

На правах рукописи



АГИБАЛОВА ВАРВАРА СЕРГЕЕВНА

**РАЗРАБОТКА НАУЧНО ОБОСНОВАННЫХ РЕЦЕПТУР
ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ
ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ
С ПРИМЕНЕНИЕМ ПЕРСПЕКТИВНЫХ
ФИТООБОГАТИТЕЛЕЙ**

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 сельскохозяйственных наук

Мичуринск-наукоград РФ, 2016

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» на кафедре технологии переработки растениеводческой продукции

**Научный
руководитель:
Официальные
оппоненты:**

доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Манжесов Владимир Иванович
Магомедов Газибег Омарович,
доктор технических наук, профессор,
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,
заведующий кафедрой технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производства
Синельникова Ольга Викторовна,
кандидат сельскохозяйственных наук,
ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет-Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева»,
доцент кафедры финансов
Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»

Защита диссертации состоится «27» января 2017 года в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 220.041.01 в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Мичуринский государственный аграрный университет» по адресу: 393760, Тамбовская обл., г. Мичуринск, ул. Интернациональная, д. 101, корпус 1, зал заседаний диссертационных советов, тел./факс (47545) 9-44-12, e-mail: dissov@mgau.ru.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ и на сайте www.mgau.ru, с авторефератом на сайте Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации www.vak.ed.gov.ru.

Автореферат разослан «5» декабря 2016 г.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные и скрепленные гербовой печатью, просим направлять ученому секретарю диссертационного совета.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 220.041.01,
доктор с.-х. наук, доцент



Ю.В.Гурьянова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. Здоровье человека и нации в целом в значительной степени определяется рационом питания. Оптимальное питание служит ключевым фактором, обуславливающим активную трудоспособность, продолжительность жизни и сохранение генофонда нации.

В настоящее время во всех развитых странах мира вопросы здорового питания возведены в ранг государственной политики.

Учитывая исторически сложившуюся высокую долю зерномучной группы в потребительской корзине населения РФ, существенную роль играют исследования в области проектирования рецептурных составов и технологий новых видов хлебобулочных изделий, в том числе обогащенных физиологически функциональными ингредиентами.

В качестве потенциально полезных для организма человека добавок растительного происхождения выбраны мука цельнозернового зерна сорго и нута, порошок семян расторопши и моркови. Выбор данных фитообогащителей обусловлен их доступностью, технологичностью и экологической чистотой, а также высокой концентрацией полезных веществ.

Проведение комплексных исследований по разработке хлебобулочных изделий с использованием нетрадиционного растительного сырья, характеризующегося высокой концентрацией полезных веществ, является актуальным, так как позволит расширить ассортимент хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности.

Степень разработанности исследований. Значительный вклад в развитие исследований по повышению качества и пищевой ценности хлеба, в разработку научных основ создания изделий профилактического назначения внесли такие отечественные ученые, как Л.Я. Ауэрман, А.А. Покровский, В.А. Тутельян, Н.П. Козьмина, Л.Н. Казанская, Л.И. Пучкова, Р.Д. Поландова, В.В. Щербатенко, Т.Б. Цыганова, В.И. Дробот, Р.К. Еркинбаева, Н.М. Дерканосова, Г.О. Магомедов, С.Я. Корячкина, Л.П. Пащенко, Л.Н. Шатнюк, И.В. Матвеева, Г.Г. Дубцов и др.

Цель исследований: разработка и научное обоснование применения перспективных фитообогащителей в хлебопекарном производстве для повышения качества и пищевой ценности готовых изделий.

Для реализации поставленной цели решались следующие задачи:

1) обосновать целесообразность применения нетрадиционного растительного сырья в производстве хлебобулочных изделий профилактического назначения;

2) исследовать влияние фитообогатителей на свойства основного сырья и органолептические и физико-химические показатели качества хлеба, установить их оптимальные дозировки;

3) исследовать влияние фитообогатителей на процессы созревания теста (структурно - механические свойства, газообразующую и газодерживающую способность, кислотность и бродильную активность);

4) провести оптимизацию рецептурных компонентов хлеба профилактического назначения с применением нетрадиционного растительного сырья;

5) определить химический состав, физико-химические и структурно-механические показатели, а также биологическую и пищевую ценность готовой продукции;

6) разработать проект нормативно - технической документации на хлебобулочные изделия, обогащенные растительными ингредиентами; провести их опытно - промышленную апробацию; дать экономическое обоснование.

Объект исследования – хлеб повышенной пищевой ценности с применением перспективных фитообогатителей, технологии и рецептуры хлебобулочных изделий.

Предмет исследования – влияние фитообогатителей на качество полуфабрикатов, готовых изделий и их пищевую ценность.

Научная новизна исследований. Научно обоснована эффективность внесения в рецептурный состав хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности нетрадиционных видов сырья (муки цельнозернового зерна сорго и нута, порошка семян расторопши и моркови), содержащих в своем составе необходимые организму физиологически функциональные ингредиенты;

Определены рациональные дозировки растительных ингредиентов при создании новых рецептур хлебобулочных изделий;

Выявлено положительное влияние цельнозерновой муки сорго и нута, порошка семян расторопши и моркови на качество клейковины пшеничной муки, структурно-механические свойства теста, а также качество, пищевую ценность, потребительские свойства хлеба, сроки сохранения свежести готовых изделий;

Впервые разработаны оптимальные рецептуры хлеба профилактического назначения повышенной пищевой и биологической ценности с добавлением перспективных фитообогащителей.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретическая значимость диссертационной работы обусловлена комплексом исследований, направленных на изучение влияния перспективных фитообогащителей на показатели качества хлебобулочных изделий.

Разработаны рецептуры и уточнены технологические режимы производства хлебобулочных изделий с применением муки цельно-смолотого зерна сорго, порошка семян расторопши и моркови, позволяющие повысить пищевую и биологическую ценность продукции, улучшить показатели ее качества, расширить ассортимент изделий профилактического действия.

