

На правах рукописи

БОЛДИНА Анастасия Андреевна

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ ХЛЕБА И БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ
МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ, ОБОГАЩЕННЫХ
РИСОВОЙ МУЧКОЙ**

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

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Краснодар – 2015

Работа выполнена в ФГБОУ ВПО
«Кубанский государственный аграрный университет»

- Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Сокол Наталья Викторовна
- Официальные оппоненты: **Мартиросян Владимир Викторович**, доктор
технических наук, ведущий научный сотрудник
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы»
- Агеева Наталья Васильевна**,
кандидат технических наук, заместитель ге-
нерального директора по качеству и связям с
общественностью ОАО Кондитерский комби-
нат "Кубань", г. Тимашевск
- Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Майкопский государственный
технологический университет», г. Майкоп

Защита состоится «25» сентября 2015 года в 13⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 006.056.01 в ФГБНУ «Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства» по адресу: 350901, г. Краснодар, ул. 40-летия Победы, 39.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБНУ «Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства» <http://www.kubansad.ru>.

Автореферат разослан « » _____ 2015 г.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью организации, с указанием почтового адреса, телефона, электронной почты и сайта организации, фамилии, имени, отчества, должности лица, подготовившего отзыв, просим направлять ученому секретарю диссертационного совета по адресу: 350901, г. Краснодар, ул. имени 40-летия Победы, 39; тел./факс.8(861)257-57-02, e-mail: kubansad@kubannet.ru

Ученый секретарь
диссертационного совета,
канд. с.-х. наук

В.В. Соколова

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Полноценное и сбалансированное питание населения России является одним из важнейших факторов, определяющих здоровье нации. Значимость данного фактора подтверждается приоритетным направлением государственной политики Российской Федерации в области улучшения здоровья населения. Пути ее решения обозначены в директивных документах РФ – распоряжении Правительства РФ от 25 октября 2010 г. (№ 1873-р) «Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания на период до 2020 года»; Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденной Президентом России 30 января 2010 г.; законе «О хлебе», принятом в апреле 2010 г. в Краснодарском крае, в которых предусматривается обеспечение населения качественным, безопасным продовольствием и создание условий, обеспечивающих удовлетворение потребностей различных групп населения в рациональном, здоровом питании.

Одним из способов реализации госполитики в области здорового питания населения РФ является разработка высокоэффективных технологий в перерабатывающих отраслях АПК, поиск новых отечественных сырьевых источников и создание продуктов питания нового поколения, обогащенных эссенциальными микронутриентами.

Разработке и совершенствованию технологий хлеба, обогащенного микронутриентами, и безглютеновых мучных кондитерских изделий уделяли большое внимание многие ученые Л.В. Донченко, Н.В.Сокол, Л.И. Пучкова, Р.Д. Поландова, Н.В. Лабутина, Л.П. Пашенко, С.Я. Корячкина, В.Я. Черных, Т.Б. Цыганова, Н.А. Леонтьева, Л.К. Хрулева, И.Б. Красина, Л.Н. Казанская, Л.А. Кузнецова, Н.Д. Синявская, Г.В. Мельникова и другие.

Учитывая значительные объемы производства и переработки зерна риса в Краснодарском крае, особый интерес представляет вторичное сырье его переработки – рисовая мука, которая является ценным источником пищевых функциональных ингредиентов и в настоящее время практически не используется.

В связи с этим актуальна разработка технологий хлеба и безглютеновых мучных кондитерских изделий с использованием вторичных продуктов переработки зерна риса, что позволит повысить пищевую ценность готовых изделий, расширить ассортимент продуктов диетического, профилактического питания, и

обеспечит безотходность и экологическую чистоту производства рисовой крупы.

Диссертационная работа выполнялась в рамках научно-исследовательской работы кафедры «Технологии хранения и переработки растениеводческой продукции» Кубанского государственного аграрного университета (№ г. р. 01201153622, на 2010-2015 гг.) и является составной частью НИР КубГАУ.

1.2 Цель работы. Разработка технологий хлеба и безглютеновых мучных кондитерских изделий, обогащенных рисовой мукой.

1.3 Задачи исследований. В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

– провести систематизацию и анализ отечественной и зарубежной научно-технической литературы и патентной информации по теме исследований с целью целесообразности использования рисовой муки в производстве хлеба и мучных кондитерских изделий;

– исследовать химический состав, органолептические и физико-химические показатели качества, безопасности рисовой муки, с целью дальнейшего использования в хлебопекарной отрасли для улучшения биологической и пищевой ценности хлеба и мучных кондитерских изделий;

– исследовать органолептические и физико-химические показатели качества и биохимические свойства рисовой муки при хранении;

– разработать способ и оптимальные режимы обработки рисовой муки с целью повышения ее стойкости при хранении;

– исследовать влияние рисовой муки на хлебопекарные свойства пшеничной муки и реологию теста;

– определить оптимальную дозировку рисовой муки, и способ приготовления теста с оптимальными параметрами качества готового хлеба;

– выявить оптимальные соотношения рисовой муки, муки кукурузной и крахмала кукурузного в композиционных смесях для производства безглютенового печенья с целью достижения оптимальных параметров качества в соответствии с требованиями CODEX STAN 118 – 1979 и ТР ТС 027/2012 и определить гарантийные сроки годности печенья;

– разработать технологические решения и рецептуры на новые сорта пшеничного хлеба и безглютеновых мучных кондитерских изделий и оценить их пищевую ценность;

– разработать комплект технической документации (ТУ, ТИ, РЦ) на хлеб, обогащенный рисовой мукой, безглютеновые мучные кондитерские изделия и провести их опытно-промышленную апробацию на пищевых предприятиях, оценить экономическую эффективность от внедрения разработанных технологических решений.

1.4 Научная новизна. Впервые обоснована целесообразность и эффективность применения рисовой муки, получаемой при переработке сортов зерна риса, распространенных на Кубани, в качестве сырья для обогащения хлеба и производства безглютеновых мучных кондитерских изделий на основании комплексного исследования ее химического состава и функциональных свойств.

Научно обоснованы и разработаны способы стабилизации качества рисовой муки при хранении с применением интенсивных методов (СВЧ-поля и ИК-обработки). Впервые определены технологические режимы обработки рисовой муки (время воздействия, температура) ИК-излучением и СВЧ-полем, позволяющие сохранять пищевую и биологическую ценность рисовой муки при хранении.

