеничной обойной в составе пищевой комплексной добавки, которое составляет в % к массе пищевой комплексной добавки: 25:17,2:0,9:0,6:56,3.

Показана высокая восстанавливающая, гидроксилрадикальная активность пищевой комплексной добавки и способность связывать свободные радикалы ПКД по сравнению с пшеничной и ржаной мукой.

2. Установлено, что при внесении ПКД в муку высшего сорта наблюдается увеличение содержания сырой клейковины на 0,8 %, показателя качества сырой клейковины по показаниям прибора ИДК-3М – на 69,9 %, амилолитической активности муки – на 64,5 % по сравнению с контролем.

Определены оптимальные параметры предварительной активации дрожжей: концентрация ПКД – 16 г/2 г дрожжей, продолжительность активации – 20 минут, температура – 32 °С, при которых возрастает подъемная сила дрожжей на 58,0 %, зимазная активность на 37,4 %, мальтазная активность на 13,4 % по сравнению с контролем. Для концентрированной молочнокислой закваски установлено увеличение прироста молочнокислых бактерий через 12 часов созревания относительно контроля до 47,8 % при внесении ПКД в питательную среду для освежения закваски.

Установлены реологические свойства полуфабрикатов на фаринографе, экстенсографе и амилографе Brabender при внесении пищевой комплексной добавки:

- для пшеничной муки высшего сорта происходит снижение показателя водопоглощения на 0,17 %, времени образования теста – на 26,1 %, устойчивости теста замесу – на 91,4 %, растягиванию – на 21,1 %, растяжимости – на 4,6 %, энергии растягивания – на 8,3 %, вязкости водно-мучной суспензии при нагревании – на 85,3 % и увеличению начальной температуры клейстеризации – на 0,8 град.;

- для ржано-пшеничной муки наблюдается снижение показателя водопоглощения на 3,27 %, времени образования теста – на 12,1 %, вязкости водно-мучной суспензии при нагревании – на 76,0 % и повышение устойчивости теста – на 38,9 %, начальной температуры клейстеризации – на 1,1 град. по сравнению с контролем.

Установлены реологические свойства полуфабрикатов на реоферментометре Chopin:

- для пшеничной муки высшего сорта происходит увеличение максимальной высоты подъема теста – на 19,5 %, газообразующей способности – на 35,8 %;

- для ржано-пшеничной муки наблюдается повышение максимальной высоты подъема теста – на 4,6 %, газообразующей способности – на 3,2 % по сравнению с контролем.

3. Показано, что при производстве пшеничного хлеба:

- при безопасном способе тестоведения внесение ПКД позволяет сократить время брожения теста на 60 минут, длительность расстойки – на 27,8 %, затраты сухих веществ на брожение – на 0,39 %, усушку хлеба – на 1,13 %, увеличить

пористость мякиша – 3,5 %, удельный объем хлеба – на 18,5 % по сравнению с контролем;

- при опарном способе тестоведения общее время созревания тестовых полуфабрикатов сокращается на 110 минут, длительность расстойки – на 19,2 %, затраты сухих веществ на брожение опары и теста – на 1,05 %, усушка хлеба – на 1,01 %, увеличиваются пористость мякиша – на 1,5 %, удельный объем хлеба – на 4,7 % по сравнению с контролем.

При производстве ржано-пшеничного хлеба внесение ПКД позволяет сократить время брожения теста на 20 минут, усушку хлеба – на 1,04 %, увеличить пористость мякиша – на 1,5 %, удельный объем хлеба – на 8,6 %, содержание бисульфитсвязывающих соединений – на 14,6 % по отношению к контролю.

4. Установлено, что применение пищевой комплексной добавки позволяет повысить физиологическую ценность на 100 г продукта:

- для хлебобулочных изделий из пшеничной муки высшего сорта возрастает содержание белков на 0,24 г, жиров на 0,86 г, пищевых волокон на 0,86 г, снижается содержание углеводов на 1,51 г;

- для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий возрастает содержание белков на 0,46 г, жиров на 0,77 г, пищевых волокон на 0,27 г, снижается содержание углеводов на 1,45 г по сравнению с контролем.

Доказано, что разработанные хлебобулочные изделия можно отнести к категории пищевых продуктов, обогащенных минеральными веществами, по содержанию натрия и марганца («Осенние»), а также натрия, магния и марганца («Аппетитные»). Содержание указанных минеральных веществ в хлебобулочных изделиях находится в диапазоне от 15 % до 50 % от норм физиологической потребности в микронутриентах.