Разработаны проекты нормативно-технической документации на следующие изделия: хлеб Лозовской (РЦ, ТИ, ТУ 9114-026-00492894-2016); хлеб Лучезарный (РЦ, ТИ, ТУ 9114-027-00492894-2016); хлеб Пересвет (РЦ, ТИ, ТУ 9113-028-00492894-2016).

Технологическая и экономическая целесообразность предложенных рецептур и технологий хлебобулочных изделий профилактического назначения подтверждена их промышленной апробацией. Пробные выпечки хлеба проведены в условиях ПО «Мамонхлеб» (акты производственных испытаний от 16.05.2016 г.).

Методология и методы исследования. Методологической основой исследования является системный анализ технологии производства хлебобулочных изделий, обогащенных перспективными фитообогащителями. В соответствии с выбранной методологией решается задача выбора и обоснования применения фитообогащителей в рецептуре хлебобулочных изделий, а также совершенствования рецептур хлебобулочных изделий с использованием перспективных фитообогащителей.

Научные положения, выносимые на защиту:

- оценка качества и пищевой ценности нетрадиционного растительного сырья, целесообразность их применения при производстве хлебобулочных изделий профилактической направленности;
- влияние растительных ингредиентов на свойства основного сырья, процессы созревания теста и качество хлебобулочных изделий;
- оптимизация рецептурных компонентов при создании хлебобулочных изделий с использованием перспективных фитообогащителей.

лей, обладающих функциональными свойствами;

- показатели качества и пищевой ценности обогащенных хлебо-булочных изделий для профилактического питания.

Степень достоверности. Достоверность полученных в диссертации результатов исследований подтверждается: методологической обоснованностью теоретических положений; использованием объективных законов природы и современных математических методов обработки информации в научных исследованиях; согласованностью теоретических результатов с экспериментальными данными, которые получены с использованием современных общепринятых и специальных методов, ГОСТов, приборов и оборудования; актами промышленных испытаний.

Апробация результатов исследований. Основные положения диссертационной работы обсуждались и докладывались на международных научно-практических конференциях: «Современные технологии производства продуктов питания: состояние, проблемы и перспективы развития» (пос. Персиановский, 2010 г.), «Состояние, проблемы и перспективы производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (г. Уфа, 2011 г.), «Достижения науки и инновации в производстве, хранении и переработке с.-х. продукции» (Мичуринск-научкоград, 2011 г.), «Интеграция науки и практики как механизм эффективного развития АПК» (г. Уфа: Башкирский ГАУ, 2013 г.), «Научно-практические аспекты ресурсосберегающих технологий производства продукции и переработки отходов АПК» (г. Воронеж: Воронежский ГАУ, 2014 г.), «Производство и безопасность с.-х. продукции» (г. Воронеж: Воронежский ГАУ, 2015 г.), «Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение» (г. Воронеж: ВГУИТ, 2015); а также научно-практических конференциях: «Актуальные вопросы технологий производства, переработки, хранения с.-х. продукции и товароведения» (г. Воронеж: Воронежский ГАУ, 2012 г.), «Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности», посвященной 100-летию ВГАУ и 20-летию образования факультета технологии и товароведения (г. Воронеж: Воронежский ГАУ, 2013 г.), «Актуальные вопросы технологий производства, переработки, хранения с.-х. продукции и товароведения» (г. Воронеж: Воронежский ГАУ, 2013 г.).

Соответствие диссертации паспорту научных специальностей. Диссертационная работа соответствует п. 2, 4, 6 паспорта спе-

циальности 05.18.01 – «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства».

Личный вклад. Автор диссертации лично участвовал во всех этапах проведенного исследования: в выборе темы, разработке схемы его проведения, получении исходных данных, обработке теоретических и экспериментальных результатов, расчете экономической эффективности, в написании отчетов, статей, диссертации и автореферата.

Публикации. По материалам исследований опубликовано 17 научных работ, в которых отражено основное содержание диссертационной работы; из них 4 статьи – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, 5 глав, заключения и предложений производству. Список литературных источников включает 191 наименование, из них 19 – на иностранных языках. Работа изложена на 203 страницах машинописного текста, иллюстрирована 48 таблицами и 54 рисунками. Содержит 3 приложения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

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

1 Аналитический обзор литературы. В обзоре научно-технической литературы рассмотрена роль хлебобулочных изделий в рационе питания населения РФ. Описаны факторы, определяющие пищевую ценность хлеба, а также способы ее повышения. Обобщены материалы отечественных и зарубежных авторов по использованию в хлебопекарном производстве нетрадиционного растительного сырья, придающего профилактические свойства готовым изделиям. Даны теоретическое обоснование и оценка целесообразности применения при производстве продуктов питания перспективных обогатителей растительного происхождения: зернового сорго, расторопши пятнистой и моркови. На основании проведенного анализа сформулированы задачи исследования.

2 Объекты, условия и методика исследований. Экспериментальные исследования проводили в лабораториях кафедр технологии переработки растениеводческой продукции, биологии и защиты растений, лаборатории биологических анализов Воронежского государст-

венного аграрного университета имени императора Петра I (ВГАУ), лаборатории технологической и биохимической оценки зерна НИИ СХ ЦЧП имени В.В. Докучаева. Часть исследований была проведена в лаборатории хлебоприемного предприятия «Верхнемамонское ХПП» и аналитической лаборатории Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений.

Объектами исследования являлось сырье, мучные полуфабрикаты и изделия, выработанные согласно разработанным рецептурам.

При проведении исследований использовали следующее сырье: мука пшеничная хлебопекарная 1 сорта (ГОСТ Р 52189-2003), мука ржаная обдирная (ГОСТ Р 52809-2007), дрожжи хлебопекарные прессованные (ГОСТ Р 54731-2011), сахар-песок (ГОСТ 21-94), соль поваренная пищевая (ГОСТ Р 51574-2000), плоды расторопши пятнистой (ТУ 9374-004-00950894-97), зерно сорго (ГОСТ 8759-92), морковный порошок (ТУ 9761-029-02068634-12), мука нутовая (ТУ 9293-081-10514645-03), вода питьевая (СанПиН 2.1.4.1074-01).