Обосновано оптимальное количество вносимой добавки и установлено положительное влияние рисовой муки на хлебопекарные свойства муки, реологические свойства теста и качество готовых изделий. Впервые показано, что использование рисовой муки позволяет увеличить подъемную силу дрожжей и газообразующую способность муки, а так же предложен способ приготовления теста на охлажденном дрожжевом полуфабрикате с внесением рисовой муки в полуфабрикат.

Впервые теоретически и экспериментально обоснованы рецептурные дозировки рисовой муки, кукурузного крахмала и гидрокарбоната натрия, при производстве безглютенового печенья для людей страдающих целиакией.

1.5 На защиту выносятся следующие положения:

- экспериментальные данные по применению рисовой муки для обогащения хлеба из муки пшеничного общего назначения М55-23 с целью повышения пищевой ценности хлеба и безглютеновых мучных кондитерских изделий;
- способы обработки и оптимальные режимы хранения рисовой муки, обеспечивающие стойкость при хранении с целью сохранения ее пищевой и биологической ценности для применения в качестве натурального биокорректора в

технологии пшеничного хлеба из муки общего назначения М55-23 и производства безглютенового печенья;

- технологии по производству хлеба повышенной пищевой и биологической ценности на выброженном дрожжевом полуфабрикате с рисовой мукой, и производству безглютеновых мучных кондитерских изделий с введением рисовой муки в рецептуру.

1.6 Методология исследований. Для решения поставленной цели применен системно-технологический подход, включающий анализ продукции на всех этапах ее жизненного цикла.

1.7 Практическая значимость работы. Предложены новые технологические решения обработки рисовой муки СВЧ-излучением с целью стабилизации качества и увеличения сроков хранения. Разработана рецептура и технология хлеба обогащенного рисовой мукой, рецептуры безглютенового печенья на основе рисовой муки, отвечающие требованиям, предъявляемым к обогащенным и специализированным продуктам питания.

Разработана и утверждена техническая документация на: хлеб «Мечта» (ТУ 9114-163-0493202-12), печенье «Солнышко ясное» (ТУ 9131-201-0493202-15), печенье «Улыбка» (ТУ 9131-202-0493202-15) и печенье «Праздник» (ТУ 9131-203-0493202-15). Технологии апробированы в производственных условиях учебно-научно-инновационного комплекса «Технолог» НИИ «Биотехнологии и сертификации пищевой продукции», ОАО «Краснодарский хлебозавод №6», ООО «Родник» (ст. Тбилисская, Краснодарский край), ООО «Кубанский хлеб» (п. Ильский, Краснодарский край).

Теоретические и практические положения работы использованы в учебном процессе по дисциплинам «Технология функциональных продуктов питания», «Технология и экспертиза кондитерских изделий» и «Технология и экспертиза хлебобулочных и макаронных изделий» по направлениям 260100.62 «Продукты питания из растительного сырья» и 110305.65 «Технология производства и переработки с/х продукции».

Расчетный экономический эффект от внедрения составил от 1500 рублей до 5750 рублей при реализации 1 тонны готовой продукции.

1.8 Степень достоверности и апробация работы. Достоверность экспериментальных данных подтверждена использованием современного высокоточного

аналитического оборудования с применением современных математических методов обработки полученных данных.

Основные положения диссертационной работы были доложены, обсуждены и одобрены на ежегодных научных конференциях факультета перерабатывающих технологий КубГАУ (2008-2014 гг.); Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Научное обеспечение агропромышленного комплекса» (КубГАУ, Краснодар, (2008-2013 гг.); XXXVI научной конференции студентов и молодых ученых вузов южного федерального округа, посвященной 40-летию Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма (Краснодар, 2009 г.); Международной научно-практической конференции «Функциональные продукты питания: ресурсосберегающие технологии переработки сельскохозяйственного сырья, гигиенические аспекты и безопасность» (КубГАУ, Краснодар, 2009 г.); IX научно-практическая конференция молодых ученых и студентов юга России «Медицинская наука и здравоохранение» (Краснодар, 2011-2013 г.); II международной научно-практической конференции «Хлебобулочные, кондитерские макаронные изделия XXI века» (КубГТУ, Краснодар, 2011 г.); Международной научно-технической конференции «Биологические системы в производстве пищевого сырья и продуктов: инновационный потенциал и перспективы развития» (ВГУИТ, Воронеж, 2011 г.); Международной научно-технической конференции «Производство продуктов для здоровья человека – как составная часть науки о жизни» (ВГУИТ, Воронеж, 2012 г.); Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные направления в пищевых технологиях» (Пятигорск, 2013 г.).

Результаты научно-исследовательской работы по использованию продуктов переработки зерна риса в производстве продуктов питания были удостоены именной стипендии О. В. Дерипаска.

1.9 Публикации. По результатам исследований опубликовано 23 научные работы, в том числе 5 статей в журналах рекомендованных ВАК при Минобрнауки России.

1.10 Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, методической части, экспериментальной части, выводов, списка использованных литературных источников и приложений. Основной текст работы изложен на 154 страницах компьютерного текста, содержит 55 таб-

лиц и 42 рисунка. Список литературы содержит 195 наименований, в том числе 26 иностранных авторов.

2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Объекты исследований. В качестве объектов исследований использовали образцы зерна риса, рисовой муки, полученные при производстве рисовой крупы на рисо заводах Краснодарского края. При проведении исследований так же использовали муку пшеничную общего назначения типа М 55-23, муку пшеничную хлебопекарную высшего сорта, дрожжи хлебопекарные, полуфабрикаты хлебопекарного и кондитерского производства, хлеб и безглютеновое печенье.

2.2 Методы исследований. В работе применяли как общепринятые в пищевой промышленности, так и специальные методы исследований качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий.

Для определения химического состава рисовой муки использовали методы определения содержания: белка по Кьельдалю; липидов по Сокслету; углеводов - фотометрическим. Для определения концентрации витаминов и минеральных веществ использовали флуориметрический метод, высокоэффективную жидкостную хроматографию, колориметрию и спектрофотометрию. Концентрацию аминокислот определяли ионообменной хроматографией. Групповой состав липидов определяли тонкослойной хроматографией, а жирнокислотный состав - газожидкостной хроматографией.

