

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
И.Т.ТРУБИЛИНА»

На правах рукописи

АЙРУМЯН Ваагн Юрикович

**РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР И ТЕХНОЛОГИИ
ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ
И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ**

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

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук,
профессор Сокол Н. В.

Краснодар – 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	11
1.1 Структура питания населения РФ на современном этапе.....	11
1.2 Общая характеристика зерна риса, его биологическая и пищевая ценность.....	17
1.3 Использование зерна риса и продуктов его переработки в производстве хлебобулочных изделий.....	36
1.4 Технологические решения в производстве хлебобулочных изделий с низким содержанием клейковины.....	41
2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	45
2.1 Организация работы и схема проведения исследований.....	45
2.2 Характеристика объектов исследований.....	47
2.3 Методы определения показателей качества объектов исследований.....	51
3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	56
3.1 Исследование характеристик рисовой мучки, муки рисовой и кукурузной.....	56
3.1.1 Химический состав рисовой мучки, муки рисовой и кукурузной....	56
3.1.2 Аминокислотный состав белков рисовой мучки, муки рисовой и кукурузной.....	58
3.1.3 Жирнокислотный состав липидов рисовой мучки, муки рисовой и кукурузной.....	61
3.1.4 Углеводный состав рисовой мучки, муки рисовой и кукурузной....	62
3.1.5 Витаминный и минеральный состав рисовой мучки, муки рисовой и кукурузной.....	63
3.1.6 Исследование показателей безопасности рисовой мучки, муки рисовой и кукурузной.....	65
3.2 Разработка композитной смеси для производства хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности.....	67
3.3 Исследование влияния рисовой мучки и композитной смеси на хлебопекарные свойства пшеничной муки.....	71

3.4 Исследование влияния рисовой муки и композитной смеси на реологические свойства пшеничного теста.....	74
3.5 Исследование влияния рисовой муки и композитной смеси на качество хлебобулочных изделий.....	79
4 РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР И ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ.....	84
4.1 Разработка технологических режимов приготовления теста по динамике кислотонакопления с выбором оптимальной продолжительности брожения.....	84
4.2 Разработка технологии хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности.....	87
4.3 Изучение влияния рисовой муки и композитной смеси на сохранение свежести хлебобулочных изделий.....	91
4.4 Исследование влияния рисовой муки и композитной смеси на пищевую и биологическую ценность хлебобулочных изделий.....	92
4.5 Исследование показателей безопасности разработанных видов хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности.....	99
5 ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ РАЗРАБОТАННОЙ ПРОДУКЦИИ.....	101
6 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ И ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА РАЗРАБОТАННОЙ ПРОДУКЦИИ.....	102
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	108
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	111
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	121
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	122
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	124
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	127
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	135

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. На сегодняшний день правильное питание и образ жизни – основные условия, которые обеспечивают здоровье человека, стойкость его нервной и иммунной системы противостоять неблагоприятным факторам. Отличительной чертой современного этапа развития общества является не только новые достижения и открытия, но и нарастание экологических и социальных проблем, изменение образа жизни. В этом случае питание, как индикатор, отражает здоровье, способность к физическому и творческому труду различных слоев населения. Учитывая это, создание государственной и общественной политики в области здорового питания является важной социально жизненной задачей, реализация которой заключается в следующем:

- создание инновационных технологий в АПК;
- актуализация новых сырьевых источников с высоким содержанием основных пищевых веществ, включая вторичное растительное сырье, и обогащение ими продуктов массового потребления – хлебобулочных изделий.

Однако, являясь основным исторически сложившимся продуктом ежедневного потребления, хлеб, хоть и способен обеспечивать до половины суточной потребности в углеводах (крахмал), по оценкам современной нутрициологии не обладает достаточной пищевой и биологической ценностью.

Краснодарский край – главный регион страны по масштабам возделывания и переработки зерна риса. Как и в процессе переработки любой зерновой культуры, при переработке зерна риса в крупу образуются такие вторичные продукты, как мучка, крупка, зародыш, лузга и т.д. Представляет интерес химический состав рисовой мучки, отличающейся полноценным аминокислотным и жирнокислотным составом, но практически не используемой в пищевой промышленности. С другой стороны, мука рисовая обладает легкоусвояемым крахмалом, что, в совокупности с рисовой мукой, открывает новые перспективы их совместного использования в составе мучных композитных смесей, направленных на улучшение пищевой и биологической ценности хлебобулочных изделий.

Учитывая это, актуальной проблемой является разработка рецептур и технологии хлебобулочных изделий с применением продуктов переработки зерна риса в композитной смеси для повышения пищевой и биологической ценности.

Степень разработанности темы. Разработке способов и направлений, позволяющих повысить пищевую и биологическую ценность хлеба, постоянно уделяется внимание российских и зарубежных исследователей. Этой проблеме посвящены работы Р. Д. Поландовой, С. Я. Корячкиной, Л. П. Пащенко, И. М. Жарковой, Т. Б. Цыгановой, Л. И. Пучковой, Ю. Ф. Рослякова, Г. О. Магомедова, S. P. Sauvain, L. S. Young, J. Hamelman и др. Вместе с тем, исследований по разработке хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности с использованием природных пищевых компонентов таких, как рисовая мука, рисовая и кукурузная мука недостаточно.

Цель и задачи исследований. Цель работы заключается в разработке рецептур и технологий хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности с применением продуктов переработки зерна риса и муки кукурузной в составе композитных мучных смесей.

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

- провести анализ литературы по теме исследований и научно обосновать целесообразность использования продуктов переработки зерна риса и кукурузной муки в производстве хлебобулочных изделий для повышения их пищевой и биологической ценности;
- исследовать особенности химического состава рисовой муки, муки рисовой и кукурузной;
- обосновать состав и соотношение рецептурных компонентов композитной смеси из муки пшеничной, рисовой, кукурузной и рисовой муки для оценки возможности использования в технологии производства хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности;
- изучить влияние рисовой муки, композитной смеси на хлебопекарные свойства пшеничной муки, реологию теста и качество готовых изделий;

- исследовать процесс кислотонакопления в пшеничном тесте с выбором оптимальной продолжительности брожения;
- разработать рецептуры и технологии производства хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности с применением продуктов переработки риса и пектина;
- изучить влияние рисовой мучки и композитной смеси на сохранение свежести хлебобулочных изделий в процессе хранения;
- определить пищевую и биологическую ценность хлебобулочных изделий с продуктами переработки риса;
- провести опытно-промышленную апробацию разработанных видов хлебобулочных изделий и технологических решений процесса их производства;
- разработать техническую документацию (ТУ, ТИ, РЦ) на хлебобулочные изделия с продуктами переработки зерна риса;
- рассчитать ожидаемый экономический эффект от внедрения разработанных видов хлебобулочных изделий.

Научная новизна. Теоретически и экспериментально обоснована эффективность использования продуктов переработки зерна риса для создания хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности.

Выявлено, что рисовая мучка отличается высоким содержанием белка и незаменимых аминокислот, ненасыщенных жирных кислот, витаминов, микро- и макроэлементов, а рисовая и кукурузная мука – высоким содержанием гипоаллергенного легкоусвояемого крахмала и клетчатки соответственно, что обуславливает возможность их совместного применения для повышения пищевой и биологической ценности хлебобулочных изделий.

Впервые экспериментально установлен состав композитной смеси с оптимальным соотношением компонентов: рисовой мучки, рисовой, кукурузной муки и муки пшеничной хлебопекарной.

Установлено дифференцированное влияние рисовой мучки и композитной смеси на хлебопекарные свойства муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта, реологические свойства теста и качество хлебобулочных изделий.

Теоретически и экспериментально обоснована рекомендуемая дозировка муки риса, технологические режимы приготовления теста, способы регулирования его кислотонакопления и продолжительности брожения с внесением пектина.

Теоретическая значимость. Проведенные исследования позволяют: расширить теоретические знания в области использования вторичных сырьевых ресурсов для повышения пищевой и биологической ценности хлебобулочных изделий и функциональной роли пектина в технологии ускоренных способов замеса теста при производстве хлебобулочных изделий с пониженным содержанием клейковины.

Результаты исследований и научные выводы использованы в учебном процессе ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» при реализации образовательных программ по направлениям подготовки бакалавров 19.03.02 и магистров 19.04.02 «Продукты питания из растительного сырья».

Практическая значимость работы. На основе выполненных исследований разработана и научно обоснована технология ускоренного способа приготовления теста из композитной смеси (мука пшеничная хлебопекарная, рисовая, кукурузная и рисовая мука) и из смеси муки пшеничной хлебопекарной и рисовой муки с введением при замесе теста водного соле-пектинового раствора, что позволяет сократить время технологического процесса и получить изделия высокого качества.

На основе результатов исследований разработаны рецептуры и технологические режимы производства хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности. Разработана и утверждена техническая документация на хлебобулочные изделия: хлеб «Лучик» (ТУ 10.71.11–402–00493209–2020, ТИ 00493209–402–2020, РЦ 00493209–402–2020) и хлеб «Мания» (ТУ 10.71.11–403–00493209–2020, ТИ 00493209–403–2020, РЦ 00493209–403–2020).

Практическая значимость работы подтверждена опытно-промышленными испытаниями разработанных рецептур и технологических режимов производства хлебобулочных изделий в условиях ИП Наниковой И. Ю.

Разработанные рецептуры и технологические режимы производства хлебобулочных изделий внедрены в условиях ИП Наниковой И. Ю. Установлено, что при производстве 1 т хлеба «Лучик» прибыль от реализации составит 4683,8 руб., а при производстве хлеба «Мания» – 8574,98 руб.

Получены 3 приоритетные заявки на предполагаемые изобретения РФ: способ консервации рисовой муки регистрационный номер №2020007265, способ производства хлебобулочных изделий из композитной смеси №2020007645, способ приготовления хлебобулочных изделий из композитной смеси №2021117752.

Методология и методы исследований. Методологической основой проводимого исследования являлся системный анализ рецептур и технологии производства хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности с внесением природных пищевых компонентов таких, как рисовая мука, рисовая и кукурузная мука.

Основные положения, выносимые на защиту.

- результаты исследований особенностей химического состава рисовой муки, рисовой и кукурузной муки;
- теоретическое и экспериментальное обоснование использования рисовой муки, кукурузной и рисовой муки в составе хлебопекарной композитной смеси, выбор оптимальных дозировок в смеси и их влияние на хлебопекарные свойства пшеничной муки;
- результаты исследования структурно-механических свойств теста опытных образцов муки и мучных смесей;
- технологические решения по разработке способа и режимов производства хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности с включением в рецептурный состав рисовой муки, кукурузной, рисовой муки и пектина;

– результаты исследования органолептических и физико-химических показателей качества разработанных хлебобулочных изделий;

– результаты внедрения разработанных рецептур и технологических режимов производства хлебобулочных изделий.

Степень достоверности результатов работы. Достоверность результатов, полученных при проведении исследований, обеспечена использованием современных приборов и методов исследований, а также объемом экспериментальных данных, представленных в работе. Результаты, полученные в ходе исследований, обрабатывались с помощью программ Microsoft Excel 2007, «STATISTICA 6.0».