Для получения обогащающих добавок использовалось зерно сорго сорта Хазине, плоды расторопши пятнистой сорта Панацея и корнеплоды моркови сорта Берликум рояль, семена нута сорта Краснокутский 36, выращенные в Верхнемамонском районе, Воронежской области (2010-2014 гг.).

В работе использовали общепринятые и специальные методы оценки свойств сырья, полуфабрикатов и качества готовых изделий.

Отбор проб, определение показателей качества муки проводили общепринятыми методами в соответствии с действующей нормативной документацией. Число падения измеряли на приборе ПЧП-3 ИБ2.773.004 по ГОСТ 27676-88. Определение белизны проводили с помощью лабораторного белизномера «Блик-РЗ» по ГОСТ 26361-2013. Силу пшеничной муки определяли по расплываемости шарика теста согласно методике. Газообразующую способность (ГОС) определяли волюмометрическим методом с помощью прибора Яго-Островского.

Органолептические и физико-химические показатели качества дрожжей хлебопекарных прессованных оценивали согласно ГОСТ Р 54731-2011; массовую долю влаги определяли ускоренным методом с помощью влагомера ПИВИ-1, кислотность – методом титрования.

Сырье, применявшееся в работе, соответствовало гигиеническим требованиям безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов ТР ТС 021/2011.

Структурная схема исследований представлена на рисунке 1.

Качество хлеба оценивали общепринятыми методами. Структурно-механические свойства мякиша хлеба измеряли с помощью пенетрометра АП – 4/2. Массовую долю белка определяли методом Кьельдаля, липидов – по ГОСТ 8756.21-89, крахмала – методом Эверса, клетчатки (целлюлозы) – по Кюршнеру и Ганеку. Определение растворимых и нерастворимых пищевых волокон производили ферментативно-гравиметрическим методом – по ГОСТ Р 54014-2010, пектиновых веществ – по ГОСТ 29059-91, сахаров – методом Бертрана и Поченка. Содержание макро- и микроэлементов определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии на ААС «Квант-АФА», массовую долю витамина В₁ (тиамина) и витамина В₂ (рибофлавин) – флюорометрическим методом по ГОСТ 29138-91 и ГОСТ 29139-91 соответственно, витамина РР (никотиновой кислоты) – калориметрическим методом по ГОСТ 29140-91, витамина Е – с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии по ГОСТ Р 54634-2011, β-каротина – колориметрическим методом. Аминокислотный состав определяли на жидкостном хроматографе «BREEZE». Пищевую ценность хлеба определяли расчетным методом.

Обработку экспериментальных данных проводили с помощью методов математической статистики и программ Statistica 7.0 и MS Excel.

3 Обоснование применения обогащающих добавок из нетрадиционного растительного сырья. Для обоснования использования в рецептурах хлебобулочных изделий муки цельносмолотого зерна сорго, порошка семян рапса и морковного порошка, были исследованы их органолептические и структурно-механические свойства, пищевая ценность и показатели безопасности, а также их влияние на процессы созревания теста (структурно-механические свойства, газообразующую и газодерживающую способность, кислотность и бродильную активность).



Рисунок 1 – Структурная схема исследования

Исследование показателей качества и химического состава обогатителей подтвердило целесообразность их использования в рецептурах хлебобулочных изделий с целью обогащения последних микронутриентами.

Установлено, что с увеличением содержания обогащающих добавок в смеси с пшеничной мукой 1 сорта количество отмываемой клейковины снижалось, при этом отмечалось увеличение ее упругих свойств. Укрепление клейковины обусловлено образованием межмолекулярных водородных связей при взаимодействии белков клейковины муки и полисахаридов добавок, а также образованием дополнительных (дисульфидных) связей между С=О группами Р-активных веществ и аминогруппами (-NH₂) аминокислот белков клейковины, упрочняющих их структуру.

Внесение растительных ингредиентов благоприятно сказывалось на активности дрожжевых клеток, ускоряя процесс брожения и улучшая подъемную силу теста на 1,9-26,9% в зависимости от вида добавки и ее дозировки. Это связано с наличием в составе фитообогатителей отдельных компонентов (сахаров, витаминов, минеральных веществ и т.д.), служащих дополнительным источником питания и оказывающих стимулирующее действие на жизнедеятельность дрожжевых клеток.

Для изучения закономерностей показателей качества готовых изделий в зависимости от количества внесения обогащающих добавок была проведена серия пробных лабораторных выпечек хлеба. Улучшение показателей качества готовых хлебобулочных изделий отмечалось при следующих дозировках обогатителей: мука цельносмолотого зерна сорго – 5, 10, 15 % к общей массе муки; порошок семян раторопши – 5, 6, 7 % к общей массе муки; морковный порошок – 5 и 7 % к общей массе муки. Поэтому для дальнейших исследований были выбраны данные дозировки растительных компонентов.

О реологических свойствах опытных образцов теста судили по расплываемости шарика теста. Введение обогатителей способствует снижению показателя расплываемости шарика на 1,7-14,7%, т.е. оказывает положительное влияние на структурно-механические свойства теста.

Исследования показали, что при внесении растительных ингредиентов увеличивается количество выделившегося углекислого газа: на 1,2-11,2 % при внесении порошка раторопши; на 10,1 - 16,3% – сорговой муки; на 6,1-10,0% – морковного порошка.

Газоудерживающая способность теста при внесении фитообогащителей также улучшалась. Объем теста в опытных образцах увеличивался в сравнении с контролем на 4,8-19,2% в зависимости от дозировки добавляемого компонента. Это приводило к формированию мякиша хлеба с хорошо развитой пористостью.