Определение структурно-механических свойств теста осуществляли на фаринографе фирмы «Брабендер» и альвеографе фирмы «Шопен».

Органолептическую оценку готовых изделий проводили на основе описательного и профильного методов оценки качества готовых изделий с использованием балльной оценки. Для определения содержания глютена применяли иммуноферментный анализ с использованием моноклональных антител к глиадину. Относительную биологическую ценность вновь разработанных изделий определяли микробиологическим методом с использованием в качестве тест-организма инфузории *Tetrahymena pyriformis*. Статистическую достоверность результатов исследований оценивали с использованием пакетов прикладных компьютерных программ Microsoft Office Excel –2007 и Statistica 6.0 for Windows. Структурная схема проведения исследований представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Структурная схема исследований

3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Комплексное исследование химического состава рисовой муки и способов повышения стойкости ее при хранении. Для подтверждения целесообразности и возможности применения рисовой муки в качестве добавки, обогащающей хлебобулочные и мучные кондитерские изделия важными нутриентами, проводили исследования химического состава побочных продуктов переработки зерна риса современных сортов (Атлант, Гарант, и Флагман), отобранных на рисо-заводах Краснодарского края в 2010-2011 гг. Результаты исследования по химическому составу объектов исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Усредненный химический состав зерна риса и продуктов его переработки (2010-2011 гг)

Наименование показателя	Массовая доля, %				
	Белок	Жир	Крахмал	Клетчатка	Зола
Зерно риса	7,4	2,6	55,2	9,0	3,9
Крупа рисовая	7,0	1,0	72,9	3,0	0,7
Мучка рисовая ООО «Марьянский рисо завод»	16,8	15,1	48,5	25,4	8,6
Мучка рисовая ООО «Щедрая Кубань»	17,3	15,8	48,9	25,3	8,8
Мучка рисовая ОАО «Славянский КХП»	16,4	16,2	52,6	25,7	8,4
Мучка рисовая ООО «ИРИС»	17,0	15,6	51,4	24,9	8,5
Мучка рисовая ООО «ЮГАГРОРЕСУРС»	16,7	16,0	51,9	25,1	8,5

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что по содержанию белка рисовая мука превосходит зерно риса в 2,3 раза, крупу рисовую – в 2,5 раза.

В процессе шелушения и шлифования, в муку попадает значительное количество плодовых и семенных оболочек, что обуславливает высокое содержание клетчатки (24,9–25,7%).

Исследования белкового комплекса рисовой муки, зерна риса шлифованного и зерна пшеницы показало, что преобладающей фракцией белков рисовой муки являются водорастворимые альбумины и глобулины.

Отличительной особенностью аминокислотного состава рисовой муки является высокое содержание аргинина и лизина.

Рисовая мука богата липидами, количество которых больше в 6,1 раза, чем в целом зерне и в 16 раз, чем в крупе рисовой.

Исследование липидного комплекса рисовой муки показало, что общих суммарных липидов в муке содержится 15,8% СВ, из них свободных – 10,9%, связанных – 2,6% и прочносвязанных – 2,3%. Анализ группового состава липидов рисовой муки выявил, что основной фракцией являются триацилглицериды – 59,2%.

Жирнокислотный состав липидов рисовой муки на 83,3% состоит из ненасыщенные жирных кислот. Насыщенные жирные кислоты представлены в основном пальмитиновой кислотой (14,5%). В рисовой муке в большом количестве присутствуют длинноцепочечные полиненасыщенные жирные кислоты ω -3, ω -6 и ω -9, играющие роль мощных антиоксидантов и участвующие в регуляции процессов памяти, работы желез внутренней секреции.

По содержанию витамина В₁ рисовая мука превосходит рис шелушенный в 6,5 раза, крупу рисовую в 30 раз, витамина В₂ содержится в 3,8 раза больше, чем в шелушенном рисе и в 13,5 раза больше, чем в крупе рисовой.

Исследования минерального состава рисовой муки показали, что по содержанию дефицитного для всех зерновых продуктов кальция рисовая мука превосходит зерно риса в 2,1 раза, калия – в 7,5 раз, фосфора – в 6,5 раза, железа – в 10 раз, марганца – в 2,5 раза.

В рисовой муке было определено содержание глютена. Тест определений системой фирмы «Хема» составил менее 2 мг/кг, что подтвердило наше предположение о возможности использования рисовой муки в качестве рецептурного компонента для производства безглютеновых мучных кондитерских изделий.

Проведенная оценка показателей безопасности рисовой муки указывает на то, что она соответствует действующим требованиям ТР ТС 021/2011, подтверждает целесообразность ее использования при производстве хлебобулочных и безглютеновых мучных кондитерских изделий повышенной пищевой ценности.

Учитывая высокое содержание липидов в рисовой муке, представлялось целесообразным оценить стойкость данного продукта при хранении. В процес-

се хранения оценивали изменение органолептических показателей, кислотного числа липидов, микрофлоры.

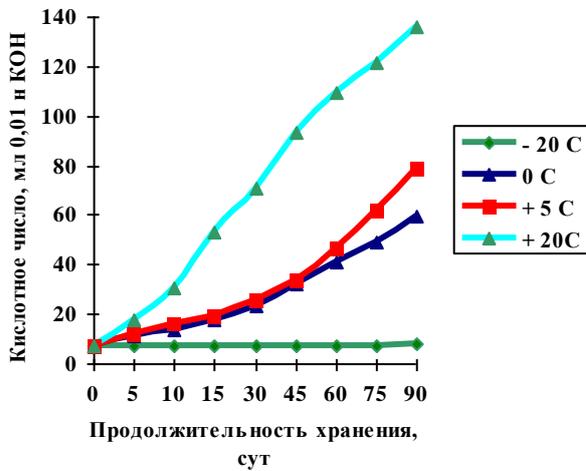


Рисунок 2 – Изменение кислотного числа липидов рисовой муки при хранении

Хранение рисовой муки проводили в течении 90 суток при температурах от -20°C до $+20^{\circ}\text{C}$. Кислотное число в начале хранения было 7,6 мг КОН, в процессе хранения оно возросло во всех вариантах опыта, за исключением хранения при температуре -20°C , рисунок 2.

Наиболее интенсивный рост кислотного числа липидов наблюдался при $+20^{\circ}\text{C}$, по сравнению с первоначальным значением оно увеличилось в 18 раз.