Апробация работы. Основные результаты исследований были представлены на научно-практических конференциях: X Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 120-летию И.С. Косенко (Краснодар, 2016), XI Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 95-летию Кубанского ГАУ и 80-летию со дня образования Краснодарского края (Краснодар, 2017), III научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 95-летию Кубанского государственного аграрного университета (Краснодар, 2017), Всероссийской (национальной) конференции «Научное обеспечение агропромышленного комплекса» (Краснодар, 2019), VI Международной научно-практической конференции «Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (Краснодар, 2020), I Международной научно-практической конференции «Инновационные направления интеграции науки, образования и производства» (Керчь, 2020); IX Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Пищевые инновации и биотехнологии» при III Международном симпозиуме «Инновации в пищевой биотехнологии» (Кемерово 2021).

Личное участие автора. Результаты исследований, представленные в диссертационной работе, получены при личном участии автора в 2016 – 2021 гг. Автором самостоятельно проведен анализ и обобщение научно-технической

литературы и патентной информации, проведены экспериментальные исследования, математическая обработка результатов, их обсуждение и подготовка к публикации.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 13 научных работ, в том числе 3 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки РФ.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 6 глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа представлена на 140 страницах компьютерного текста, включает 39 таблиц и 16 рисунков. Список литературы включает 92 источника, в том числе 13 иностранных.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Структура питания населения РФ на современном этапе

Одной из составляющих здорового образа жизни является здоровое питание. С позиций нутрициологии питание человека и соответственно каждого гражданина России должно отвечать принципам оптимального питания, положения которого послужили основой разработки рациональных норм потребления основных пищевых продуктов, что отражено в Приказе №593н Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации.

Принятые нормы соответствуют «Нормам физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» (МР 2.3.1.2432-08) и представляют собой усредненную величину, которая рассчитывается на душу населения и необходимую для поступления пищевых и биологически активных веществ. Эти вещества обеспечивают оптимальное протекание физиологических и биохимических процессов в организме человека. Фактически этим приказом была заложена конкретная структура питания населения России [46, 60].

Выборочное наблюдение за рационом питания населения осуществляется Федеральной службой государственной статистики (Росстат) во исполнение постановления Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2010 г. № 946 «Об организации в Российской Федерации системы федеральных статистических наблюдений по социально-демографическим проблемам и мониторинга экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидизации населения».

В соответствии с основными положениями этого постановления выборочное наблюдение за рационом питания россиян основано на персональном опросе представителей различных групп населения, которые проживают во всех административных регионах Российской Федерации, и осуществляется с включением не менее 45 тыс. домохозяйств.

Впервые такое наблюдение было проведено в 2013 г. и в будущем обещает повторяться с периодичностью один раз в 5 лет (на период, определенный постановлением Правительства Российской Федерации, – в 2018 г. и в 2023 г).

Цель реализации выборочного наблюдения за рационом питания населения заключается в постоянном получении актуальных статистических данных об уровне потребления основных пищевых продуктов, энергетической ценности индивидуального рациона питания различных возрастных групп, особенностях формирования и о составе продуктовой «корзины».

Итоги выборочного наблюдения за рационом питания россиян необходимы для создания и оценки эффективности инструментов реализации государственной политики в области улучшения модели потребления основных пищевых продуктов, их качества и предупреждения отрицательного влияния неполноценного или недостаточного питания на показатели смертности и заболеваемости, развития у населения вкусовых потребительских предпочтений, способствующих ведению правильного и здорового образа жизни [45].

Продукты растительного происхождения – зерновые, зернобобовые, бобовые, масличные культуры, овощи, фрукты, ягоды должны быть доминирующими по ежедневному количественному потреблению в рационе питания. Однако, итоги последних исследований выявили, что употребление растительных продуктов является недостаточным для различных возрастных групп населения. Результаты потребления основных пищевых продуктов выборочной группы населения: мужчин и женщин показаны на рисунке 1.

Согласно диаграмме, представленной на рисунке 1, потребление хлеба в год женщинами и мужчинами неодинаково, но больше, чем картофеля, фруктов, ягод, овощей и бахчевых, при этом женщины потребляют в меньшем количестве хлебных продуктов, мяса и мясопродуктов. Установлено, что с 2013 года происходит уменьшение потребления хлеба у мужчин и женщин в среднем на 2 – 3%. Следует отметить аналогичное снижение для мяса, овощей, фруктов, картофеля, сахара и молока (у мужчин), рыбы и увеличение потребления безалкогольных напитков, яиц, масла и жиров, чая и кофе, молока (у женщин).



Рисунок 1 – Потребление продуктов питания в среднем на потребителя: мужчин и женщин в год в сравнении 2013 и 2018 г [45]

Во многих литературных источниках постоянно приводятся сведения о снижении потребления хлеба [45, 46, 67]. По данным отраслевого портала спецпроекта «Агропродмаш» Минпромторга России [67], в настоящее время отмечено проявление повышенного внимания и интереса населения России к здоровому и правильному питанию. Такие изменения отразились на потребительских предпочтениях: снижение спроса на традиционные виды хлеба с простой рецептурой на фоне медленного роста объема продаж продукции хлебопекарной промышленности с повышенной пищевой ценностью (зерновой, витаминизированный и т.д.).

Структура объема рынка потребления хлеба и хлебобулочных изделий в России с 2013 по 2018 гг. и прогнозирование в рамках стандартного экономического сценария на период 2018 – 2025 гг. приведена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Динамика и объем потребления хлеба в России с 2013 по 2018 гг. и предварительное прогнозирование на период 2018 – 2025 гг., млн. т [67]

В результате анализа диаграммы, представленной на рисунке 2, отмечено, что объем рынка потребления хлеба в 2017 г. составил 5,9 млн. т., что в среднем на 14,7% ниже уровня 2013 – 2016 гг. Предварительное прогнозирование аналитика Index Vox указывает на медленное оживление рынка хлеба с 2018 года на 100 – 300 тыс. тонн ежегодно. Однако, по данным информационного агентства Credinform, в 2018 и 2019 гг. отечественные хлебозаводы выпекли 5,76 и 5,65 млн. тонн хлеба и хлебобулочных изделий недлительного срока хранения, продолжив многолетнюю тенденцию к снижению объемов выпуска.

Оптимистический прогноз положительного развития рынка российского хлеба и хлебобулочных изделий возможен видимо за счет увеличения спроса на нетрадиционные виды с поликомпонентной рецептурой. В этом случае по экономическим подсчетам аналитиков прогнозируется ежегодное приращивание объема потребления хлебной продукции уже видоизмененного рецептурного состава в среднем на 2% (опять же в рамках базового экономического сценария без форс мажорных обстоятельств). При этом основными импульсами роста должны выступить, в первую очередь, оснащение и модернизация хлебопекарных производств с уменьшением затрат ручного труда, улучшение

качественных и ценовых показателей при государственной поддержке последних, расширение и лабильность ассортимента хлебной продукции в изменяющихся экономических условиях и потребительских предпочтений.

К сожалению, большинство людей пока не осознают роль и значение пищи, которую они потребляют. Однако связь между питанием и здоровьем очевидна и научно давно доказана. Питание оказывает влияние на такие важнейшие показатели здоровья людей, как уровень рождаемости, продолжительность жизни, смертность, работоспособность, иммуноустойчивость и т. д. Ранжирование населения России по оценке состояния здоровья, наличию и видам заболеваний, связанных с питанием, представлено в таблице 1 [45].

Таблица 1 – Ранжирование российского населения различных возрастных групп по состоянию своего здоровья, наличию и видам заболеваний, связанных с питанием

	Все респонденты	в том числе в возрасте, лет								
		3-13	14-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80 и более
Лица в возрасте 3 лет и более оценили свое состояние как	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
хорошее	43,10	73,40	74,60	65,70	53,00	35,00	17,70	8,00	3,20	1,60
удовлетворительное	46,10	25,10	23,60	32,50	43,90	58,80	69,70	66,80	50,80	39,10
плохое	10,90	1,50	1,80	1,70	3,00	6,20	12,70	25,20	45,90	59,30
Имеют заболевания (состояний), связанные с питанием: из них имеют	44,91	24,21	18,71	22,32	29,12	43,54	63,55	78,71	86,31	88,52
повышенное артериальное давление	28,20	0,00	3,20	5,70	11,80	25,80	48,10	65,50	76,20	79,10
диабет	4,80	0,40	0,40	0,40	1,20	2,50	7,20	14,10	16,80	15,20
высокий уровень холестерина в крови	7,40	0,00	0,30	0,70	2,10	5,40	13,10	21,20	21,80	17,50
низкий уровень гемоглобина	5,90	4,00	3,00	5,20	5,50	6,20	6,20	7,10	9,20	12,30
заболевание ЖКТ	16,10	4,10	7,70	9,50	12,30	16,80	22,70	27,50	30,60	32,40
аллергия на пищевые продукты	7,30	11,70	7,30	6,40	5,80	6,00	6,30	7,40	8,20	8,30

При анализе таблицы 1 выявлено, что с возрастом у жителей России снижается оценка своего здоровья как хорошее и увеличивается оценка удовлетворительное и плохое соответственно. Более половины опрошенных (53%) в возрасте 30 – 39 лет считают свое здоровье хорошим, а вот от 40 до 50 лет (58,8% респондентов) – здоровье, по их мнению, уже имеет удовлетворительную оценку. Начиная с 40 лет, резко увеличивается (с 43,5% до 86,3%) число россиян, имеющих одно или несколько заболеваний, связанных с питанием, среди которых лидирует повышенное артериальное давление, заболевания желудочно-кишечного тракта, диабет и высокий уровень холестерина в крови.

Тенденции в питании, отраженные в таблице 1, объясняются также стремительным ростом выпуска продукции глубокой переработки, изменениями в образе жизни городского жителя, ростом количества пищевых продуктов с высоким содержанием легко выделяющейся энергии, снижением количества полезных микронутриентов, увеличением нехарактерных компонентов пищи (гормоны, пищевые добавки, антибиотики, пестициды и т.д.). Получается, что население потребляет продукты питания, содержащие низкокачественные жиры, «быстрые» углеводы с дефицитом микронутриентов.

Учитывая это, для ликвидации дисбаланса структуры питания одним из направлений является разработка обогащенных продуктов питания. Исходя из рекомендуемых норм потребления, около 30% хлебобулочных изделий и кисломолочных продуктов должны быть обогащены недостающими микронутриентами. Фактически, в настоящее время производится около 2% обогащенных как хлебобулочных, так и молочных продуктов, что делает необходимым проведение работ в этом направлении [46].

Решение проблемы возможно за счет создания инновационных продуктов питания, которые должны сохранять традиционные потребительские свойства в соответствии с привычками населения и, в то же время, быть полезными с точки зрения обогащения незаменимыми микронутриентами [63].

В связи с тем, что хлеб и хлебобулочные изделия относятся к продуктам первой необходимости, то, в первую очередь, необходимо обогащать эти продукты.

В качестве обогащающих компонентов представляют интерес вторичные продукты переработки растительного сырья, в том числе зерновых культур, которые в нашем регионе занимают ведущую роль в АПК. Известны работы по разработке хлебобулочных изделий с добавками отрубей, цельного или пророщенного зерна, многозерновых смесей, которые компенсируют недостаток поступления пищевых волокон, антиоксидантов, витаминов и минеральных веществ [4, 7, 46, 49].

Учитывая, что Краснодарский край является рисосеющим районом и производителем продуктов переработки зерна риса таких, как рисовая мука и крупа, определенную ценность представляют вторичные продукты его переработки. В процессе шлифования и полирования зерна риса получается рисовая мучка, которая может служить ценной обогащающей добавкой в технологии хлеба.