Изучение динамики кислотонакопления теста показало, что внесение порошка семян расторопши и морковного порошка в количестве 5-7% приводит к закономерному увеличению титруемой кислотности теста в процессе брожения (рисунок 2), что способствует ускорению процессов набухания и пептизации белковых веществ и является основанием для сокращения продолжительности технологического цикла на 20-30 мин.

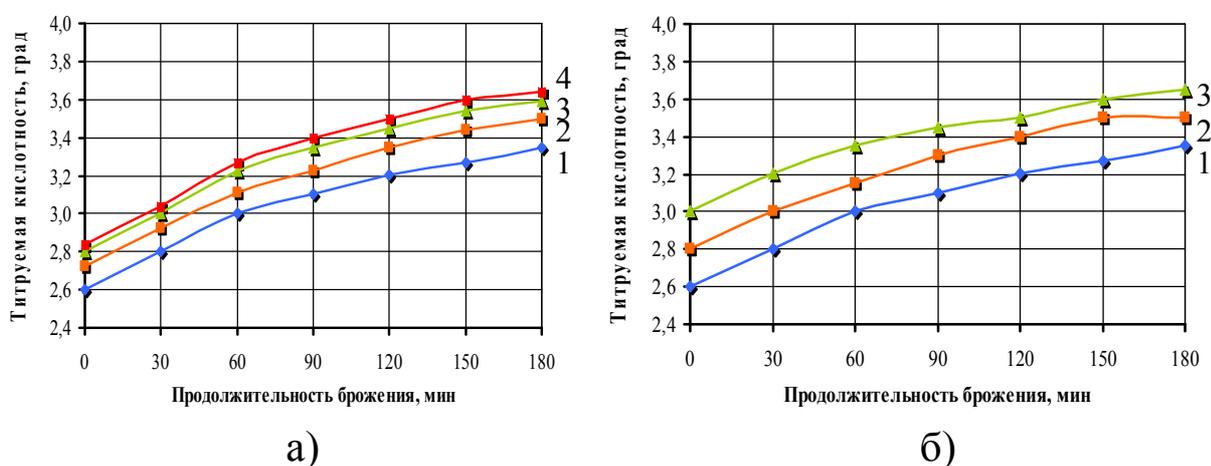


Рисунок 2 – Изменение титруемой кислотности при брожении теста в зависимости от дозировки:

- а) порошка семян расторопши: 1 – контроль; 2 – 5 %; 3 – 6 %; 4 – 7 %;
 б) морковного порошка: 1 – контроль; 2 – 5 %; 3 – 7 %.

Растительные ингредиенты оказывали положительное влияние на бродильную активность, что обусловлено химическим составом вносимых рецептурных компонентов, включающим моно- и дисахариды, витамины и минеральные вещества, которые обеспечили определенную активизацию микроорганизмов и интенсификацию процесса брожения полуфабриката.

4 Разработка рецептур хлеба повышенной пищевой ценности с применением перспективных фитообогащителей. Для определения рациональной дозировки обогащителей проводили лабораторные выпечки хлеба, используя полный факторный эксперимент (2^3) и последующую математическую обработку полученных данных.

Выбор оптимальной рецептуры хлеба профилактического назначения с применением муки цельносмолотого зерна сорго и морковного порошка. В качестве основных факторов, влияющих на качество хлеба с добавлением муки цельносмолотого сорго и морковного порошка, были выбраны: X_1 – дозировка муки цельносмолотого зерна сорго, % к массе муки; X_2 – дозировка морковного порошка, %; X_3 – дозировка прессованных дрожжей, %. Выходными параметрами являлись: пористость мякиша хлеба, % (Y_1) и комплексная оценка качества (КОК), баллы (Y_2).

В результате статистической обработки экспериментальных данных получены уравнения регрессии, адекватно описывающие данный процесс под влиянием исследуемых факторов:

$$Y_1 = 72,658 + 1,327X_1 - 1,052X_2 + 2,938X_3 - 0,638X_1X_2 - 1,300X_1X_3 + 0,442X_2X_3 - 1,134X_1^2 - 0,405X_2^2 - 2,182X_3^2. \quad (1)$$

$$Y_2 = 93,223 + 2,649X_1 + 4,509X_2 + 3,782X_3 - 1,500X_1X_2 + 1,500X_1X_3 - 0,750X_2X_3 - 6,781X_1^2 - 1,838X_2^2 - 4,672X_3^2. \quad (2)$$

Оптимизация показала необходимость выбора следующих оптимальных параметров: дозировка муки цельносмолотого зерна сорго – 9,0-14,0% к общей массе муки; дозировка морковного порошка – 4,0-6,0%; дозировка прессованных дрожжей – 2,0-3,0%. Продолжительность брожения опытных образцов сокращается на 20-30 мин в связи с положительным влиянием добавок на процессы созревания теста. Разработанный хлеб получил название Лучезарный. Взаимное влияние факторов на комплексную оценку качества хлеба представлено на рисунке 3.

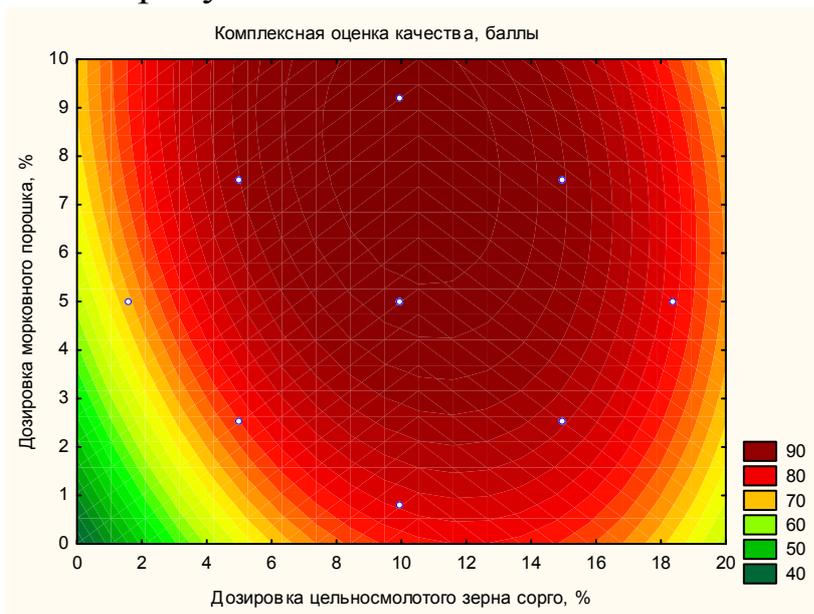


Рисунок 3 – Изменение КОК хлеба в зависимости от внесения морковного порошка и муки цельносмолотого зерна сорго (при оптимальной дозировке прессованных дрожжей, %)

В таблице 1 представлены физико-химические показатели качества разработанных изделий.