Экспериментально установлено, что органолептические показатели рисовой муки ухудшаются при достижении кислотного числа липидов муки 25 мг КОН.

С целью сохранения качества рисовой муки в процессе хранения применяли следующие способы стабилизации: ИК- и СВЧ-обработку. Эффективность выбранных способов стабилизации оценивали по изменению показателя кислотного числа липидов рисовой муки в процессе хранения.

Результаты исследования показали, что обработка рисовой муки ИК-излучением в течение 6 минут при температуре $+80^{\circ}\text{C}$ позволяет стабилизировать рост кислотного числа в течение 30 суток.

Установлено, что оптимальные параметры для СВЧ-обработки составляют 4 минуты и $+85^{\circ}\text{C}$. Кислотное число липидов рисовой муки за указанный период хранения практически не изменялось.

Исследованиями установлено, что наиболее эффективным способом стабилизации является СВЧ-обработка, останавливающая рост кислотного числа липидов, обеспечивающая наиболее полное сохранение пищевой ценности рисовой муки и ее микробиологическую чистоту.

3.2 Влияние рисовой мучки на хлебопекарные свойства пшеничной муки, реологические свойства теста, подъемную силу хлебопекарных дрожжей. Исследовано влияние рисовой мучки на количество и качество клейковины пшеничной муки. Контролем служила клейковина, отмытая из пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта и муки общего назначения типа М 55-23 без внесения добавки, в опытные образцы вносили рисовую мучку в дозировке от 5% до 20 % к массе муки в тесте. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние различных дозировок рисовой мучки на количество и качество сырой клейковины пшеничной муки

Показатели	Контроль	Дозировка рисовой мучки			
		5%	10%	15%	20%
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта					
Содержание сырой клейковины, %	29,6	29,2	28,4	27,0	23,1
Упругость клейковины, ед. прибора ИДК	84,0	80,0	76,0	73,0	67,0
Растяжимость, мм	76,0	69,0	59,0	47,0	34,0
Мука общего назначения типа М 55–23					
Содержание сырой клейковины, %	31,4	30,2	29,5	28,0	24,9
Упругость клейковины, ед. прибора ИДК	82,0	74,0	71,0	67,0	59,0
Растяжимость, мм	92,0	73,0	62,0	50,0	37,0

На основании полученных данных оптимальным вариантом оказалось внесение мучки 15%, т.к. дальнейшее увеличение приводило к крошковатости клейковины.

Из таблицы видно, что с увеличением дозировки и замены части пшеничной муки на рисовую мучку количество сырой клейковины пшеничной муки несколько снижается. Установлено, что с увеличением дозировки рисовой мучки увеличивается сопротивление деформации сжатия сырой клейковины. Укрепление сырой клейковины при внесении рисовой мучки можно объяснить высоким содержанием в рисовой мучке ненасыщенных жирных кислот, которые под действием фермента липоксигеназы в присутствии кислорода воздуха превращаются в перекисные соединения, окисляющие –SH-группы пшеничного белка до –S=S– групп, в результате чего и происходит укрепление клейковины.

Зависимость показателей автолитической активности и газообразующей способности пшеничной муки от дозировки рисовой мучки приведены на рисунках 3 и 4.

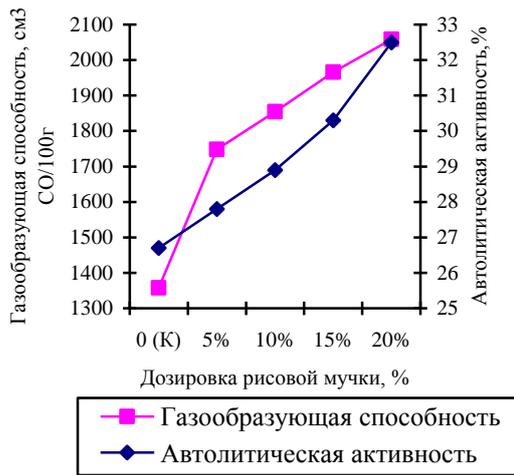


Рисунок 3 – Зависимость показателя автолитической активности и газообразующей способности муки высшего сорта от дозировки рисовой муки

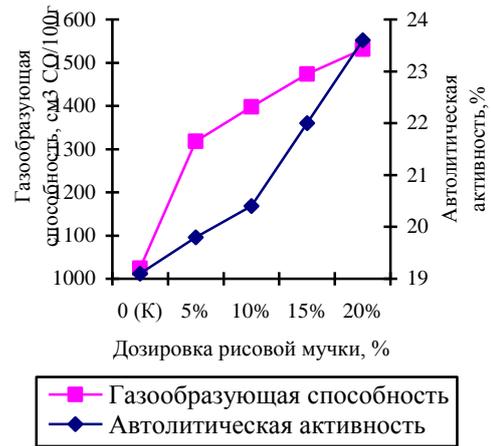


Рисунок 4 – Зависимость показателя автолитической активности и газообразующей способности муки М55-23 от дозировки рисовой муки

Из рисунков 3 и 4 видно, что замена муки пшеничной на рисовую муку приводит к активизации гидролиза крахмала под действием ферментов и в результате газообразующая способность теста увеличивается на 52%.

Поскольку вносимая добавка оказывает определенное влияние на клейковинный комплекс, нами было исследовано влияние рисовой муки на реологические свойства теста.

Фаринограммы вариантов эксперимента представлены на рисунке 5.

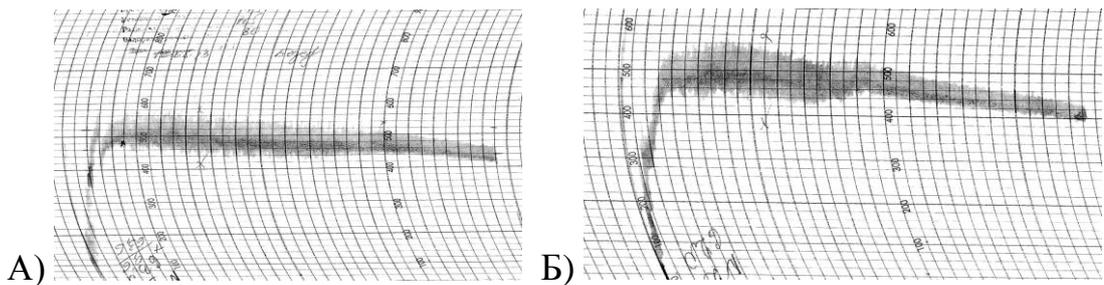


Рисунок 5 – Фаринограммы влияния рисовой муки на реологические свойства теста: А) контроль – мука общего назначения М55-23; Б) мука общего назначения М 55-23+ 15% рисовой муки

По данным фаринограмм, можно заметить, что замена пшеничной муки на рисовую муку приводит к повышению водопоглотительной способности, увеличению времени замеса и устойчивости теста, и как следствие повышение валориметрической оценки. На основании полученных результатов принято решение об интенсивном замесе теста, при внесении рисовой муки.