1.2 Общая характеристика зерна риса, его биологическая и пищевая ценность

Согласно данным археологических и лингвистических исследований, рис был впервые одомашнен в бассейне реки Янцзы в Китае [79, 82, 83]. Согласно проведенным генетическим исследованиям последнего десятилетия, установлено, что все формы азиатского риса *Indica* и *Japonica* произошли в результате одомашнивания дикого риса *Oryza rufipogon* в период от XII до VIII в. в до н.э. [80, 81, 84]. Рис является очень популярной культурой в России. Согласно государственному реестру селекционных достижений, в 2019 году допущено к использованию 61 сорт риса. Сорты риса, которые внесли в государственный реестр селекционных достижений, и допущенные к выращиванию с 2019 г, представлены в таблице 2 [11].

Российские сорта риса отличаются от зарубежных сортов особенностями формирования зерна в самой северной зоне рисосеяния в мире. Основным регионом, возделывающим рис в России, является Северо-Кавказский, на долю которого приходится 48 сортов риса.

Таблица 2 – Сорты риса, внесенные в государственный реестр селекционных достижений и допущенные к использованию в 2019 году

Название сорта	Год	Оригинатор / патентообладатель	Признаки сортов (мнемоника)
			2 (направление использования)
1	2	3	4
Северо-Кавказский регион *			
Адриатика	2019	ООО Зерновая компания «Полтавская»	ценный по качеству
Азовский	2019	ФГБНУ «ВНИИ риса»	ценный по качеству
Аполлон	2017	ФГБНУ «ВНИИ риса»	ценный по качеству
Арбалет	2017	ИП Кочубей Владимир Васильевич	ценный по качеству
Атлант	2007	ФГБНУ «ВНИИ риса»	ценный по качеству
Бодрум	2019	ООО Зерновая компания «Полтавская»	ценный по качеству
Боярин	2002	ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»	ценный по качеству
Визит	2013	ФГБНУ «ВНИИ риса»	ценный по качеству
Виктория	2010	ФГБНУ «ВНИИ риса»	ценный по качеству
Диамант	2012	ФГБНУ «ВНИИ риса»	ценный по качеству
Злата	2019	ФГБНУ «ВНИИ риса»	длиннозерный и ценный по качеству
Исток	2016	ФГБНУ «ВНИИ риса»	ценный по качеству
Казачок 4	2018	ФГБНУ «ВНИИ риса»	ценный по качеству
Карбор	2016	Vo rando Daniele Seme-nti Cascina Burlota, 3 28060 San Pietro Mosez.zo (no), Italy	ценный по качеству
Контакт	1994	ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»	ценный по качеству
Корсика	2019	ООО Зерновая компания «Полтавская»	длиннозерный и ценный по качеству
Крепыш	2015	ФГБНУ «ВНИИ риса»	ценный по качеству
Кумир	2009	ФГБНУ «ВНИИ риса»	ценный по качеству
Кураж	2013	ФГБНУ «ВНИИ риса»	длиннозерный и ценный по качеству
Лидер	2000	ФГБНУ «ВНИИ риса»	ценный по качеству
Наутилус	2019	ФГБНУ «ВНИИ риса»	ценный по качеству
Новатор	2006	ФГБНУ «ВНИИ риса»	ценный по качеству
Олимп	2015	ФГБНУ «ВНИИ риса»	ценный по качеству
Партнер	2016	ФГБНУ «ВНИИ риса»	ценный по качеству
Патриот	2017	ФГБНУ «ВНИИ риса»	ценный по качеству
Полевик	2015	ФГБНУ «ВНИИ риса»	ценный по качеству
Привольный 4	2014	ФГБНУ «ВНИИ риса»	ценный по качеству
Рапан	1996	ФГБНУ «ВНИИ риса»	ценный по качеству
Регул	1995	ФГБНУ «ВНИИ риса»	ценный по качеству
Смена	2009	Лавриченко Валерий Георгиевич	ценный по качеству
Сонет	2010	ФГБНУ «ВНИИ риса»	ценный по качеству
Танго	2018	ООО Зерновая компания «Полтавская»	ценный по качеству
Фаворит	2014	ФГБНУ «ВНИИ риса»	ценный по качеству
Феномен	2017	Vo rando Daniele Seme-nti Cascina Burlota, 3 28060 San Pietro Mosez.zo (no), Italy	ценный по качеству
Флагман	2007	ФГБНУ «ВНИИ риса»	ценный по качеству
Хазар	2000	ФГБНУ «ВНИИ риса»	ценный по качеству
Чайка	2018	ООО ЗК «Полтавская»	ценный по качеству
Чибий	2016	ООО «Адыгейский НТР по рису»	ценный по качеству
Шарм	2014	ФГБНУ «ВНИИ риса»	длиннозерный, ценный по качеству

Окончание таблицы 2

1	2	3	4
Юбилейный 85	2019	ФГБНУ «ВНИИ риса»	ценный по качеству
Янтарь	2004	ФГБНУ «ВНИИ риса»	ценный по качеству
Яхонт	2019	ФГБНУ «ВНИИ риса»	ценный по качеству
Нижеволжский регион **			
Боярин	2002	ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»	ценный по качеству
Виктория	2010	ФГБНУ «ВНИИ риса»	ценный по качеству
Контакт	1994	ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»	ценный по качеству
Рапан	1996	ФГБНУ «ВНИИ риса»	ценный по качеству
Дальневосточный регион ***			
Долинный	2013	ФГБНУ «ФНЦ Агробиотехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайки»	ценный по качеству
Дубрава	2017	Ковалевская Вера Анатольевна/ ООО «Приморская семеноводческая компания «Росток-альянс»	ценный по качеству
Рассвет	2011	ФГБНУ «ФНЦ Агробиотехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайки»	ценный по качеству
Ханкайский 429	1996	ФГБНУ «ФНЦ Агробиотехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайки»	длиннозерный и ценный по качеству

*Северо-Кавказский регион: Кабардино-Балкарская республика, Карачаево-Черкесская республика, Краснодарский край, Республика Адыгея, Республика Дагестан, Республика Ингушетия, Республика Крым, Республика Северная Осетия-Алания, Ростовская область, Ставропольский край, Чеченская Республика

**Нижеволжский регион: Астраханская область, Волгоградская область, Республика Калмыкия, Саратовская область

***Дальневосточный регион: Амурская область, Камчатский край. Магаданская область, Приморский край, Сахалинская область, Хабаровский край, Еврейская автономная область, Чукотский автономный округ

Большинство сортов риса разработано ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса». Рис выращивается в Нижневолжском (Калмыкия, Астраханская и Волгоградская области) и Дальневосточном (Приморский и Хабаровский край) регионах. Следует отметить, что производство риса является одной из самых прибыльных отраслей Краснодарского края (площадь возделывания более 250 тыс. га). Рис Кубани составляет до 70% от общего объема производства риса в стране.

Сорта риса, которые возделываются в нашей стране, относятся к подвиду *Japonica* с продолговатой или овальной широкой зерновкой. Отечественный рис сегодня на 100% удовлетворяет внутренний потребительский спрос. Однако, в последнее время возрастает интерес на крупную культуру сортов зерна риса особого

назначения – глютинозных (клейких), длиннозерных, краснозерных, чернозерных, ароматных, которые используются в ресторанах (суши, блюда азиатской кухни) и диетическом лечебном питании, например, при целиакии – непереносимости пшеничного белка. И этот сегмент рынка пока полностью заполнен импортным рисом, так как вырастить такие типы риса в российских почвенных и климатических условиях раньше считалось весьма затруднительно и нерентабельно.

Но российские селекционеры создают уникальные сорта зерна риса, адаптированные к российским климатическим условиям. По качеству зерна и крупы они не уступают импортным аналогам. Выращиваются эти сорта в Краснодарском крае. В настоящее время такие сорта занимают незначительную площадь посева (около 2,4% от общей площади сева) и отличаются невысокой урожайностью, в среднем 6,3 ц/га, что объясняется их биологическими особенностями. Некоторые специальные сорта риса, внесенные в каталог сортов риса и овощебахчевых культур кубанской селекции 2016 г., представлены в таблице 3.

По данным [75], фирма Агрохолдинг «АФГ Националь» запатентовала на 3 новых сорта риса, разработанных в собственной лаборатории селекции: среднеспелый круглозёрный Бодрум, срезнепоздний крупнозёрный Адриатика и позднеспелый длиннозёрный Корсика. Указанные сорта риса благополучно прошли государственные сортоиспытания и были включены в госреестр селекционных достижений, а также внесены в список сортов, которые рекомендуются к использованию по III Западной и V Южно-Предгорной зонам Краснодарского края.

В 2021 г. эти сорта риса высеяны в хозяйствах ГК «АФГ Националь» на общей площади 500–550 га. Начав промышленное производство длиннозёрных сортов рисов собственной селекции, предприятие сделало важный шаг на пути к импортозамещению.

Таблица 3 – Специальные сорта риса кубанской селекции [48]

Название сорта	Авторы	Ботаническая и морфологическая характеристика	Качество зерна и крупы, кулинария	Устойчивость к стрессовым факторам среды. Урожайность	Индивидуальные особенности
1	2	3	4	5	6
Виола (клейкий) / VIOLA  	Зеленский Г.Л., Лось Г.Д., Красников В.Г. Сорт охраняется патентом № 0946	<p>Включен в 1994 г. в Государственный реестр охраняемых селекционных достижений.</p> <p>Виола – первый отечественный глютинозный сорт риса.</p> <p>Его зерно в крахмале содержит амилопектин и менее 5% амилозы (у обычных сортов амилозы содержится от 8 до 37%).</p> <p>Зерно глютинозного риса предназначено для выработки специальных продуктов лечебного и детского питания при искусственном вскармливании детей в первый год жизни.</p> <p>Растения с фиолетовой окраской стебля. Цветковые чешуи без остей, к фазе полной спелости становятся коричнево-желтого цвета.</p>	<p>Форма зерна округлая, отношение длины к ширине (l/b) – 1,6 – 1,7. Масса 1000 зерен – 28 – 29 г.</p> <p>Крупа – белая, нестекловидная. Выход крупы – 66 – 68%. При варке крупа превращается в клейстерообразную массу, которая имеет вкус, не типичный для рисовой крупы.</p> <p>Поэтому крупу Виолы целесообразно использовать для размола в муку, из которой можно готовить блюда диетического и лечебного питания.</p>	<p>Сорт обладает высокой полевой устойчивостью к пирикулярнозу и средней устойчивостью к рисовой листовой нематоде.</p> <p>Относится к среднеспелой группе. Устойчив к полеганию растений и осыпанию колосков с метелок.</p> <p>Урожайность сорта Виола – 6,0 – 7,0 т/га.</p>	<p>Отличительной особенностью является очень высокая энергия прорастания семян и их полевая всхожесть.</p> <p>Сочетание этого признака с устойчивостью к болезням позволяет возделывать с применением энергосберегающих технологий.</p> <p>ГОСТ РФ не допускает наличия глютинозного риса в зерновой массе заготавливаемых сортов, поэтому Виолу необходимо размещать на специально выделенных участках. Переработку вести на специально выделенных линиях, чтобы не допустить смешивания с другими сортами.</p>