Выявлено, что внесение обогатителей способствовало продлению срока свежести хлеба, что подтверждалось увеличением общей деформации сжатия мякиша опытных образцов на 2,2-3,4% по сравнению с контролем, упругая деформация при этом снижалась. Это, вероятно, объясняется тем, что входящие в состав пектиновые вещества увеличивают содержание прочносвязанной влаги, благодаря чему она меньше теряется в процессе хранения хлеба.

Таблица 1 – Показатели качества хлеба Лучезарный

Наименование показателя	Контроль*	Опыт 1**	Опыт 2***
Объем, см ³	800,0	835,1	824,3
Удельный объем, см ³ /100 г	302,5	328,3	319,4
Формоустойчивость, Н/Д	0,42	0,45	0,45
Пористость мякиша, %	66,4	75,5	73,0
Кислотность мякиша, град	2,6	2,8	2,8
Влажность мякиша, %	43,0	42,5	42,2

Примечание: * - хлеб красносельский; ** - хлеб на основе 91 % муки пшеничной 1 с, 9 % муки сорго, 5 % морковного порошка; *** - хлеб на основе 88 % муки пшеничной 1 с, 12 % муки сорго, 4,5 % морковного порошка

При введении цельносмолотого зерна сорго и морковного порошка в рецептуру в хлебе из сортовой пшеничной муки повышается содержание пищевых волокон, минеральных веществ (кальций, магний, железо), витаминов (В₁, РР, β-каротин). Учитывая это, хлеб Лучезарный обладает профилактической направленностью.

Выбор оптимальной рецептуры хлеба профилактического назначения с применением порошка семян раторопши. При оптимизации рецептуры хлеба с порошком раторопши в качестве исходных параметров рассматривались: X_1 – дозировка порошка семян раторопши, % к массе муки; X_2 – дозировка прессованных дрожжей, % к массе муки; X_3 – дозировка жидкой закваски с заваркой, % к массе муки. Критериями оценки влияния различных количеств рецептурных компонентов на качество готового продукта были выбраны: Y_1 – пористость мякиша хлеба, %; Y_2 – комплексная оценка качества, характеризующая совокупность свойств и внешний вид хлеба (КОК), баллы.

Анализ уравнений регрессии показывает, что порошок семян раторопши играет решающую роль в формировании комплексной оценки качества хлеба. В меньшей степени на данный показатель

вливают дрожжи прессованные и жидкая закваска с заваркой. Высокая пористость хлеба обусловлена (помимо закваски) содержанием прессованных дрожжей и уже затем порошком семян раторопши.

Оптимизация показала необходимость выбора следующих оптимальных интервалов исследуемых факторов: дозировка порошка семян раторопши – 4-7% к общей массе муки; дозировка прессованных дрожжей – 0,4-0,6% к массе муки; дозировка жидкой закваски – 68-72% к массе муки.

Качество хлеба с раторопшей в сравнении с контролем улучшается. Удельный объем увеличивается на 8,7-9,5%, пористость – на 5,4-6,8%, а также формоустойчивость – на 9,4%. Также изделия отличались более яркой окраской корки, выраженным вкусом и ароматом.

В таблице 2 представлен химический состав разработанных изделий.

Таблица 2 – Содержание пищевых веществ в хлебе Пересвет

Наименование показателя	Значение показателя		
	Хлеб Дарницкий (контроль)	Хлеб с порошком семян раторопши	
		4,5 %	6,5 %
Содержание, %:			
белков	6,60	6,82	6,92
липидов	1,62	1,95	2,12
клетчатки	1,24	3,22	3,29
зола	1,46	1,67	1,72
Содержание витаминов, мг/100 г:			
тиамин (В ₁)	0,138	0,149	0,155
рибовлафин (В ₂)	0,049	0,052	0,054
токоферол (Е)	0,03	0,039	0,041
Содержание минеральных веществ, мг/100 г:			
кальций (Са)	29,5	48,3	51,7
фосфор (Р)	172	198	204

Хлеб, выпеченный с добавлением порошка отличался повышенным содержанием жира, клетчатки, минеральных веществ и витаминов. В изделиях, содержащих 6,5 % обогатителя, отмечено увеличение доли белка на 8,3 %, тиамин – на 12,3 %, токоферола – на 36,7 %; повышается содержание жира (на 18,3 %) и пищевых волокон (в 2,6 раза), которые в сочетании с флавоноидами раторопши защищают организм от негативного воздействия окружающей среды. Изменяется в сторону более оптимального соотношение между кальцием и фосфором. Это позволяет рекомендовать разработанные изделия жителям экологически неблагоприятных регионов нашей страны.

Выбор оптимальной рецептуры хлеба повышенной пищевой и биологической ценности. Для повышения пищевой и биологической ценности хлеба пшеничного из муки 1 сорта (контроль) в рецептуру добавляли муку цельносмолотого зерна сорго и нуттовую муку, которая является богатейшим источником белка, сбалансированного по содержанию различных аминокислот. Для оптимизации соотношений мучных компонентов было принято симплекс-решетчатое планирование эксперимента (рисунок 4).