Исследование физических свойств теста на альвеографе Шопена показало, что внесение добавки оказывает влияние на упруго-эластичные свойства теста, что очень важно для процесса расстойки и первой фазы выпечки, таблица 3.

Таблица 3 – Влияние рисовой муки на реологические свойства теста

Наименование проб	Показатели альвеографа		
	сила муки, е.а	упругость, (p) мм	отношение, p\l
Мука пшеничная М 55-23	259	87	0,95
Дозировка 10% рисовой муки	152	72	1,16
Дозировка 15% рисовой муки	141	78	1,56
Мука пшеничная высшего сорта	290	100	1,32
Дозировка 10% рисовой муки	172	77	1,31
Дозировка 15% рисовой муки	159	86	1,83

Анализ полученных результатов на приборе альвеограф показал, что эластичные свойства теста ухудшаются при добавлении рисовой муки, что подтверждает правильность принятого решения об интенсивном замесе теста при введении рисовой муки в рецептуру хлеба.

Результаты исследования влияния рисовой муки на подъемную силу прессованных дрожжей показали, что наилучшей подъемной силой обладает тесто из пшеничной муки общего назначения М 55-23 с дозировкой 15% рисовой муки.

3.3 Разработка технологий и рецептов хлебобулочных изделий с использованием рисовой муки. Пробные выпечки проводили по общепринятой методике. Тесто готовили безопасным способом. Рисовую муку вносили при замесе теста в количестве 5, 10, 15 и 20% взамен муки пшеничной. Контролем служил образец из муки пшеничной общего назначения М55-23, таблица 4.

Таблица 4 – Влияние дозировки рисовой муки на качественные показатели хлеба

Показатели качества хлеба	Вариант				
	Контроль	5%	10%	15%	20%
Удельный объем, см ³ /100 г	248,0	257,0	269,0	278,0	252,0
Пористость, %	69,0	71,0	74,0	76,0	69,0
Кислотность, град	2,6	2,6	2,8	2,9	3,1
Влажность мякиша после 48 часов хранения, %	43,2	43,1	43,4	43,6	44,1
Органолептическая оценка, балл	72,0	84,0	95,0	98,0	82,0

Данные пробных лабораторных выпечек свидетельствуют о том, что с увеличением дозировки рисовой муки активизируются процессы кислотонакопления и брожения теста, улучшается подъемная сила теста, удельный объем

хлебобулочных изделий, улучшаются структурно-механические свойства мякиша.

По анализу комплекса показателей, учитывая и органолептические, можно сделать вывод, что для хлебобулочных изделий с целью обогащения, целесообразно вносить в тесто рисовую муку в дозировке 15%.

На основании проведенных исследований была разработана рецептура нового сорта хлеба «Мечта», имеющего в своем составе рисовую муку в дозировке 15%.

Для отработки технологии хлебобулочных изделий с использованием рисовой муки были использованы опарные способы тестоприготовления. Тесто готовили по вариантам – опарным способом на густой, большой густой и жидкой опаре с внесением рисовой муки как в опару, так и в тесто; и с использованием охлажденного дрожжевого полуфабриката (ОДП), где рисовая мука вносится в ОДП, который бродит 11–15 ч. Полученные данные представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Сравнительная оценка качества хлеба при внесении рисовой муки пофазно и способу приготовления теста

Показатели		Удельный объем хлеба, см ³ /100г	Формоустойчивость, (Н/Д)	Влажность, %			Пористость, %	Кислотность, град	Балльная оценка, балл
				Через 24 часа	Через 48 часа	Через 72 часа			
ОДП	Контроль	311	0,50	42,0	41,9	41,7	78	2,4	82
	В ОДП	371	0,56	42,3	42,2	41,9	81	2,6	87
	В тесто	348	0,52	42,4	42,1	41,9	81	2,5	84
Жидкая опара	Контроль	247	0,43	42,1	41,8	41,5	70	2,1	72
	В опару	275	0,46	42,5	42,2	41,7	72	2,2	73
	В тесто	251	0,45	42,5	42,3	41,6	69	2,2	72
Густая опара	Контроль	300	0,47	42,0	41,8	41,6	72	2,4	76
	В опару	339	0,47	42,4	42,1	41,7	77	2,4	78
	В тесто	328	0,43	42,7	42,3	41,9	75	2,5	78
Большая густая опара	Контроль	311	0,48	42,5	42,2	41,8	77	2,5	78
	В опару	350	0,51	43,0	42,5	42,4	80	3,0	82
	В тесто	336	0,46	43,0	42,7	42,5	80	2,9	80

Проведенный эксперимент позволил выявить наиболее оптимальный способ производства хлебобулочных изделий – на ОДП при внесении рисовой муки в полуфабрикат, такое технологическое решение позволяет сократить расход дрожжей по рецептуре и улучшить рентабельность производства, таблица 6.

Таблица 6 – Режимы производства хлеба с использованием охлажденного дрожжевого полуфабриката с внесением рисовой муки

Наименование технологического режима	Контроль	Хлеб «Мечта»
1. Приготовление ОДП: Влажность ОДП, % Начальная температура, °С Продолжительность брожения, ч Кислотность конечная, град.	48 22 15 3,5	50 22 11 3,5
2. Режимы приготовления теста: Влажность теста, % Продолжительность замеса, мин. Начальная температура, °С Продолжительность брожения, мин. Кислотность конечная, град.	45 15 30 60 2,5	46 10 (интен.замес) 30 30 3,0
3. Режимы расстойки: Продолжительность, мин. Температура, °С Относительная влажность воздуха, %	60 40 85	35 40 82-85
4. Режимы выпечки: Температура паровоздушной среды, °С Продолжительность выпечки, мин.	230 25-30	210 25-30

Качественные характеристики разработанного сорта хлебобулочных изделий с использованием рисовой муки представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Физико-химические показатели качества хлебобулочных изделий

Наименование показателей	Контроль	Хлеб «Мечта»
Влажность, %	42,0	42,3
Пористость, %	78,0	81,0
Кислотность, град.	2,4	2,6
Удельный объем, см ³ /100 г	311,0	371,0

Анализ данных, представленных в таблице, свидетельствует о том, что внесение рисовой муки улучшает физико-химические показатели качества хлеба по сравнению с контролем. Пористость мякиша увеличивается на 3,8 %, удельный объем хлеба возрастает на 19,3 %.