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
<p>Мавр (чернозерный) MAVR (BLACK)</p>  	<p>Гончарова Ю.К., Харитонов Е.М., Иванова В.М., Брус А.Г., Туманьян Н.Г., Лоточникова Т.Н.</p> <p>Сорт охраняется патентом № 7565</p>	<p>Включен в 2011 г. в Государственный реестр охраняемых селекционных достижений.</p> <p>Метелки, узлы стебля, рыльца, а также зерновки имеют фиолетовую – черную (антоциановую) окраску до фазы созревания. При созревании зерновки приобретают соломенно-желтую окраску ребер и коричневую граней.</p> <p>Верхние колоски могут нести зачатки остей 1 – 2 мм. Колосовые чешуи 3–4 мм, заостренные.</p> <p>Лигула широкая с заостренными, расщепленными на 2 части концами, до 1,5 см длиной.</p> <p>Метелка длиной 20–22 см, поникающая, средне-развесистая, не осыпается, в метелке 150–170 колосков, плотность метелки – 6,3–7 шт./см.</p>	<p>Зерновка средняя, удлиненная, отношение длины к ширине (l/b) – 2,5.</p> <p>Масса 1000 абсолютно сухих зерен – 24 – 25г, пленчатость – 26%, стекловидность – 75,7 – 78,0%.</p> <p>Общий выход нешлифованной крупы – 73%.</p> <p>Вкусовые характеристики крупы высокие. Она обладает повышенной питательной ценностью, поэтому предназначена для приготовления специальных продуктов питания, экзотических блюд, а также салатов с фруктами и овощами, запеканок, котлет.</p> <p>Сорт рекомендуется для технологии переработки без шлифования.</p>	<p>Сорт устойчив к пирикулярнозу при искусственном заражении (22 %).</p> <p>Сорт относится к среднеспелой группе.</p> <p>Урожайность сорта достигает 6,0–8,0 т/га при высокой стабильности по годам.</p>	<p>Высокое содержание антоцианов (класс антиоксидантов) и оризанола обуславливает его полезность для людей с большим сердцем, повышенным риском раковых заболеваний и проблемами в половой сфере.</p> <p>Крупа обладает повышенной питательной ценностью, поэтому предназначена для приготовления специальных продуктов питания и экзотических блюд.</p> <p>Сорт рекомендуется для технологии переработки без шлифования.</p> <p>Не устойчив к затоплению, для получения дружных всходов необходимо подбирать выровненные чеки.</p>

Окончание таблицы 3

<p>Рубин (краснозерный) RUBIN</p>  	<p>Остапенко Н. В., Лось Г.Д., Лоточникова Т.Н., Туманьян Н.Г., Мальшева Н.Н., Харитонов Е.М.</p> <p>Сорт охраняется патентом № 6526</p>	<p>Включен в 2012 г. в Государственный реестр охраняемых селекционных достижений.</p> <p>Цветковые чешуи серовато-соломенного цвета с зачатками остей, со средней степенью опу- шения.</p> <p>Зерновка удлинённая, отношение длины к ширине (l/b) – 2,2; масса 1000 абсолютно сухих зерен – 22–25 г. Высота стеблей – 80–90 см, устойчивость к полеганию высокая, куст компактный, кустистость – 2,0.</p> <p>Метелка веерообразной формы, длиной 14–16 см, несет до 190–200 колосков, плотность метелки – 9–10 шт./см, пустозерность – 4– 8%.</p> <p>Листья узкие, короткие, флаг отходит от оси стебля на 80–90°.</p>	<p>Масса 1000 зерен при стандартной влаж- ности 24,6–27,0г, <u>стек- ловидность 80–90%</u>.</p> <p>Индекс шелушен- ной зерновки (l/b) – 2,2– 2,3, выход шелушеного риса 79 – 81%. Содержа- ние белка 7,5 – 9,0%, содержание амилозы в крупке 23–24%</p> <p>После кулинарной обработки крупа при- обретает аромат свеже- испеченного хлеба с плотноватой конси- стенцией красновато- коричневых ядер, обогащенных вита- минами группы В, Е, РР и D, пищевыми волок- нами и антиокси- дантами.</p>	<p>Среднеустойчив к пирикулярриозу, интенсивность разви- тия болезни 35,5 % при искусственном заражении. Умеренно восприимчив к рисовой листовой нематоде.</p> <p>Относится к среднеспелой группе.</p> <p>Средняя урожайность в опытах 85 – 90ц/га, максимальная 104 ц/га.</p> <p>На производственных посевах в ООО «Агро-Альянс» Абинского района урожайность в течение двух лет составляет 80 – 85ц/га.</p>	<p>Сорт обладает высокой полевой всхожестью семян и продуктивной кустистостью. Может выращиваться при различных режимах орошения. Не осыпается при перестое, но легко вымолачивается.</p> <p>Сорт относится к эксклюзивным красно- зерным сортам риса специального назна- чения, которые употре- бляются в пищу в нешлифованном виде.</p>
--	--	--	--	---	---

В перспективе до 2022 года сортами риса собственной селекции – Танго, Чайка, Бодрум, Адриатика и Корсика – планируется занять более 20 тыс. га посевных площадей, то есть более половины площадей, которые использует предприятие в рисовом севообороте. В 2018 г. ГК «АФГ Националь», по итогам сортоиспытаний, запатентовал 2 сорта риса собственной селекции: круглозёрный суши-рис Танго и среднезёрный сорт Чайка, которые в том же году были высеяны на полях и показали высокую урожайность.

ГК «АФГ Националь» – крупнейший российский производитель риса полного цикла «от поля до прилавка» и единственная российская частная компания, занимающаяся селекцией риса [75].

По объему производства рис занимает третье место после пшеницы и кукурузы. Основными поставщиками риса на мировой рынок являются азиатские страны.

Строение зерна риса представлено на рисунке 3.



Рисунок 3 – Строение зерна риса [88]

Согласно рисунку 3, зерно риса снаружи покрыто цветковыми чешуями, защищающими зерно от повреждений. Под ними зерно находится в нескольких слоях семенной кожуры бурого цвета. Такое «шелушенное» зерно содержит клетчатку, жиры, витамины группы В и микроэлементы. Под кожурой располагается эндосперм, обеспечивающий зародыш питательными веществами. По пищевой ценности эндосперм является источником крахмала (более 90%), небольшого количества белка, однако имеет недостаток витаминов группы В и минеральных веществ. В нижней части зерна расположен зародыш, отделенный от эндосперма щитком, содержащий сахара, азотистые вещества, липиды и витамины. Во время шлифования семенная кожура и зародыш, содержащие до 88% ценного масла и других полезных компонентов, удаляются, вызывая питательное обеднение зерна.

При постоянном употреблении только шлифованного риса у человека может проявиться авитаминоз (недостаток витаминов группы В) или болезнь бери-бери. Шлифованный рис, благодаря рафинизации химического состава, способен долго храниться (практически не происходит окисление и прогоркание липидного комплекса), транспортироваться на дальние расстояния, легко усваивается организмом, быстро разваривается и имеет более привлекательный вид. В производстве зерно риса в основном перерабатывают на крупу, получая при этом вторичные отходы: мучку, дробленку (дробленый рис), мелкую крупу и т.д. Зерно риса и продукты его переработки используются в следующих направлениях:

- пищевая промышленность: блюда национальной кухни, гарниры, каши, пудинги, супы, хлопья, масло зародышей риса, спирт, пиво, алкогольные напитки, детское питание, аглютенная диета и т.д;
- медицина и парфюмерия: рисовый крахмал и масло зародышей риса;
- сельское хозяйство: корм, удобрения;
- технические цели: топливное сырье (лузга), строительный материал.

Зерно риса отличается по размерам и способу обработки, сведения представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Виды риса по форме и способу обработки

В зависимости от формы рис бывает			
			
0 10 мм	0 10 мм	0 10 мм	
длиннозерный	среднезерный	круглозерный	
не требует обилия воды при варке	требует большого количества воды при варке	требует большого количества воды при варке	
держит форму, плотный, не слипается	становится мягким, слегка слипается	становится кремообразным, сильно слипается	
твердеет после охлаждения	хорошо впитывает ароматы	после охлаждения становится мягким	
подходит для пловов, салатов и гарниров	подходит для паэльи, ризотто и супов	подходит для суши, каш, пирогов, десертов и запеканок	
По способу обработки рис делится на			
			
коричневый	Золотистый (пропаренный)	белый	дикий
При обработке зерен удаляют только цветковые чешуи. Рис сохраняет цвет и полезные вещества	Зерна замачивают в воде, обрабатывают паром, сушат, удаляют зародыш и оболочки. Рис сохраняет 80% полезных веществ, но становится светлее	При обработке зерен удаляют зародыши и все оболочки, а вместе с ними большую часть полезных веществ. Рис становится чисто белым	Это не настоящий рис, а злак Цицания водяная. У нее гладкие длинные плоды черного цвета. Содержание полезных веществ в них такое же, как и в белом рисе.
Время варки более 40 минут	Время варки более 30 минут	Время варки примерно 20 минут	Перед приготовлением необходимо замачивать
Из-за высокого содержания жиров хранится недолго	Не слипается, сохраняет рассыпчатость при многократном разогревании	Долго хранится	Время варки 40 - 60 минут
Имеет насыщенный ореховый запах и плотную текстуру	Имеет легкий ореховый аромат и грубоватую структуру	Имеет слабо выраженный вкус и аромат	Подходит для супов, салатов, пирогов, закусок и десертов

Согласно таблице 4, в зависимости от различных способов обработки один и тот же вид риса может иметь разный цвет, время варки и кулинарные свойства. Химический состав зерна риса и продуктов его переработки изучался десятилетиями многими отечественными и зарубежными исследователями [43, 54, 85, 87, 90]. На химический состав риса влияют генетические особенности сорта, состав почвы и климат, условия выращивания и т.д.

Химический состав зерна риса и других основных зерновых культур представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Химический состав зерна риса и основных зерновых культур [57]

Культура	Значение показателя, %					
	Белок	Липиды	Моно- и дисахариды	Клетчатка	Крахмал	Зольность
Рис	7,4	2,6	0,8	9,1	55,1	3,8
Пшеница	11,3	2,1	1,2	2,4	53	1,7
Кукуруза	8,3	4,1	1,6	3,1	58,9	1,2
Овес	10,1	6,2	1,1	10,6	37,5	3,2
Ячмень	14,5	2,5	1,3	4,2	48,2	2,7
Просо	11,2	3,8	1,8	7,8	55,3	2,9

В результате анализа таблицы 5 установлено, что химический состав зерна риса при невысоком количестве белка отличается низким содержанием легкоусвояемых углеводов (моно- и дисахариды) и высоким содержанием клетчатки и минеральных веществ (зольность), что в совокупности с уникальным строением его крахмальных зерен делает его диетическим злаком по сравнению с другими зерновыми культурами.

Крахмал является основным компонентом риса. Его уникальность заключается в размере гранул и молекулярном строении амилозы и амилопектина.

В таблице 6 приведены основные характеристики крахмальных зерен крахмалсодержащего растительного сырья.