Выявлена высокая антиоксидантная активность разработанных хлебобулочных изделий. Восстанавливающая активность выше на 20,7-105,7 %, гидроксилрадикальная активность – на 6,6-34,7 % и способность связывать свободные радикалы – в 1,5-7,2 раза по сравнению с контролем. Хелатирующая способность разработанных хлебобулочных изделий из пшеничной муки высшего сорта выше в 1,3 раза по сравнению с контролем.

5. Исследованы микробиологические показатели безопасности хлебобулочных изделий в процессе хранения. Установлено, что по показателю прироста КМАФАнМ хлебобулочные изделия «Осенние» на 12,0 % и «Аппетитные» на 7,8 % менее подвержены микробной порче по сравнению с контрольными образцами.

6. Разработана пакет нормативно-технической документации на пищевую комплексную добавку «Вкус осени», на хлебобулочные изделия «Осенние» и «Аппетитные». Проведена промышленная апробация и определена экономическая эффективность и конкурентоспособность хлебобулочных изделий, которая показала, что интегральный показатель конкурентоспособности хлебобулочных изделий «Осенние» равен 1,36, «Аппетитные» – 1,06, доказывая конкурентоспособность разработанных изделий по отношению к контрольным образцам.

Список работ, опубликованных по материалам диссертации

Статья в журнале, входящем в международную базу научного цитирования Scopus

1. The study of the possibility of using the additive of plant origin for improvement the quality of yeast and wheat bread / E.V. Savelyeva, E.E. Zinurova, Z.Sh. Mingaleeva, **A.V. Maslov**, O.V. Starovoitova, S.V. Borisova, O.A. Reshetnik // Journal of Environmental Treatment Techniques. – 2019. – Special Issue on Environment, Management and Economy. – P. 999-1002.

Статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ

2. Совершенствование технологии хлеба белого из муки пшеничной высшего сорта / З.Ш. Мингалеева, **А.В. Маслов**, О.В. Старовойтова, О.А. Решетник // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2019. – Т. 59. – № 6. – С. 29-33.

3. Мингалеева З.Ш. Влияние пророщенной спельты на качество хлеба белого в процессе хранения / З.Ш. Мингалеева, **А.В. Маслов**, О.В. Старовойтова, С.В. Борисова, О.А. Решетник // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2020. – Т. 60. – № 1. – С. 102-107.

4. **Маслов, А.В.** Применение грибного порошка вёшенки обыкновенной для активации прессованных хлебопекарных дрожжей / А.В. Маслов, З.Ш. Мингалеева, О.А. Решетник // Индустрия питания. – 2020. – Т. 5. – № 4. – С. 38-44.

5. Применение методов обобщенного приведенного градиента и дробного факторного эксперимента при оптимизации состава пищевой комплексной добавки для хлеба повышенной пищевой ценности / **А.В. Маслов**, А.И. Биктагирова, Л.И. Агзамова, З. Ш. Мингалеева // Индустрия питания. – 2021. – Т. 6. – № 3. – С. 5-14.

6. Изучение влияния комплексной растительной добавки на свойства мучных смесей и пшеничного теста / **А.В. Маслов**, З. Ш. Мингалеева, Т.А. Ямашев, Н.Ф. Шиббаева // Техника и технология пищевых производств. – 2022. – Т. 52. – № 3. – С. 511-525.

7. Effects of a Plant-Based Additive on the Properties of Flour and Dough during Fermentation / **A.V. Maslov**, Z. Sh. Mingaleeva, T.A. Yamashev, O.V. Starovoitova // Food Processing: Techniques and Technology. – 2023. – Vol. 53. – № 2. – P. 347-356.

Патенты

8. Пат. № 2711369 Российская Федерация, МПК A21D 2/36. Способ предварительной активации прессованных хлебопекарных дрожжей / З.Ш. Мингалеева, **А.В. Маслов**, О.В. Старовойтова, А.В. Данилова, О.А. Решетник; заявитель Казанский национальный исследовательский технологический университет – № 2019108162; заявл. 21.03.2019; опубл. 16.01.2020, Бюл. 2. – 1 с.

9. Пат. № 2737397 Российская Федерация, МПК A21D 2/36. Способ предварительной активации прессованных хлебопекарных дрожжей / **А.В. Маслов**, З.Ш. Мингалеева, О.В. Старовойтова, Н.З. Дубкова, С.В. Борисова, О.А. Решетник; заявитель Казанский национальный исследовательский технологический университет – № 2020110938; заявл. 16.03.2020; опубл. 30.11.2020, Бюл. 34. – 1 с.