Проведенная математическая обработка экспериментальных данных методом регрессионного анализа, подтвердила взаимосвязь показателей органолептической оценки и удельного объема хлеба при внесении рисовой муки от факторов – качество клейковины и дозировка рисовой муки, рисунок 8.

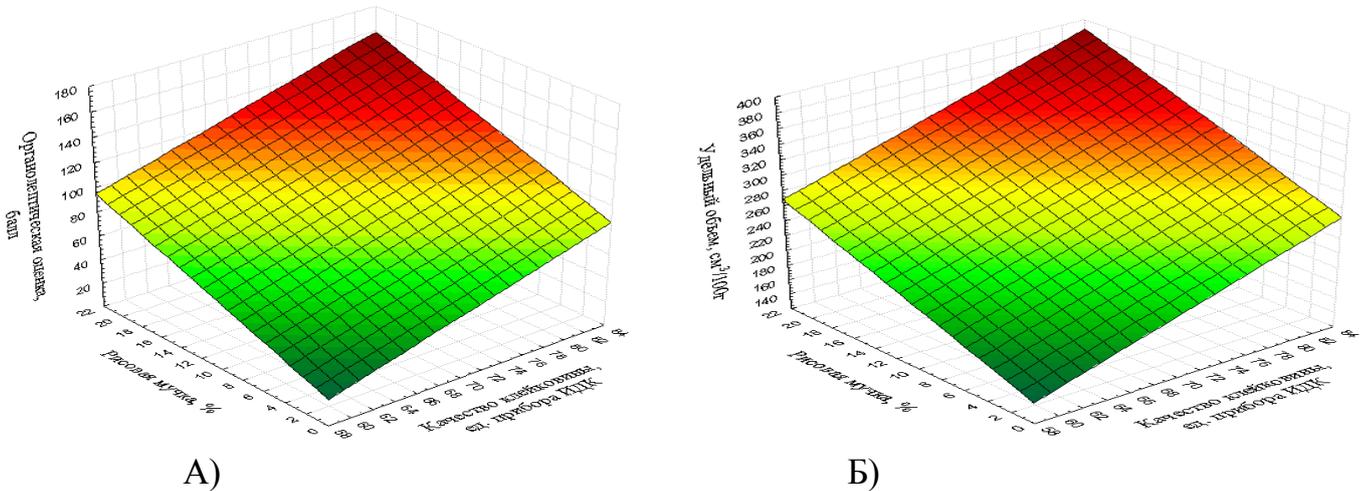


Рисунок 8 – Взаимосвязь показателей А) органолептической оценки хлеба; Б) удельного объема хлеба при внесении рисовой муки от факторов – качество клейковины и дозировка рисовой муки

Установлено, что потребление хлеба «Мечта» по сравнению с контрольным образцом позволяет удовлетворить суточную потребность взрослого человека в белках – на 30,04%, жирах – на 6,94%, пищевых волокнах – на 34,90% соответственно, а так же обеспечить достаточное поступление в организм минеральных веществ и витаминов.

3.4 Разработка научно-обоснованных рецептов и технологий безглютеновых мучных кондитерских изделий с применением рисовой муки. При выборе основного и дополнительного сырья при создании безглютеновых мучных кондитерских изделий учитывали содержание в них глютена и руководствовались требованиями Codex Alimentarius 118 и ТР ТС 027/2012. В соответствии с этими документами к безглютеновым продуктам относятся продукты с содержанием глютена менее 20 мг/кг продукта. Именно этот показатель и стал «фильтром» при формировании рецептурных смесей. Для отработки рецептуры были составлены смеси на основе разрешенных видов продуктов для аглютеновой диеты: кукурузной муки, кукурузного крахмала, рисовой муки. Дозировка рисовой муки к основному сырью варьировала от 12,5 до 80%.

При отработке рецептуры были взяты смеси из кукурузного крахмала и рисовой муки в соотношении 20:80; 40:60; 50:50; 60:40 и 80:20 соответственно. В результате оценки качества готового изделия оптимальным был вариант с соотношением 50:50 кукурузного крахмала и рисовой муки.

При установлении оптимальной дозировки разрыхлителя в рецептуре так же рассматривались различные варианты его внесения. Были проведены эксперименты с внесением гидрокарбоната натрия при замесе теста в дозировках 20, 40, 60, 80 и 100% от рекомендованного количества по основной рецептуре производства сахарного печенья. За основу была взята дозировка 40% для производства безглютенового печенья.

Пробные лабораторные выпечки проводили по стандартной методике для сахарного печенья.

На основании проведенных исследований были разработаны новые рецептуры сахарного безглютенового печенья «Солнышко ясное», «Улыбка» и «Праздник» с использованием в качестве ингредиента рисовой муки.

Для исследования потребительских свойств и обоснования сроков хранения были определены органолептические и физико-химические показатели качества и их изменение при хранении, изучены показатели безопасности печенья и рассчитана пищевая ценность изделий. Результаты изменения физико-химических показателей качества разработанных изделий при хранении приведены в таблице 9.

Органолептическая оценка качества показала, что за весь период всего срока хранения печенье сохранило хорошую форму, состояние поверхности и цвет. Изменения произошли в интенсивности запаха, а также появился горьковатый привкус на 90 сутки, что свидетельствует о начале окислительных процессов за счет присутствия в изделиях рисовой муки.