Таблица 6 – Характеристики крахмальных зерен крахмалсодержащего растительного сырья [88]

Показатели	Основное крахмалсодержащее растительное сырье				
	Рисовый крахмал	Пшеничный крахмал	Кукурузный крахмал	Крахмал тапиоки	Картофельный крахмал
Размер (мкм)	2 – 8	3 – 40	15 – 25	20 – 35	15 – 80
Форма	полигональный	овальный	шестиугольный	шестиугольный(усеченный)	овальный
Цвет	очень белый	серовато-белый	желтовато-белый	серовато-белый	белый
Вкус	нейтральный	зерновой привкус	белковый	легкий привкус	картофельный привкус
Гелевая структура	мягкий и кремовый	твердый	твердый	липкий	липкий

Анализ таблицы 6 показал, что рисовый крахмал отличается самыми мелкими размерами гранул и их уникальной угловатой и многоугольной формой по сравнению с другими крахмалами (рисунок 4).



Рисунок 4 – Строение и форма крахмальных зерен крахмалсодержащего растительного сырья [89]

Рисовый крахмал имеет белый цвет, связанный с преломлением гранул, и является единственным крахмалом, имеющим нейтральный вкус, с чем связано его популярное использование в качестве наполнителя при производстве соусов. Упаковка крахмала в гранулах риса находится в виде концентрических колец с кристаллами А – типа и каналов. Уникальность крахмала риса заключается в его строении: амилозы и амилопектина. Амилоза риса отличается средней степенью полимеризации и разветвляется в среднем с 2 – 5 цепями. Содержание амилозы зависит от ботанического сорта и может колебаться от 2 – 3% до 35%, создавая перспективные предпосылки для модификации свойств рисового крахмала. Состав амилозы и амилопектина, их соотношение и содержание крахмала в целом также зависят от климатических условий, состава почв и условий выращивания культуры.

Амилопектин риса представляет собой высоковетвленный полимер с небольшим количеством концевых ветвей среднего размера (С – цепи), обуславливающих пониженную склонность к ретроградации. С – цепи могут повторно выравниваться, снижая способность связывать воду и вытеснять ее из гранул крахмальных зерен. Низкое содержание этих концевых ветвей среднего размера способствует высокой стабильности крахмала риса при системе замораживание – оттаивание. Благодаря особенному строению амилопектина крахмал риса отличается стабильностью при хранении, а разветвленная амилоза в сочетании с мелкогранулированностью придает ему мягкую и кремовую структуру, делая крахмал в целом легкоусвояемым.

Белок зерна риса. Отечественные сорта риса содержат белка в зерне без цветочных оболочек в среднем от 8,8% до 11,5%. Белковые вещества в зерновке риса распределены неравномерно, концентрируясь в основном в зародыше и наружных слоях, в меньшей степени – в крахмалистой части эндосперма. Азотсодержащие компоненты также распределены по зерновке крайне неравномерно.

В таблице 7 приведен состав аминокислот белка зерна риса и продуктов его переработки.

Таблица 7 – Качественный и количественный состав аминокислот белка зерна риса и продуктов его переработки [91]

Наименование аминокислоты	Содержание аминокислот, % от общей суммы аминокислот						
	целое зерно риса	мучка со шлифованных систем			зародыш	крупа рисовая мелкая	рис дробленый
		смесь всех	3-й	4-й			
незаменимые аминокислоты							
Лизин	3,5	4,1	3,8	4,8	5,3	3,5	2,9
Лейцин	7,5	7,6	7,9	6,9	7,1	6,2	7,3
Изолейцин	3,7	3,6	3,9	4,0	3,8	4,1	2,9
Метионин	1,8	2,9	2,3	2,0	3,0	2,6	2,1
Треонин	3,5	3,6	3,3	3,7	3,7	3,1	3,1
Триптофан	5,2	3,3	7,1	5	5,5	1,4	6,6
Фенилаланин	5,4	5,9	4,5	4,4	5,2	5,4	4,2
Общее содержание	30,6	31,0	32,8	30,8	33,6	26,3	29,1
заменимые аминокислоты							
Аланин	5,9	6,8	6,0	6,2	5,5	5,8	6,5
Аспарагиновая кислота	9,3	9,1	7,7	9,3	8,5	9,9	9,1
Аргинин	8,4	8,6	8,9	8,6	6,6	7,5	8,6
Гистидин	2,4	2,2	2,6	2,8	2,9	2,4	3,1
Цистин	2,3	2,3	3,3	2,7	1,2	1,5	2,0
Глутаминовая кислота	17,9	15,5	15,3	17,2	15,3	19,7	19,1
Глицин	4,5	6,2	4,5	4,6	5,1	4,2	4,1
Пролин	4,5	4,6	4,8	4,1	5,7	4,6	5,3
Серин	4,9	4,5	4,8	4,6	5,2	6,0	4,3
Тирозин	3,7	3,2	3,4	3,6	4,9	4,9	3,0
Валин	5,6	6,0	5,9	5,5	5,5	7,2	5,8
Общее содержание	69,4	69,0	67,2	69,2	66,4	73,7	70,9

В результате анализа таблицы 7 установлено, что состав аминокислот белка зерна риса и продуктов его переработки представлен всеми незаменимыми аминокислотами, составляющими около 30% от общего содержания аминокислот.

Лимитирующей аминокислотой является самая дефицитная аминокислота – лизин, содержание которой варьируется от 2,9% до 4,8%. Наибольшее содержание лизина отмечено в зародыше (5,3%) и смеси муки со всех шлифованных систем (2,9%), наименьшее – в дробленном рисе, который вместе с крупой также поставляется потребителю на прилавок.

Анализируя данные состава аминокислот белка зерна риса и продуктов его переработки, можно сделать вывод, что больше всего незаменимых аминокислот содержится в рисовой муке и зародыше.

Липиды риса. В зависимости от ботанических особенностей, климатических и почвенных условий произрастания риса содержание липидов в нем может колебаться от 0,7% до 1,3% в различных частях зерновки. Более 74% всех липидов зерна риса после его шелушения переходит в отруби или муку, еще четверть содержится в зародыше. Таким образом, в результате обработки зерна риса большая часть его липидов переходит в отходы, которые являются непосредственно ценным сырьем для извлечения масла.

Липиды зерна риса представлены жирными кислотами, стеринами, фосфолипидами, гликолипидами, токоферолами и другими липидными компонентами.

Жирнокислотный состав липидов зерна риса различной обработки показан в таблице 8.

Таблица 8 – Качественный и количественный состав жирных кислот липидов зерна риса различной обработки [86]

Наименование жирной кислоты (ЖК)	Содержание ЖК, % к общей сумме ЖК			
	Рис различной обработки			
	шлифованный рис	коричневый рис	пророщенный коричневый рис	осахаренный пророщенный коричневый рис
1	2	3	4	5
насыщенные ЖК				
Миристиновая	9,72	4,14	3,05	4,41
Пальмитиновая	25,65	21,1	22,04	21,37
Стеариновая	2,26	1,65	2,44	4,04
Общее содержание насыщенных жирных кислот	37,63	26,89	27,53	29,82

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5
мононенасыщенные ЖК				
Олеиновая (омега-9)	24,04	34,13	37,55	36,40
Пальмитолеиновая (омега-9)	0,46	0,35	0,47	0,50
Гондоевая (11-эйкозеновая) (омега-9)	1,25	0,84	1,06	0,96
Общее содержание мононенасыщенных жирных кислот	25,75	35,32	39,08	37,86
полиненасыщенные ЖК				
Линолевая (омега-6)	33,12	35,55	31,48	30,50
γ-Линоленовая (омега-3)	2,14	0,39	0,48	0,54
α-Линоленовая (омега-3)	1,36	1,85	1,43	1,28
Общее содержание полиненасыщенных жирных кислот	36,62	37,79	33,39	32,32

Установлено, что липидный состав зерна риса различной обработки представлен жирными кислотами: насыщенными, мононенасыщенными и полиненасыщенными. Насыщенные ЖК представлены пальмитиновой (21,1% – 25,65%), миристиновой (3,05% – 9,72%) и стеариновой (1,65% – 4,04%) кислотами, максимальное содержание которых отмечено в шлифованном зерне, а минимальное – в коричневом рисе.

Из мононенасыщенных ω – 9 жирных кислот в липидах зерна риса различной обработки присутствуют олеиновая (24,04% – 37,55%), пальмитолеиновая (0,35% – 0,5%) и гондоевая (0,84% – 1,25%) кислота из ряда эйкозеновых жирных кислот. Мононенасыщенные жирные кислоты, как и насыщенные жирные кислоты, самостоятельно синтезируются в организме и являются заменимыми. Установлено, что максимальное содержание мононенасыщенных жирных кислот в коричневом рисе, подвергнутом дополнительным обработкам (проращивание, осахаривание), а минимальное – в

обработанном шлифованном рисе. Полиненасыщенные жирные кислоты в липидах зерна риса различной обработки представлены линолевой кислотой (30,5%–35,5%), γ -линоленовой (0,39%–2,14%) и α -линоленовой (1,28%–1,85%) кислотами, которые относятся к эссенциальным жирным кислотам и должны поступать ежедневно в организм человека с пищей. Линолевая кислота является ω – 6 ненасыщенной жирной кислотой, из которой в организме синтезируется арахидоновая жирная кислота, входящая в состав фосфолипидов надпочечников и плазматической мембраны гепатоцитов (клеток печени). Максимальное количество этой кислоты содержится в коричневом рисе.

Полиненасыщенные жирные кислоты липидов зерна риса представлены также γ – и α – линоленовыми жирными кислотами (ω – 3 жирные кислоты), входящими в состав клеточных мембран и кровеносных сосудов. Максимальное количество ω – 3 жирных кислот отмечено в липидах коричневого риса.

Таким образом, с точки зрения полезности липидного комплекса, коричневый рис отличается самым высоким содержанием полиненасыщенных ЖК и минимальным содержанием насыщенных ЖК.

К липидным компонентам зерна риса относятся также каротиноиды, стерины и токоферолы. В большинстве отечественных сортов риса многолетней селекции во фракции стеринов преобладает α -ситостерин, практически в два раза меньше стигмастерина и кампестерина.

Витаминно-минеральный комплекс зерна риса. Содержание минеральных веществ и витаминов в зерне риса зависит не только от ботанического сорта, но и от климатических, почвенных условий и, особенно, от количества и качества вносимых удобрений. Распределение их в зерновке риса также, как и остальных основных компонентов химического состава, неравномерно.

Минеральные вещества, витамины и витаминоподобные вещества зерна риса содержатся в основном в зародыше, алейроновом слое и частично в прилегающем к нему эндосперме. При обработке зерна риса они попадают во вторичные продукты – отходы, вызывая «зольное» обеднение технологически обработанного конечного продукта.

Согласно данным [7, 88], зерно риса содержит как водорастворимые, так и жирорастворимые витамины (таблица 9).