10. Пат. № 2762430 Российская Федерация, МПК A21D 2/36. Способ активации прессованных хлебопекарных дрожжей для производства хлебобулочных изделий / **А.В. Маслов**, З.Ш. Мингалеева, О.В. Старовойтова, Л.И. Агзамова, А.И. Биктагирова, О.А. Решетник; заявитель Казанский национальный исследовательский технологический университет – № 2021110140; заявл. 12.04.2021; опубл. 21.12.2021, Бюл. № 36 – 1 с.

Статьи и тезисы в журналах и сборниках конференций

11. **Маслов, А.В.** Влияние добавки растительного происхождения на потребительские свойства хлебобулочного изделия из пшеничной муки с крепкой клейковиной и пониженной сахарообразующей способностью / А.В. Маслов, З.Ш. Мингалеева, О.В. Старовойтова, А.Г. Чартинова // Молодежь и XXI век – 2019 : материалы IX Международной молодежной научной конференции, 21-22 февраля 2019 г., г. Курск. – Курск, 2019. – С. 241-245.

12. **Маслов, А.В.** Влияние добавки растительного происхождения на бродильную активность хлебопекарных дрожжей / А.В. Маслов, А.Г. Чартинова, О.В. Старовойтова, А.В. Данилова // Пищевые технологии и биотехнологии : материалы XVI Всероссийской конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием, 16-19 апреля 2019 г., г. Казань. – Казань, 2019. – С. 84-87.

13. **Маслов, А.В.** Технологические аспекты применения добавки растительного происхождения в производстве хлеба из муки пшеничной высшего сорта / А.В. Маслов, А.И. Биктагирова, А.Г. Чартинова, З.Ш. Мингалеева // Приоритетные направления развития науки и технологий : доклады XXV международной научно-практической конференции 13 мая 2019 г., г. Тула. – Тула, 2019. – С. 111-113.

14. Исследование влияния пророщенной спельты на биотехнологические свойства дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* / З.Ш. Мингалеева, **А.В. Маслов**, О.В. Старовойтова, А.И. Биктагирова, О.А. Решетник // Актуальная биотехнология. – 2019. – Т. 30. – № 3. – С. 106-107.

15. **Маслов, А.В.** Использование функциональной добавки растительного происхождения в производстве хлебобулочных изделий / А.В. Маслов, З.Ш. Мингалеева, А.И. Биктагирова, А.В. Данилова // Адыгейский сыр: история, традиции, инновации : материалы Международной научно-практической конференции: 20 сентября 2019 г., г. Майкоп. – Майкоп, 2019. – С. 119-122.

16. **Маслов, А.В.** Влияние пророщенной спельты на свойства тестового полуфабриката в процессе брожения / А.В. Маслов // Наука и образование в XXI веке: теория, методология, практика : материалы международной научно-практической конференции, 4 октября 2019 г., г. Уфа. – Уфа, 2019. – С. 39-43.

17. **Маслов, А.В.** Исследование влияния порошка из *Pleurotus ostreatus* на свойства сырья хлебопекарного производства / А.В. Маслов, Н.З. Дубкова, З.Ш. Мингалеева // Инновационные технологии пищевых производств : тезисы докладов II Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 12-13 декабря 2019 г., г. Севастополь. – Севастополь, 2020. – С. 68-70.

18. **Маслов, А.В.** Влияние растительного порошка на свойства сырья и полуфабрикатов хлебопекарного производства / А.В. Маслов, З.Ш. Мингалеева, Д.Д. Демина, Э.Р. Бикмуллина // Качество продукции, технологий и образования : материалы XV Международной научно-практической конференции, 30 апреля 2020 г., г. Магнитогорск. – Магнитогорск, 2020. – С. 82-84.

19. **Маслов, А.В.** Изучение влияния добавки на скорость черствения хлебобулочного изделия / Маслов А.В., Мингалеева З.Ш., Данилова А.В. // Пищевые технологии будущего: инновации в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции : тезисы докладов Международной научно-практической конференции, 12-13 марта 2020 г., г. Саратов. – Пенза, 2020. – С. 158-160.

20. Исследование влияния порошка из семян тыквы на свойства сырья и полуфабрикатов хлебопекарного производства / **А.В. Маслов**, З.Ш. Мингалеева, А.И. Биктагирова, О.В. Старовойтова, О.А. Решетник // Актуальные проблемы и вопросы технологии производства продукции общественного питания, животноводства

и растениеводства : материалы III Всероссийской конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов, 19 марта 2020 г., г. Казань. – Казань, 2020. – С. 110-114.