Реализовав симплекс-решетчатое планирование пористости мякиша хлеба, были выбраны следующие варианты внесения мучных компонентов в рецептуру: мука сорговая – 3,0-5,5 %; мука пшеничная первого сорта – 1,0-1,5 %; мука нуттовая – 3,0-6,0 %.

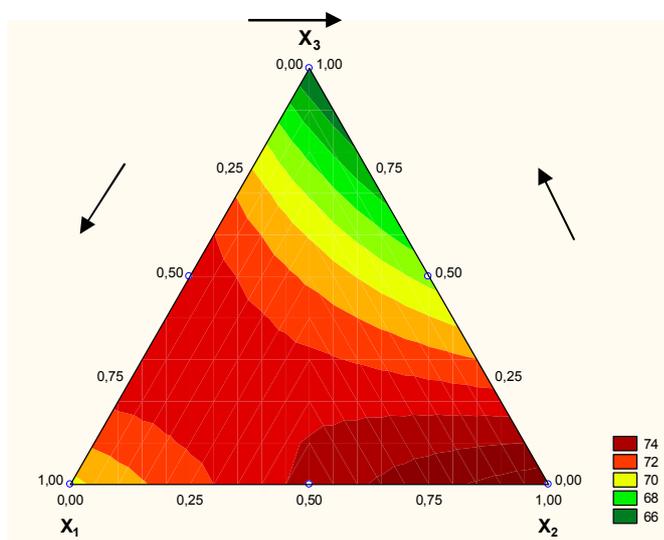


Рисунок 4 – Зависимость пористости мякиша хлеба от массовой доли компонентов: X_1 – дозировка муки сорго, %; X_2 – дозировка муки пшеничной 1 сорта, %; X_3 – дозировка нуттовой муки. %

С точки зрения удельного объема хлеба оптимальными пределами изменения дозировок компонентов являлись: для муки сорговой 2,5-3,5%, муки пшеничной 1 сорта – 0-2,0%, муки нуттовой – 5,5-6,5%. По совокупности результатов оптимизации и с учетом постановки эксперимента наиболее рациональными вариантами соотношения мучных компонентов в рецептуре хлеба Лозовской следует считать: мука пшеничная 1 сорта – 90,0-91,5%, мука цельносмолотого сорго – 4,0-4,5%; нуттовая муки – 4,0-6,0%.

По содержанию белка опытные образцы хлеба превосходят контроль на 9,2-11,8%, что говорит об увеличении их белковой ценности. Биологическая ценность повышается на 5,5-6,6%.

В результате определения пищевой ценности хлеба эффективность применения фитообогатителей была подтверждена (таблица 3).

Таблица 3 – Пищевая ценность хлеба Лозовского с внесением муки цельносмолотого зерна сорго и муки нутовой

Показатель	Суточная потребность взрослого человека	Содержание в 100 г продукта		Степень удовлетворения суточной потребности, %	
		контроль	опыт	контроль	опыт
Белки, г	75	7,7	8,5	10,3	11,3
Жиры, г	83	0,9	1,1	1,1	1,3
Углеводы усвояемые, г	363	49,7	48,9	13,7	13,5
Углеводы неусвояемые, г	20	3,1	3,8	15,5	19,0
Минеральные вещества мг:					
натрий	1300	498,0	501,7	38,3	38,6
калий	2500	129,5	180,6	5,2	7,2
кальций	1000	23,6	28,8	2,4	2,9
магний	400	30,4	38,1	7,6	9,5
фосфор	800	81,7	82,5	10,2	10,3
железо	14	1,5	2,1	10,7	15,0
Витамины, мг:					
В ₁	1,5	0,14	0,21	9,3	14,0
В ₂	1,8	0,05	0,09	2,8	5,0
РР	20	1,48	1,67	7,4	8,3
Энергетическая ценность, ккал	2500	237,7	239,5	9,5	9,6

При употреблении 100 г разработанного изделия суточная потребность взрослого человека в белках удовлетворяется на 11,3%, жирах – на 1,3%, пищевых волокнах – на 19,0%. На высоком уровне находится содержание минеральных веществ и витаминов и составляет для калия 7,2%, магния – 9,5%, железа – 15,0%, тиамин – 14,0% и рибофлавин – 5,0% от суточной нормы потребления.

5 Оценка экономической эффективности производства новых сортов хлебобулочных изделий. Определение конкурентных возможностей продукции возможно только при определении потребности и стоимости основного и дополнительного сырья на производство условной единицы продукции.

Исходя из расчетов, оптовая цена 1 т хлеба с мукой цельносмолотого зерна сорго и морковным порошком составляет 48,0 тыс. руб., что при массе единицы продукта 500 г соответствует 24,0 руб. за 1

шт.; 1 т хлеба с порошком семян расторопши – 47,0 тыс. руб. при массе 600 г соответствует 28,20 руб. за 1 шт.; 1 т хлеба с мукой цельносмолотого зерна сорго и нутовой мукой – 47,50 тыс. руб. при массе 500 г соответствует 23,75 руб. за 1 шт. Предложенные функциональные пищевые продукты являются конкурентоспособными. Полученные цены новых хлебобулочных изделий находятся приблизительно в ценовом диапазоне хлебобулочных изделий лечебно-профилактического назначения, который немного выше.

Проведенные по диссертационной работе исследования позволили сделать следующие выводы:

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненные теоретические и экспериментальные исследования и проверка их в реальных производственных условиях подтвердили целесообразность применения перспективных фитообогащителей (муки цельносмолотого зерна сорго, порошка семян расторопши и морковного порошка) в хлебопечении, позволили разработать новые рецептуры хлеба повышенной пищевой ценности, внедрение которых вносит значительный вклад в расширение ассортимента продуктов, предназначенных для профилактического питания.

1. Научно обосновано и экспериментально подтверждено применение перспективных фитообогащителей (муки цельносмолотого зерна сорго и нута, порошка семян расторопши и моркови) при производстве хлебобулочных изделий в целях повышения их качества и пищевой ценности, а также придания им функциональных свойств.