Таблица 9 – Содержание витаминов в рисопродуктах

Наименование витаминов	Содержание, мкг/г сухого вещества				
	зерно риса после обрушивания	крупа рисовая	отруби рисовые	зародыш	мучка рисовая
водорастворимые витамины					
Витамин В ₁	2,1–4,5	следы – 0,8	10,1–27,9	45,3–65,0	3,6–30,0
Витамин В ₂	0,35–0,86	0,11–0,37	2,0–3,4	2,7–5,0	1,4–3,4
Витамин В ₃	6,6–18,6	3,4–7,7	27,2–71,3	3,0–30,0	26,0–92,5
Витамин В ₆	1,6–11,2	0,37–6,2	10,3–32,1	15,2–16,0	9,6–30,8
Витамин В ₉	0,20–0,60	0,06–0,16	0,50–1,50	0,90–4,30	0,43–1,92
жирорастворимые витамины					
Бета-каротин (провитамин А)	0,13	следы	4,2	1,3	0,95
Токоферолы (витамин Е)	13,1	следы	149,2	87,3	62,9

Установлено, что из водорастворимых витаминов в зерне риса и продуктах его переработки присутствуют витамины группы В:

– витамин В₁ (тиамин), впервые открытый именно в зерновке риса и необходимый для нормального функционирования сердечно-сосудистой и нервной систем;

– витамин В₂ (рибофлавин), являющийся коферментом во многих окислительно-восстановительных реакциях;

– витамин В₃ (пантотеновая кислота) – кофермент КоА, участвующий в метаболических процессах белков, жиров и углеводов;

– витамин В₆ (пиридоксин), принимающий участие в синтезе липидного обмена, метаболизме макроэлементов и функционировании нервной системы;

– витамин В₉ (фолиевая кислота), отвечающий за рост и развитие кроветворной и нервной систем.

Из жирорастворимых витаминов в зерне риса и продуктах его переработки присутствуют витамин Е (токоферолы) и предшественник витамина А – бета-каротин.

Минеральные вещества зерна риса, включающие макроэлементы и микроэлементы, также играют очень важную роль в формировании пищевой ценности злака.

Минеральный состав риса различной технологической обработки показан в таблице 10.

Таблица 10 – Состав минеральных веществ риса различной технологической обработки [91]

Минеральные вещества	Содержание минеральных веществ, мкг/100г			
	коричневый рис	белый рис	шлифованный рис	рисовые отруби
Железо	1310	590	440	3980
Цинк	1530	1260	1120	4690
Марганец	1700	950	510	5120
Медь	550	360	280	1690

Отмечено, что содержание минеральных веществ в рисе различной технологической обработки отличается. Содержание железа в белом и шлифованном рисе снижается в 2,2 – 2,9 раза, цинка – на 17,6% и 26,8%, марганца – практически в 2 – 3 раза, меди – на 34,5% и 51% соответственно, по сравнению с коричневым рисом, при обработке зерен которого удаляют только цветковые чешуи.

Учитывая это, в рисовых отрубях, содержащих цветковые чешуи и плодовые оболочки, количество минеральных веществ значительно выше, чем в рисе различных способов обработки.

В таблице 11 представлен химический состав зерна риса и продуктов его переработки.

Таблица 11 – Химический состав зерна риса и продуктов его переработки [54]

Наименование показателей	Зерно риса и рисопродукты					
	мучка со шлифованных систем			зародыш	крупка рисовая мелкая	рис дробленый
	смесь всех систем	3-й	4-й			
макронутриенты, г / 100 г СВ						
Белок (N×6,25)	13,87	13,36	12,02	18,18	8,10	7,47
Крахмал	52,50	60,80	68,50	32,20	84,30	85,00
Клетчатка	9,98	5,95	4,60	3,70	1,70	0,93
Липиды	11,37	10,69	7,86	18,90	1,88	1,02
Минеральные вещества	8,67	6,24	5,70	9,80	0,95	0,72
витамины, мг / 100 г						
Витамин В ₁	27,93	19,65	11,5	45,30	0,95	0,8
Витамин В ₂	3,30	2,80	1,71	3,7	0,33	0,24
Витамин РР	590	385	260	99	13,70	12,44
Витамин Е	149,20	78,34	62,91	87,35	следы	-

Анализ таблицы 11 показал, что все ценные компоненты зерна риса при его переработке переходят в отходы – рисовую муку или зародыш, а поступающий в торговую сеть рис шлифованный или дробленый, а также крупа рисовая содержат в значительном количестве только крахмал.

Таким образом, продукты переработки зерна риса, благодаря уникальному химическому составу, являются перспективными источниками для обогащения пищевых продуктов и могут быть использованы для повышения их пищевой и биологической ценности.

1.3 Использование зерна риса и продуктов его переработки в производстве хлебобулочных изделий

Изучению возможности использования продуктов переработки риса в технологии хлебобулочных изделий с целью улучшения их потребительских свойств, повышения пищевой ценности посвящено много отечественных и зарубежных работ [7, 44, 62, 76, 92].

Учеными Вьетнама, где рис является основной культурой питания, и России (Кабардино-Балкария) отмечено, что использование муки из риса в технологии приготовления хлебобулочных изделий из пшеничной муки требует внесения подкисляющих добавок, которые нивелируют технологические свойства рисовой муки [41, 44]. В качестве подкисляющих добавок предложены сок ананаса (до 12,5% к массе муки) и сок облепихи (до 10% к массе муки), а также внесение части рисовой муки (до 30% к общей массе муки) в виде закваски. В результате в хлебобулочных пшенично-рисовых изделиях отмечено улучшение физико-химических и органолептических показателей качества, повышение пищевой ценности за счет витаминов группы В и минеральных веществ

В США изучали структурные и физико-химические характеристики хлеба из продуктов переработки цельносмолотого зерна риса сортов Кипарис (длиннозерный) и NFD108 (короткозерный): обезжиренных стабилизированных рисовых отрубей и масла рисовых отрубей. При использовании продуктов переработки из короткозерного риса текстура хлеба была более мягкой и нежной, но удельный объем снижался. В целом рисовый хлеб отличался более высокой влажностью и низким удельным объемом по сравнению с пшеничным хлебом. При внесении до 10% продуктов переработки длиннозерного риса отмечено снижение плотности мякиша, образование трещин и ретроградации крахмала. Однако, с помощью дифференциальной сканирующей калориметрии установлено, что показатель ретроградации рисового хлеба при хранении в течение недели отличается нестабильностью, что, по мнению авторов, говорит о возможной непригодности рисового хлеба для приготовления бутербродов [8, 92].

В Алматинском технологическом университете предложена технология хлеба с добавлением муки рисовой дробленки в составе комбинированной полиштаммовой закваски. Закваску готовили путем соединения одной части муки рисовой дробленки и двух–трех частей теплой воды, тщательно перемешивали и подвергали ферментации при комнатной температуре до достижения конечной кислотности 11 – 12 град. Далее проводили выпечки хлеба с 5 – 25% (с шагом 5%) комбинированной полиштаммовой закваски. Установлено, что пшеничный хлеб с

5–15% комбинированной полиштаммовой закваски отличался высокими вкусовыми и физико-химическими показателями качества по сравнению с контрольной пробой хлеба. При добавлении 20–25% комбинированной полиштаммовой закваски образцы хлеба уже отличались темным цветом мякиша, слишком коричневой коркой и ухудшением физико-химических показателей. По мнению авторов, рекомендуемая дозировка комбинированной полиштаммовой закваски, способствующей улучшению качества хлеба и повышению его пищевой ценности, является 15% к общей массе муки [76].

В Пакистане разработана технология пшеничного хлеба с частичной заменой муки обезжиренными рисовыми отрубями в количестве 5%, 10%, 15% и 20% к общей массе муки. Максимальная дозировка отрубей значительно увеличила содержание пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов в готовом продукте, но при этом ухудшились органолептические и потребительские характеристики. Оптимальная дозировка обезжиренных рисовых отрубей, способствующая получению пшеничного хлеба хорошего качества и повышенной пищевой ценности, является 5% [49].

В Японии для улучшения качества хлеба и придания ему функциональных свойств пшеничную муку частично заменяли на муку из бурого риса либо на муку из пророщенного бурого риса (от 10% до 30%). Установлено, что при увеличении количества заменяемой любой рисовой муки тесто становится вязким и липким, снижается удельный объем готового хлеба, но замедляется ретроградация крахмала. Оптимальная дозировка муки из пророщенного бурого риса, положительно влияющая на качественные показатели и пищевую ценность хлеба, составляет 20% к массе муки [52].

В Алтайском государственном техническом университете имени И. И. Ползунова изучена перспектива внесения от 1% до 10% рисового экструдата в хлебные изделия из пшеничной муки для улучшения их пищевой природы. Установлено, что при замене хлебопекарной пшеничной муки первого сорта 5% рисового экструдата увеличивается объем формового хлеба, его пористость, однако незначительно снижается формоустойчивость подовых изделий. Такие показатели хлеба сохраняются и при замене пшеничной муки 7% рисового

экструдата, свыше указанной дозировки наблюдается заметное ухудшение показателей качества пшеничного хлеба.

Отмечено, что использование 5 – 7% рисового экструдата способствует значительному улучшению пищевой ценности пшеничного хлеба и повышению содержания в нем от 2% до 23% пищевых волокон, витамина В₁, натрия, кальция, марганца, фосфора и железа [42].

Авторами [53] разработан хлебопекарный улучшитель из пророщенного зерна риса (солода), способствующий сохранению оптимальных органолептических и физико-химических показателей качества хлебобулочных изделий из пшеничной муки с крепкой клейковиной.

В Казахстане для обогащения хлебобулочных изделий пищевыми волокнами предложена рисовая шелуха, состоящая из целлюлозы, лигнина, пентозанов, макро- и микроэлементов. Для этого просеянную, промытую и высушенную рисовую шелуху заливали 5% азотной кислотой в соотношении 1:(3–7). Через 12–14 ч состав кипятили в течение 3 часов, охлаждали до комнатной температуры и промывали водой до рН 7. После высушивания рисовую шелуху выщелачивали 10%-м раствором гидроксида натрия с последующей тщательной промывкой водой до нейтральной среды. Обработанную и высушенную рисовую шелуху на лабораторной мельнице измельчали в муку с размером частиц не более 1мм. Полученный таким образом новый продукт – энтеросорбирующие пищевые волокна, вносили в рецептуру хлеба. Тесто готовили безопарным способом из хлебопекарной пшеничной муки в/с, энтеросорбирующих пищевых волокон дозировкой 5–7% к общей массе муки и остального сырья по рецептуре. Установлено, внесение энтеросорбирующих пищевых волокон не ухудшает органолептические и физико-химические показатели готового хлеба. Форма подовых изделий не расплывалась, поверхность без крупных трещин и подрывов с небольшими вкраплениями внесенной добавки, цвет корки светло-коричневый, вкус свойственный, без хруста, что говорит о качественном помоле рисовой шелухи. Расчетным путем установлено, что внесение энтеросорбирующих пищевых волокон из рисовой шелухи увеличивает пищевую ценность готовых изделий и

способствует полному удовлетворению суточной потребности человека в пищевых волокнах [4].

Авторами [55] изучена возможность использования дробленой муки риса в технологии хлебобулочных изделий в количестве 5 – 20 к массе пшеничной муки. Дробленую муку риса предложено вносить в трех вариантах: в сухом виде, в виде заварки и в виде осахаренной заварки. Установлено, что использование дробленой муки в сухом виде положительно сказывается на качестве хлеба только при дозировке до 5%, а дробленую муку риса в виде заварки можно вносить до 20% без ухудшения показателей качества готовых изделий. Оптимальным способом тестоведения в этом случае авторы считают безопасный.

В последнее время зерно риса и продукты его переработки активно используются в разработке и расширении ассортимента безглютеновых продуктов питания для больных целиакией. Рисовая мука или крахмал являются основами безглютеновых смесей для выпечки, кондитерских или макаронных изделий.