21. Влияние порошка из вёшенки обыкновенной на бродильную активность хлебопекарных дрожжей / **А.В. Маслов**, З.Ш. Мингалеева, О.В. Старовойтова, Л.И. Агзамова, О.А. Решетник // Актуальная биотехнология. – 2020. – № 3. – Т. 34. – С.135.

22. **Маслов, А.В.** Исследование влияния порошка из вёшенки на клейковину пшеничной муки высшего сорта / А.В. Маслов, О.В. Старовойтова, Л.И. Агзамова, З.Ш. Мингалеева // Современные проблемы пищевой безопасности : материалы международной научной конференции, 22-23 октября 2020 г., г. Санкт-Петербург. – Санкт-Петербург, 2020. – С. 146-148.

23. **Маслов, А.В.** Влияние порошка вёшенки на ферментативную активность дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* / Маслов А.В., Биктагирова А.И., Решетник О.А. // Горизонты биотехнологии : материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов и молодых ученых, декабрь 2020 г., г. Орел, – Орел, 2021. – С. 157-159.

24. **Маслов, А.В.** Аспекты применения порошка из семян тыквы в хлебопекарном производстве / А.В. Маслов, А.И. Биктагирова, З.Ш. Мингалеева, О.А. Решетник // Молодежная наука – развитию агропромышленного комплекса : материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 3-4 декабря 2020 г., г. Курск. – Курск, 2020. – С. 306-311.

25. **Маслов, А.В.** Влияние обогащающих добавок на активность амилолитических ферментов пшеничной муки. / А.В. Маслов, А.И. Биктагирова, З.Ш. Мингалеева // Пищевые технологии будущего: инновации в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции : сборник статей II Международной научно-практической конференции в рамках международного научно-практического форума, посвященного Дню Хлеба и соли, 24-25 марта 2021 г., г. Саратов. – Саратов, 2021. – С. 333-337.

26. **Маслов, А.В.** Анализ качества пшеничной муки высшего сорта / А.В. Маслов, А.И. Биктагирова, Н.З. Дубкова, З.Ш. Мингалеева // Пищевые технологии и биотехнологии : материалы XVII Всероссийской конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием, 20-23 апреля 2021 г., г. Казань. – Казань, 2021. – С. 76-80.

27. **Маслов, А.В.** Повышение пищевой ценности ржано-пшеничного хлеба с использованием пищевой комплексной добавки / А. В. Маслов, А. И. Биктагирова, З. Ш. Мингалеева // Пищевые технологии будущего: инновационные идеи, научный поиск, креативные решения : сборник трудов III Международной научно-практической молодежной конференции, 11 июня 2021 г., г. Москва. – Москва, 2021. – С. 31-35.

28. **Маслов, А.В.** Биотехнологические аспекты производства хлеба повышенной пищевой ценности / А.В. Маслов, А.И. Биктагирова, З.Ш. Мингалеева // Продовольственная безопасность как фактор повышения качества жизни : материалы Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции, 29 сентября 2021 г., г. Орел. – Орел, 2021. – С. 163-168.

29. **Маслов, А.В.** Влияние порошка вешенки на качество прессованных дрожжей и процесс тестоведения / А.В. Маслов, З.Ш. Мингалеева, А.В. Дегтярева // Актуальные проблемы прикладной биотехнологии и инженерии : материалы международной научно-практической конференции, 21 июня 2022 г., г. Оренбург. – Оренбург, 2022. – С. 63-65.

30. **Маслов, А.В.** Исследование качественных показателей добавок растительного происхождения и хлебопекарной муки / А.В. Маслов, З.Ш. Мингалеева, О.В. Старовойтова // Пища. Экология. Качество : труды XIX Международной научно-практической конференции, 8-9 ноября 2022 г., г. Новосибирск. – Новосибирск, 2022. – С. 324-327.

31. **Маслов, А.В.** Разработка комплексной добавки для улучшения биотехнологических показателей дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* / А.В. Маслов, А.Р. Залялиева, З.Ш. Мингалеева // Пищевые технологии и биотехнологии : материалы XVIII Всероссийская конференция молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием, 18-21 апреля 2023 г., г. Казань. – Казань, 2023. – С. 74-79.

32. **Маслов, А.В.** Повышение конкурентоспособности хлебопекарной продукции на основе улучшения качества дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* / А.В. Маслов // Многополярный мир в фокусе новой действительности : материалы XIII Евразийского экономического форума молодежи, Екатеринбург, 24-28 апреля 2023 г., г. Екатеринбург – Екатеринбург, 2023. – С. 22-24.