2. Выявлено, что наиболее оптимальными дозировками фитообогащителей, обеспечивающими получение хлебобулочных изделий с лучшими показателями качества, являются: для муки сорго 5 и 10%; для порошка семян расторопши – 5-7%; для морковного порошка – 5 и 7% к массе муки.

3. Установлено влияние обогащителей на свойства основного сырья: муку пшеничную 1 сорта и дрожжи прессованные хлебопекарные. Отмечено снижение массовой доли клейковины на 0,2-6,9% в зависимости от вида и количества внесенной добавки, при этом упругие свойства сырой клейковины в смесях изменялись в сторону укрепления. Подъемная сила прессованных дрожжей при добавлении муки цельносмолотого зерна сорго, порошка семян расторопши и морковного порошка повышалась на 1,9-19,2%.

4. Внесение фитообогатителей оказывает положительное влияние на процессы созревания теста, что объясняется высоким содержанием в добавках моно- и дисахаридов, органических кислот и минеральных веществ. Так, улучшаются структурно-механические свойства теста (на 1,7-14,7%), его газообразующая (на 10,0-16,2%) и газодерживающая способность (на 4,7-19,2%), бродильная активность (на 7,5-20,0%) в зависимости от обогатителя и его дозировки.

5. Оптимизирована рецептура хлеба Лучезарный профилактического назначения с применением муки цельносмолотого зерна сорго и морковного порошка. Удельный объем хлебобулочных изделий повышается в среднем на 7,0 %, формоустойчивость – на 7,1% и пористость – на 11,8%, а также улучшается вкус и аромат. Хлеб обогащается витаминами (В₁, РР, β-каротин), минеральными веществами (кальций, магний, железо). Содержание пищевых волокон в готовом изделии повышается на 9,5-12,9 %.

6. Разработана технология производства хлеба Пересвет с внесением порошка семян расторопши. В изделиях, содержащих 6,5% обогатителя, отмечено увеличение доли белка на 8,3%, тиамин – на 12,3%, токоферола – на 36,7%; повышается содержание жира (на 18,3%) и пищевых волокон (в 2,6 раза), которые в сочетании с флавоноидами расторопши защищают организм от негативного воздействия окружающей среды. Соотношение между кальцием и фосфором изменяется в более оптимальную сторону.

7. Оптимизирована рецептура хлеба Лозовской с добавлением муки цельносмолотого зерна сорго и нутовой муки. По содержанию белка опытные образцы хлеба превосходят контроль на 15-20%, что говорит о повышении их белковой ценности. Биологическая ценность увеличивается на 5,5-6,6%. Установлено, что потребление 100 г обогащенных хлебобулочных изделий обеспечит степень удовлетворения суточной нормы: в белках на 12,3%, жирах – 1,3%, углеводах усвояемых – 11,9% и неусвояемых – 6,5%.

8. Разработана техническая документация на новые сорта хлебобулочных изделий. Рецептуры и технологические режимы производства разработанных хлебобулочных изделий прошли опытную апробацию и внедрены в условиях ПО «Мамонхлеб». Прибыль от реализации 1 т хлеба обогащенного растительными ингредиентами составит 9,26 - 9,61 тыс. руб. в зависимости от вида изделия.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Рекомендовать хлебопекарным предприятиям новые сорта хлеба с применением различных фитообогатителей: хлеб с добавлением муки из цельносмолотого зерна сорго и морковного порошка – Лучезарный (РЦ, ТИ, ТУ 9114-027-00492894-2016), хлеб с порошком семян расторопши – Пересвет (РЦ, ТИ, ТУ 9113-028-00492894-2016), хлеб с добавлением муки из цельносмолотого зерна сорго и нутовой муки – Лозовской (РЦ, ТИ, ТУ 9114-026-00492894-2016).

Предлагаемые хлебобулочные изделия обладают высокими показателями качества, отличными вкусовыми достоинствами и повышенной пищевой ценностью за счет увеличения содержания белковых веществ, в том числе незаменимых аминокислот, пищевых волокон, витаминов и минеральных компонентов. Выработанные по разработанным рецептурам хлебобулочные изделия можно отнести к группе функциональных изделий профилактического назначения, способствующих укреплению здоровья человека и уменьшению риска заболеваний.

Аппаратурно-технологическая схема производства хлеба не требует изменения, и потому новые виды продукции можно производить на любом хлебопекарном предприятии.

ДАЛЬНЕЙШАЯ РАЗРАБОТКА ТЕМЫ

Утверждение разработанной нормативной документации на новые сорта хлеба в установленном порядке.

Выработка готовой продукции повышенной пищевой ценности, произведенной с использованием перспективных растительных ингредиентов в производственных условиях.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Агибалова, В.С. Перспективы применения зерна сорго для производства хлебобулочных изделий [Текст] / В.С. Агибалова, Т.Н. Тертычная, В.И. Манжесов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2012. – № 2 (33). – С. 189-191.

2. Агибалова, В.С. Применение семян расторопши пятнистой при разработке рецептуры хлеба повышенной пищевой ценности [Текст] / В.С. Агибалова, Т.Н. Тертычная, В.И. Манжесов, Н.Н. Фомина, И.В. Мажулина // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2014. – №1-2 (40-41). – С. 169-173.

3. Агибалова, В.С. Разработка рецептуры хлеба профилактического назначения с применением муки цельносмолотого зерна сорго и морковного порошка [Текст] / В.С. Агибалова, Т.Н. Тертычная, Е.Е. Курчаева, И.В. Мажулина, Е.А. Андрианов // Хлебопродукты. – 2015. – № 6. – С. 46-47.

4. Агибалова, В.С. Использование перспективных добавок растительного происхождения для повышения биологической ценности хлеба [Текст] / В.С. Агибалова, И.В. Мажулина, Т.Н. Тертычная // Хлебопродукты. – 2016. – № 10. – С. 54-55.