В Ирландии для сохранения качества безглютенового хлеба из муки коричневого риса использовали для заквашивания опары два штамма бактерий: *Pediococcus pentosaceus* как окисляющую культуру и *Enterococcus faecalis* как восстанавливающую. Закваску готовили на основе гречневой муки, воды и вышеуказанных стартерных культур, ферментацию проводили от 8 до 24 ч. Далее на закваске готовили опару, замешивали тесто из муки коричневого риса и выпекали хлеб. В качестве контроля была рецептура хлеба из гречневой муки с добавлением глутатиона (3 ммоль/л теста). Отмечено, что внесение заквасок (как подкислителей) в технологию безглютенового хлеба из муки коричневого риса способствовало повышению эластичности мякиша и увеличению размеров его пор. Таким образом, стартерные культуры положительно влияют на жизнедеятельность дрожжей, интенсифицируя процессы газообразования и кислотонакопления в тесте [50].

В Кубанском государственном аграрном университете имени И. Т. Трубилина разработаны хлебобулочные изделия функционального назначения и безглютеновые мучные кондитерские изделия с использованием мучки

рисовой. Авторами экспериментальным путем установлено, что добавление 15% мучки из зерна риса в простую рецептуру хлеба белого из пшеничной муки оказывает положительное влияние на активность дрожжевых клеток и реологические свойства теста. Также определены оптимальные режимы тестоведения путем внесения мучки из зерна риса в охлажденный дрожжевой полуфабрикат. Разработаны рецептуры безглютенового сахарного печенья с оптимальными физико-химическими и органолептическими показателями качества на основе мучных композитных смесей, содержащих кукурузный крахмал, кукурузную муку и до 50% рисовую мучку [7].

В Кубанском государственном технологическом университете исследовали качество безглютеновых хлебобулочных изделий на основе рисовой муки с добавлением полуобезжиренной льняной муки. Отмечено, что добавление 6% полуобезжиренной льняной муки не приводит к ухудшению органолептических и физико-химических показателей качества безглютенового рисового хлеба [9].

Известен способ производства безглютенового хлеба с использованием бесклейковинной смеси, которая состоит из крахмала кукурузного, рисовой муки, соевого белка, соли, сахара-песка, пищевых цитрусовых волокон, лецитина и рябинового порошка. Безглютеновый хлеб отличается повышенной пищевой ценностью, улучшенными структурно-механическими и органолептическими свойствами, микробиологической стойкостью при хранении [65].

1.4 Технологические решения в производстве хлебобулочных изделий с низким содержанием клейковины

Согласно цели работы, посвященной разработке рецептур и технологии хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности с применением продуктов переработки риса, технологические решения заключаются в сохранении и улучшении качества готовых изделий с низким содержанием клейковины.

Исходя из литературных данных подраздела 1.3, до 20% пшеничной муки может быть заменена на продукты переработки зерна риса: рисовую муку, отруби, мучку, экструдаты, не содержащие клейковинных белков и снижающие тем самым общее количество клейковины в готовых хлебобулочных изделиях. Хлебобулочные изделия с низким содержанием клейковины отличаются пониженным объемом, расплывчатой формой, бледноватой коркой, плотным мякишем с неравномерной пористостью. Светлая окраска корочки объясняется недостаточным количеством в тесте продуктов протеолиза – аминокислот для реакции меланоидинообразования с восстанавливающими сахарами и образования темноокрашенных комплексов меланоидинов. Тесто плохо удерживает влагу, отличается низкой водопоглотительной и газодерживающей способностью: под действием углекислого газа, продуцирующегося дрожжами, оно быстро поднимается, затем опадает и уже не восстанавливает свой первоначальный объем, процессы кислотонакопления идут очень медленно.

Учитывая это, при производстве хлеба с низким содержанием клейковины при замене части пшеничной муки бесклейковинным сырьем рекомендуется использовать приемы, методы и средства усиления физических и коллоидных процессов (набухания клейковины), позволяющие улучшить реологические свойства теста, усилить, но при этом сократить продолжительность его брожение для получения разрыхленного мякиша с равномерной пористостью и повышенным объемом хлеба. Для этого рекомендуются применять следующие технологические приемы:

- безопасный или ускоренный способ приготовления теста, а также по интенсивной «холодной» технологии;
- внесение заквасок (пшеничных, КМКЗ);
- увеличение количества дрожжей или предварительная их активация;
- сокращение продолжительности брожения;
- использование улучшителей целевого назначения, повышающих гидратационную способность клейковины, ее растяжимость, увеличивающие газообразующую способность теста и регулирующие кислотонакопление: гидроколлоиды, сухая пшеничная клейковина, органические кислоты

(аскорбиновая кислота), хлебопекарные улучшители: Бротмайстер, Мажимикс голубой, фиолетовый или золотой и т.д.

В Ирландии для улучшения качества хлеба, не содержащего белков клейковины, и замедления процессов черствения предложено внесение в тесто или закваску молочнокислые бактерии для интенсификации кислотонакопления. Из трех штаммов бактерий *Lactobacillus plantarum* 2115KW, *L. Plantarum* FST 1.11, *L. Sanfranciscensis* TMW 1.52 инкубировали при температуре 20°C в течение суток закваску для безглютенового хлеба из муки коричневого риса, гречихи, сои и кукурузного крахмала. Контрольные образцы хлеба готовили без подкисления и подкисленные химически. Безглютеновый хлеб хранили при температуре 21°C в течение 5 суток в условиях модифицированной газовой среды (60% азота и 40% углекислого газа). Установлено, что при внесении молочнокислых заквасок процесс черствения хлеба замедлялся, улучшалась структура мякиша, сохранялась форма изделий, по сравнению с контролем, улучшение заметно даже по сравнению с контролем химически подкисленным [51].

В Уральском государственном экономическом университете изучены перспективы применения гидроколлоида-стабилизатора микробного происхождения ксантановой камеди в производстве безглютеновых продуктов. Установлена оптимальная дозировка добавки-гидроколлоида равная 0,5% к массе безглютеновой смеси рисовой, кукурузной и соевой муки для сохранения необходимых структурно-механических свойств теста безглютенового продукта [61].

В Северо-Кавказском Федеральном университете предложено использовать молочную творожную сыворотку (активной кислотности рН 4,4) для улучшения структурно-механических свойств модельных тестовых систем из рисовой, нутовой, амарантовой и льняной муки. По мнению авторов, целесообразность использования молочной сыворотки заключается в ее способности удерживать активные группы крахмала, снижать активность ферментов и замедлять процесс ретроградации крахмала.

Аглютеную модельную систему теста из рисовой муки составили с полной или частичной заменой питьевой воды на подсырную молочную сыворотку при соотношениях 100 : 0; 80 : 20; 70 : 30; 50 : 50; 30 : 70; 20 : 80 и 0 : 100. Система тестирования контрольного образца состояла из муки пшеничной хлебопекарной и питьевой воды. В результате изучения деформации поведения модельной тестовой системы установлено, что замена воды на молочную сыворотку в соотношении 70:30 положительно влияет на упруго-пластичные свойства.

Такой результат объясняется повышенной автолитической активностью муки зерна риса и особенностью строения крахмальных зерен в совокупности с соотношением амилозы и амилопектина. Внесение молочной творожной сыворотки заданной кислотности повышает кислотность теста и ограничивает процесс образования декстринов, что приводит к улучшению пептизации протеина. Полная замена воды на молочную сыворотку отрицательно скажется на структурно-механических свойствах модельной тестовой системы за счет уменьшения упругости и излишней пластичности теста. В этом случае в результате активного кислотонакопления запустится процесс кислотного гидролиза крахмала.

Так как адгезия является главной характеристикой при формировании и замесе безглютенового теста, то авторами также было изучено адгезионное напряжение модельной тестовой системы с рисовой мукой. Авторами выявлено, что молочная сыворотка снижает адгезию тестовой системы с рисовой мукой в среднем на 38%. Такой результат может быть связан с особенностями углеводного и белкового комплекса рисовой муки и образованием непрерывной структуры теста [56].

Таким образом, при производстве пшеничного хлеба с низким содержанием клейковины и замене части пшеничной муки бесклейковинным сырьем необходимо регулировать режимы технологических процессов, способы приготовления теста, а также использовать добавки, обеспечивающие производство хлеба высокого качества.

2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Организация работы и схема проведения исследований

Экспериментальные работы проводились в период с 2016 по 2021 гг. на кафедре технологии хранения и переработки растениеводческой продукции факультета перерабатывающих технологий КубГАУ им. И. Т. Трубилина. Часть экспериментальных исследований выполнена в испытательной лаборатории «Центр качества пищевой продукции» НИИ «Биотехнологии и сертификации пищевой продукции» (г. Краснодар) и ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко» (г. Краснодар).

Структурная схема исследований представлена на рисунке 6 и состоит из 7 последовательных взаимосвязанных этапов.

На первом этапе представлен обзор литературы по теме исследований. Проведено обобщение многолетних научных статей, сообщений, патентов отечественных и зарубежных авторов по объемам производства зерна риса в мире; сортам риса, возделыванию его в России, ботаническое описание, химический состав, а также использованию зерна риса и рисопродуктов в производстве хлебобулочных изделий.

На втором этапе научно обоснована целесообразность использования зерна риса и рисопродуктов в производстве хлебобулочных изделий.

На третьем этапе исследованы характеристики муки риса, муки рисовой и кукурузной, включающие химический, аминокислотный, жирнокислотный и углеводный состав, витаминный и минеральный состав, показатели безопасности.

На четвертом этапе обоснован состав композитной смеси, состоящий из рисовой муки, муки рисовой и кукурузной для приготовления хлеба, обладающего повышенной пищевой и биологической ценностью. Соотношение компонентов смеси установлено экспериментально и подтверждено математическим путем с использованием современных пакетов прикладных программ.