Таблица 9 – Физико-химические показатели качества печенья с рисовой мукой в процессе хранения

Наименование показателя	Значения показателей качества печенья		
	«Солнышко ясное»	«Улыбка»	«Праздник»
1	2	3	4
Свежевыработанное печенье			
Массовая доля влаги, %	5,74	5,61	8,68
Намокаемость, %	189,00	151,00	156,00
Щелочность, град	0,50	0,70	-

Продолжение таблицы 9			
1	2	3	4
30 суток хранения			
Массовая доля влаги, %	5,61	5,43	8,56
Намокаемость, %	188	151,00	156,00
Щелочность, град	0,50	0,70	-
60 суток хранения			
Массовая доля влаги, %	5,55	5,29	8,41
Намокаемость, %	188,00	148,00	154,00
Щелочность, град	0,50	0,70	-
90 суток хранения			
Массовая доля влаги, %	5,43	5,18	8,29
Намокаемость, %	185,00	145,00	153,00
Щелочность, град	0,50	0,70	-
105 суток хранения			
Массовая доля влаги, %	5,33	5,09	8,17
Намокаемость, %	182,00	141,00	151,00
Щелочность, град	0,50	0,70	-

Результаты физико-химической оценки печенья показали, что с увеличением срока хранения, увеличивалась хрупкость, снижалась массовая доля влаги на 5-9% и намокаемость на 3-7%.

По результатам оценки критериев микробиологической безопасности установлено, что все образцы соответствовали требованиям ТР ТС 021/2011, что позволяет рекомендовать установленные сроки хранения в технические условия и технологические инструкции. С учетом требований CODEX STAN 118-1979 и ТР ТС 027/2012 во всех образцах печенья определяли содержание глютена, результаты исследований составили менее 2 мг/кг, что позволяет отнести изменения к специализированной пищевой продукции без глютена.

По результатам исследования была разработана техническая документация на безглютеновое печенье: «Солнышко ясное» (ТУ 9131-201-0493202-15), «Улыбка» (ТУ 9131-202-0493202-15) и «Праздник» (ТУ 9131-203-0493202-15).

Анализ состава физиологически функциональных ингредиентов разработанных изделий подтвердил их способность нормализовать пищевой статус человека. Таким образом, полученные данные позволяют позиционировать разработанные виды печенья как функциональный продукт.

ВЫВОДЫ

1. Выполненный комплекс теоретических и экспериментальных исследований позволил научно обосновать и экспериментально подтвердить целесообразность использования рисовой муки в производстве хлебобулочных изделий функционального назначения и безглютеновых мучных кондитерских изделий специализированного назначения. Определена возможность ее использования в качестве функционального пищевого ингредиента.

2. Комплексное исследование химического состава рисовой муки, показало ее биологическую и пищевую ценность, на что указывает высокое содержание белка, отличающегося сбалансированным аминокислотным составом, полиненасыщенными жирными кислотами, обладающими высокой биологической активностью, а так же растворимой клетчаткой. Рисовая мука выгодно отличается от зерна риса и рисовой крупы по содержанию витаминов и минеральных веществ.

3. Разработаны и оптимизированы способы стабилизации качества рисовой муки в процессе хранения с применением интенсивных методов. Наиболее эффективным способом стабилизации является СВЧ-обработка с продолжительностью 4 минуты и температурой 85⁰С, останавливающая рост кислотного числа липидов, обеспечивающая наиболее полное сохранение пищевой ценности рисовой муки и ее микробиологическую чистоту.

4. Установлено, что внесение в рецептуру рисовой муки позволяет улучшить хлебопекарные свойства муки. Исследование влияния рисовой муки на «силу» пшеничной муки показало ее укрепляющее действие на клейковину. Определена оптимальная дозировка рисовой муки в рецептуре хлеба – 15% к массе муки.

5. Доказано положительное влияние добавления рисовой муки на активность размножения дрожжевых клеток при брожении теста и его реологические свойства. Активность дрожжевых клеток была заметно выше в образцах с внесением 15% рисовой муки.

6. На основе исследования кислотности и реологических свойств теста, определены оптимальные рецептуры и режимы процесса приготовления теста с внесением рисовой муки – на основе охлажденного дрожжевого полуфабриката с внесением в ОДП рисовой муки, установлено влияние этого фактора на

качество готового изделия. Принятое технологическое решение позволило сократить расход прессованных дрожжей по рецептуре на 30%.

7. Научно обоснована возможность применения рисовой муки в кондитерском производстве с внесением от 12,5 до 40% к массе муки по рецептуре. Установлено, что введение 50% кукурузного крахмала к 50% рисовой муки в композитной смеси в рецептуру безглютенового печенья, и снижение содержания гидрокарбоната натрия до 40% от рецептурного количества в тесте для печенья, способствует улучшению физико-химических и органолептических показателей качества изделий.

8. Разработаны рецептуры и технологии производства безглютенового печенья «Солнышко ясное», «Улыбка», «Праздник».

Список работ, опубликованных по теме диссертации:

**Научные статьи в журналах, рекомендованных ВАК при
Минобрнауки России**

1. Морозова (Болдина), А.А. Рисовая мука – альтернативное сырье для производства безглютеновых мучных кондитерских изделий/ А.А. Морозова (Болдина), Н.В. Сокол// Новые технологии. Выпуск 1, 2014 – Майкоп: изд-во ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2014.- С.38-43.

2. Болдина, А.А. Разработка рецептуры и технологии производства безглютенового печенья на основе кукурузной муки и рисовой муки/ А.А. Болдина// Научное обозрение – Москва: издательский дом «Наука образования», 2014.- №6.- С 79-83.

3. Болдина, А.А. Использование рисовой муки в качестве биологически активной добавки и изучение ее влияния на реологию теста/ А.А. Болдина, Н.В. Сокол// Научно-производственный журнал «Вестник Мичуринского государственного аграрного университета, 2014, № 3 – Мичуринск: издательско-полиграфическом центре «МичГАУ», 2014. - С 71-74

4. Болдина, А.А. Технологические решения для повышения стойкости рисовой муки в процессе хранения / А.А. Болдина, Н.В. Сокол, Н.С. Санжаровская // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №10(104). С. 1228 – 1238. – IDA [article ID]: 1041410092. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/92.pdf>,

5. Болдина, А.А. Разработка рецептуры и технологии производства безглютенового печенья с использованием рисовой муки / А.А. Болдина, М.Ю. Рудь// Научно-производственный журнал «Вестник Мичуринского государственного аграрного университета, 2015, № 1 – Мичуринск: издательско-полиграфическом центре «МичГАУ», 2015. – С220-225

Статьи в отраслевых журналах

6. Boldina, A.A. Developing methods and optimal conditions of rice bran processing with the purpose of increasing its storage stability/ A.A. Boldina // European online journal of natural and social sciences, vol 3, №3 (2014), pp 619-627

7. Морозова (Болдина), А.А. Использование рисовой мучки в качестве биокорректора в производстве хлебобулочных изделий /А.А. Болдина (Морозова), Н.В. Сокол//«Университет: наука, идеи и решения». Краснодар: ЭДВИ, - №1. – 2010. – С.183 – 185.