Статьи и материалы конференций

5. Тертычная, Т.Н. Изучение особенностей углеводно-амилазного и белково - протеиназного комплексов тритикалевой муки с обогатителями [Текст] / Т.Н. Тертычная, В.С. Агибалова // Хранение и переработка зерна /г. Днепропетровск/. – 2010. – № 2 (128). – С. 62-64.

6. Тертычная, Т.Н. Применение нетрадиционного растительного сырья в рецептуре хлеба [Текст] / Т.Н. Тертычная, В.И. Манжесов, В.С. Агибалова, Е.Е. Курчаева // Современные технологии производства продуктов питания: состояние, проблемы и перспективы развития: Материалы междунар. научно-практической конференции факультета биотехнологии, товароведения и экспертизы товаров. Посвящена 170-летию со дня основания Донского ГАУ. – пос. Персиановский, 2010. – С. 43-45.

7. Тертычная, Т.Н. Разработка рецептуры хлеба повышенной пищевой ценности на основе тритикалевой и нутовой муки [Текст] / Т.Н. Тертычная, В.С. Агибалова, В.И. Манжесов // Хранение и переработка зерна /г. Днепропетровск/. – 2010. – № 3 (129). – С. 56-57.

8. Агибалова, В.С. Обогащение хлебобулочных изделий пищевыми волокнами и минеральными компонентами сорго [Текст] / В.С. Агибалова, Т.Н. Тертычная, В.И. Манжесов, Е.Е. Курчаева // Материалы международной конференции, посвященной 10-летию факультета пищевых технологий «Состояние, проблемы и перспективы производства и переработки

сельскохозяйственной продукции». – Уфа, 2011. – С. 193-195.

9. Агибалова, В.С. Применение нетрадиционного растительного сырья в рецептуре хлеба [Текст] / В.С. Агибалова, Т.Н. Тертычная, В.И. Манжесов, И.В. Мажулина // Достижения науки и инновации в производстве, хранении и переработке с.-х. продукции: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию Заслуж. работника высшей школы РФ, проф. Ю.Г. Скрипникова, 20-22 сентября 2011 г. – г. Мичуринск-научоград, 2011. – С. 11-13.

10. Агибалова, В.С. Обогащение хлебобулочных изделий биологически активными компонентами на основе нетрадиционного растительного сырья [Текст] / В.С. Агибалова, В.И. Манжесов, Т.Н. Тертычная // Актуальные вопросы технологий производства, переработки, хранения с.-х. продукции и товароведения: материалы научно-практич. конф. проф.-препод. и аспирантского состава факультета технологии и товароведения. – Вып. 1. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2012 г. – С. 16-19.

11. Агибалова, В.С. Влияние продуктов переработки семян расторопши на свойства сырья, теста и качество готовых изделий [Текст] / В.С. Агибалова, Т.Н. Тертычная, И.В. Мажулина // Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности: Материалы II научно-практ. конф., посвященной 100-летию ВГАУ и 20-летию образования факультета технологии и товароведения, 24-26 апреля 2013 г. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ. – Ч. 1. – 2013. – С. 15-19.

12. Агибалова, В.С. Использование морковного порошка при производстве хлебобулочных изделий, обладающих профилактическими свойствами [Текст] / В.С. Агибалова, Т.Н. Тертычная, В.И. Манжесов // Интеграция науки и практики как механизм эффективного развития АПК: материалы междунар. научно-практ. конф. в рамках XXII Международной специализированной выставки «АгроКомплекс-2013», 12-15 марта 2013 г. – Ч. II. – г. Уфа: Башкирский ГАУ, 2013. – С. 20-21.

13. Агибалова, В.С. Обогащение хлебобулочных изделий биологически активными веществами расторопши [Текст] / В.С. Агибалова, В.И. Манжесов, Т.Н. Тертычная // Актуальные вопросы технологий производства, переработки, хранения с.-х. продукции и товароведения: материалы научно-практ. конф. проф.-препод. и аспирантского состава факультета технологии и товароведения, 25-27 марта 2013 г. – Вып. II. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. – С. 98-102.

14. Агибалова, В.С. Оптимизация рецептуры хлеба повышенной пищевой ценности с применением нетрадиционного растительного сырья [Текст] / В.С. Агибалова, Т.Н. Тертычная, В.И. Манжесов // Научно-практические аспекты ресурсосберегающих технологий производства продукции и переработки отходов АПК: межвуз. сб. науч. тр. – ВГАУ. –

Воронеж, 2014. – С. 91-94.

15. Тертычная, Т.Н. Выбор оптимальной рецептуры хлеба профилактического назначения с применением порошка расторопши [Текст] / Т.Н. Тертычная, В.С. Агибалова, В.И. Манжесов // Производство и безопасность с.-х.-ной продукции: материалы III междунар. научно-практ. конф., 11-13 февраля 2015 г., – Ч. 1. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. – С. 135-139.

16. Тертычная, Т.Н. Использование потенциала растительного сырья при производстве мучных кондитерских изделий функционального назначения [Текст] / Т.Н. Тертычная, И.В. Мажулина, В.С. Агибалова // IV Международная научно-практическая конференция, 17-19 сентября 2015 г., Краснодар. – В кн.: Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века, 2015. – С. 127-128.

17. Тертычная, Т.Н. Обогащение хлебобулочных изделий биологически активными веществами муки цельносмолотого зерна сорго и морковного порошка [Текст] / Т.Н. Тертычная, В.С. Агибалова, И.В. Мажулина, С.Ф. Яковлева // Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение: материалы II Междунар. науч.-техн. конф. – Воронеж: ВГУИТ, 2015. – С. 284-287.

Подписано в печать 23.11.2016 г. Формат 60x80¹/₁₆. Бумага кн.-журн.
П.л. 1,0. Гарнитура Таймс. Тираж 100 экз. Заказ №15001.
Типография ФГБОУ ВО ВГАУ 394087, Воронеж, ул. Мичурина, 1.