8. Морозова (Болдина), А.А. Безглютеновое сахарное печенье из смеси кукурузной муки и рисовой мучки/ А.А. Болдина (Морозова), Н.В. Сокол, М.П. Бородина// Научно-производственный международный журнал «Вестник мичуринского филиала российского университета кооперации». Мичуринск-наукоград, 2013.- С34-36

Материалы конференций:

9. Морозова (Болдина), А.А. Пищевая ценность вторичных сырьевых переработки мукомольного и крупяного производства/ А.А. Морозова (Болдина), Н.В. Сокол// Материалы международной научно-практической конференции «функциональные продукты питания: ресурсосберегающие технологии переработки сельскохозяйственного сырья, гигиенические аспекты и безопасность». Краснодар: ЭДВИ – 2009. – С.140 – 142

10. Морозова (Болдина), А.А. Использование рисовой мучки в производстве мучных кондитерских изделий/ А.А. Морозова (Болдина), Н.В. Сокол, Н.Ф. Синченко// Материалы II международной научно-практической конференции «Хлебобулочные, кондитерские макаронные изделия XXI века». Краснодар: КубГТУ, 2011.-С.167-169

11. Морозова (Болдина), А.А. Влияние рисовой мучки на хлебопекарные свойства пшеничной муки и возможности использования в производстве кексов/ А.А. Морозова (Болдина), Н.В. Сокол, Н.Ф. Синченко// Материала Международной научно-технической конференции «Биологические системы в производстве пищевого сырья и продуктов: инновационный потенциал и перспективы развития». Воронеж: ВГУИТ, 2011.- С.21-23

12. Морозова (Болдина) А.А. Обогащение хлеба из муки пшеничной первого сорта с добавкой из рисовой мучки/ А.А. Морозова (Болдина), Н.В. Сокол// Материала Международной научно-технической конференции. «Биологические системы в производстве пищевого сырья и продуктов: инновационный потенциал и перспективы развития». Воронеж: ВГУИТ, 2011.- С. 255-261

13. Морозова (Болдина), А.А. Производство мучных кондитерских изделий с использование рисовой мучки в качестве биокорретора/ А.А. Морозова (Болдина), Н.В. Сокол// Материала Международной научно-технической конференции «Производство продуктов для здоровья человека – как составная часть наук о жизни».Воронеж: ВГУИТ, 2012.- С.335-338

14. Морозова (Болдина), А.А. Рисовая мучка - как функциональный пищевой ингредиент/ А.А. Морозова (Болдина), Н.В. Сокол// Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные направления в пищевых технологиях». Пятигорск: РИА-КВМ, 2013.-С.177-179.

15. Морозова (Болдина), А.А. Использование нетрадиционного растительного сырья в производстве мучных кондитерских изделий/ А.А. Морозова (Болдина), Н.В. Сокол, М.Ю.Рудь// Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные направления в пищевых технологиях». Пятигорск: РИА-КВМ, 2013.- С.210-212.

16. Морозова (Болдина), А.А. Использование приборов инфракрасной спектроскопии в оценке качества зерна и вторичных сырьевых ресурсов его переработки/ А.А. Морозова (Болдина), Н.В. Сокол// Материалы II Всероссийской Научно-практической конференции молодых ученых «Научное обеспечение агропромышленного комплекса». Краснодар: КубГАУ, 2008. – С.250-251

17. Морозова (Болдина), А.А. Химический состав и биохимические свойства вторичных сырьевых ресурсов мукомольной и крупяной промышленности/ А.А. Морозова (Болдина), Н.В. Сокол// Тезисы докладов XXXVI научной конференции студентов и молодых ученых вузов южного федерального округа, посвященной 40-летию юбилею Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма. Краснодар: 2009. - С.189.

18. Морозова (Болдина), А.А. Рисовая мука – комплексная биологически активная добавка производства хлеба/ А.А. Морозова (Болдина), Н.В. Сокол //Материалы III Всероссийской Научно-практической конференции молодых ученых «Научное обеспечение агропромышленного комплекса». Краснодар: КубГАУ, 2009. – С. 226.

19. Морозова (Болдина), А.А. Побочные продукты мукомольного и крупяного производства как ингредиенты функциональных продуктов питания/ А.А. Морозова (Болдина), Н.В. Сокол, Н.Ф. Синченко// Материалы IV Всероссийской Научно-практической конференции молодых ученых «Научное обеспечение агропромышленного комплекса». Краснодар: КубГАУ, 2010. – С. 303-304.

20. Морозова (Болдина), А.А. Рациональнее использование вторичных сырьевых ресурсов и их ценность в обогащении продуктов питания/ А.А. Морозова (Болдина)// Материалы IX научно-практической конференции молодых ученых и студентов юга России «Медицинская наука и здравоохранение». Краснодар: 2011.- С. 182-185

21. Морозова (Болдина), А.А. Использование рисовой муки в технологии производства мучных кондитерских изделий/ А.А. Морозова (Болдина), Н.В. Сокол, Н.Ф. Синченко// Материалы V Всероссийской Научно-практической конференции молодых ученых «Научное обеспечение агропромышленного комплекса». Краснодар: КубГАУ, 2011. – С.218-221

22. Морозова (Болдина), А.А. Использование рисовой муки в технологии производства хлеба/ А.А. Морозова (Болдина), Н.В. Сокол// Материалы X научно-практической конференции молодых ученых и студентов юга России «Медицинская наука и здравоохранение». Краснодар: 2012.- С.108-111

23. Морозова (Болдина), А.А. Использование побочных продуктов переработки риса при производстве хлеба функционального назначения/ А.А. Морозова (Болдина)// Материалы XI научно-практической конференции молодых ученых и студентов юга России «Медицинская наука и здравоохранение». Краснодар: 2013.- С.143-145