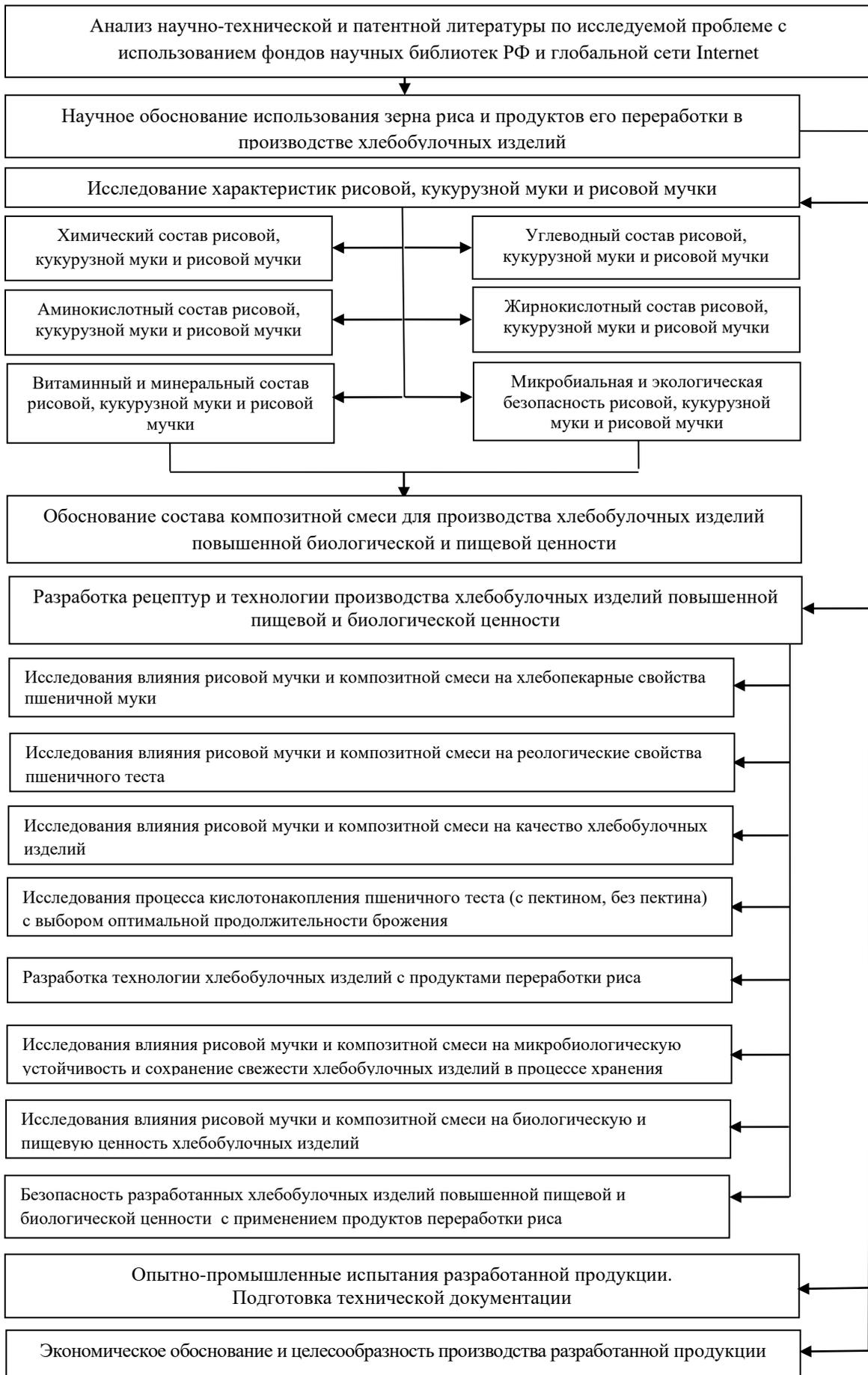


Рисунок 6 – Структурная схема исследований

На пятом этапе разработаны рецептурные составы и технологии приготовления хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности с применением рисопродуктов и муки кукурузной. Исследовано влияние мучки риса и мучной композитной смеси на хлебопекарные свойства пшеничной муки. Определена оптимальная дозировка мучки риса в рецептуре хлебобулочных изделий. Изучено влияние рисовой мучки и композитной смеси на реологические свойства теста пшеничного на фаринографе Брабендера и альвеографе Шопена. Исследовано влияние рисовой мучки и композитной смеси на качество хлебобулочных изделий путем пробных лабораторных выпечек с органолептической и физико-химической оценкой качества готовой продукции. Изучена динамика кислотонакопления и разработаны технологические режимы приготовления теста с оптимальным временем брожения. Исследовано влияние рисовой мучки и композитной смеси на микробиологическую устойчивость и сохранение свежести хлебобулочных изделий в период хранения. Разработаны рецептуры и технология производства хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности с рисовой мучкой и на основе композитной смеси с использованием пектина. Установлена безопасность разработанных хлебобулочных изделий.

На шестом и седьмом этапах проведены опытно-промышленные испытания, включающие выпечку хлебобулочных изделий. Разработана техническая документация, рассчитан ожидаемый экономический эффект от внедрения разработанных рецептур и технологических режимов производства хлебобулочных изделий.

2.2 Характеристика объектов исследований

Объектами исследований являлись образцы рисовой мучки, отобранные на рисоперерабатывающих заводах Краснодарского края: ООО АФ Приволье (г. Славянск-на-Кубани), ООО ТПП Континент (г. Славянск-на-Кубани), ООО «Кубанская крупяная компания» (с. Львовское, Северский район).

Показатели качества образцов рисовой мучки представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Показатели качества образцов рисовой муки, отобранных на различных предприятиях крупяной промышленности

Показатели качества	Рисовая мука		
	Образец 1 Завод «Приволье»	Образец 2 Завод «Континент»	Образец 3 ООО «Кубанская крупяная компания»
Органолептические показатели			
Цвет	Светловато-кремовый	Светловато-кремовый	Светловато-кремовый
Запах	Свойственный рисовой муке, без затхлого и других пост. запахов	Свойственный рисовой муке, без затхлого и других пост. запахов	Свойственный рисовой муке, без затхлого и других пост. запахов
Вкус	Свойственный рисовой муке, не имеет посторонних привкусов	Свойственный рисовой муке, не имеет посторонних привкусов	Свойственный рисовой муке, не имеет посторонних привкусов
Зараженность и загрязненность вредителями	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены
Крупность, остаток на сите с отверстиями диаметром 1,5мм, в т.ч. содержание целого и дробленого ядра	5,3	5,2	5,0
	0,2	0,3	0,2
Физико-химические показатели			
Массовая доля влаги, %	13,5	13,3	13,2

Учитывая, что рисовая мука характеризуется высокой активностью ферментов липазы и липоксигеназы, которые приводят к гидролитической и окислительной порче содержащихся в ней липидов, осуществляли стабилизацию муки путем ее обработки ИК-излучением в сушилке «Универсал-СД-4-40R» при температуре в зоне сушки 80 °С, времени обработки 6 мин. при толщине слоя муки не более 3 мм и плотности лучистого потока $E=28 \text{ кВт/м}^2$, что позволяет максимально инактивировать указанные ферменты [7].

Обработка рисовой муки ИК-излучением в течение 6 мин при температуре 80 °С позволила стабилизировать кислотное число липидов рисовой муки на уровне 4,5 мг КОН/г в течение 30 суток. При более длительном хранении происходил рост кислотного числа.

В работе были использованы три образца муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта, показатели качества которых приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Органолептические и физико-химические показатели качества муки пшеничной хлебопекарной

Показатели качества	Пшеничная мука		
	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Органолептические показатели			
Цвет	Белый	Белый	Белый
Запах	Свойственный пшеничной муке, не имеет посторонних запахов, затхлости и плесени	Свойственный пшеничной муке, не имеет посторонних запахов, затхлости и плесени	Свойственный пшеничной муке, не имеет посторонних запахов, затхлости и плесени
Вкус	Свойственный пшеничной муке, не имеет посторонних привкусов, не кислый, не горький	Свойственный пшеничной муке, не имеет посторонних привкусов, не кислый, не горький	Свойственный пшеничной муке, не имеет посторонних привкусов, не кислый, не горький
Наличие минеральных примесей	При разжевывании образца хруст не ощущался	При разжевывании образца хруст не ощущался	При разжевывании образца хруст не ощущался
Зараженность вредителями	Вредители не обнаружены	Вредители не обнаружены	Вредители не обнаружены
Физико-химические показатели			
Массовая доля влаги, %	13,1	13,0	13,3
Массовая доля золы в пересчете на сухое вещество, %	0,51	0,53	0,54
Белизна, у.е. прибора РЗ-БПЛ	58	61	63
Массовая доля клейковины, %	27,8	28,3	28,1
Качество сырой клейковины, ед. прибора ИДК	68	70	65

Выявлено, что пшеничная мука по органолептическим показателям удовлетворяет требованиям ГОСТ 26574–2017 [12]. Физико-химические показатели качества исследуемых проб муки соответствовали муке

пшеничной хлебопекарной высшего сорта. Отмечено, что все образцы муки содержат в среднем около 28,0% сырой клейковины хорошего качества (I группа по шкале ИДК).

Органолептические и физико-химические показатели качества образцов муки рисовой и кукурузной приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Органолептические и физико-химические показатели качества рисовой и кукурузной муки

Показатели качества	Кукурузная мука		Рисовая мука	
	Образец 1	Образец 2	Образец 1	Образец 2
Органолептические показатели				
Цвет	Желтый	Желтый	Белый	Белый
Запах	Свойственный кукурузной муке, не имеет посторонних запахов, затхлости и плесени	Свойственный кукурузной муке, не имеет посторонних запахов, затхлости и плесени	Свойственный рисовой муке, не имеет посторонних запахов, затхлости и плесени	Свойственный рисовой муке, не имеет посторонних запахов, затхлости и плесени
Вкус	Свойственный кукурузной муке, не имеет посторонних привкусов, не кислый, не горький	Свойственный кукурузной муке, не имеет посторонних привкусов, не кислый, не горький	Свойственный рисовой муке, не имеет посторонних привкусов, не кислый, не горький	Свойственный рисовой муке, не имеет посторонних привкусов, не кислый, не горький
Наличие минеральных примесей	При разжевывании хруст не ощущался	При разжевывании хруст не ощущался	При разжевывании хруст не ощущался	При разжевывании хруст не ощущался
Зараженность вредителями	Вредители не обнаружены	Вредители не обнаружены	Вредители не обнаружены	Вредители не обнаружены
Физико-химические показатели				
Массовая доля влаги, %	13,7	13,6	11,4	11,8
Зольность в пересчете на сухое вещество, %	0,81	0,83	–	–
Кислотность, град	–	–	1,8	1,8

Отмечено, что образцы муки кукурузной по органолептическим показателям соответствовали ГОСТ 14176 – 69 [14]. По зольности исследуемые образцы кукурузной муки соответствовали тонкому помолу (согласно ГОСТ 14176–69, зольность не более 0,9% для кукурузной муки тонкого помола).

Для проведения научных исследований использовали также следующее сырье: дрожжи хлебопекарные прессованные ГОСТ Р 54731–2011 [16], соль пищевую ГОСТ Р 51574–2018 [15] и воду питьевую [69].

2.3 Методы определения показателей качества объектов исследований

Различные показатели качества объектов исследований определяли с помощью общепринятых органолептических, физико-химических, реологических и микробиологических методов, используя современные приборы.

Такие органолептические показатели, как цвет, вкус, запах в рисовой, пшеничной и кукурузной муке, рисовой мучке определяли, используя ГОСТ 27558–87 «Мука и отруби. Методы определения цвета, вкуса и хруста (с изменениями №1)» [19]. Массовую долю влаги (влажность) в муке рисовой, пшеничной хлебопекарной и кукурузной, рисовой мучке определяли согласно ГОСТ 9404–88 «Мука и отруби. Метод определения влажности (с изменениями №1)» [20]. Массовую долю золы в муке рисовой, пшеничной хлебопекарной и кукурузной, рисовой мучке определяли по ГОСТ 27494–87 «Мука и отруби. Метод определения зольности (с изменениями №1)» [21]. Зараженность вредителями хлебных запасов в муке рисовой, пшеничной хлебопекарной и кукурузной, рисовой мучке определяли согласно ГОСТ 27559–87 «Мука и отруби. Метод определения зараженности и загрязненности вредителями хлебных запасов (с изменениями №1)» [22]. Белизну муки пшеничной хлебопекарной определяли на приборе РЗ – БПЛ, используя ГОСТ 26361–84 «Мука. Метод определения белизны (с изменениями 1–4)» [23].

Количество и качество клейковинных белков муки пшеничной (как контрольного образца), муки пшеничной с добавлением рисовой муки и композитной смеси определяли путем отмывания ее из теста вручную с дальнейшим измерением ее упруго-эластичных свойств согласно ГОСТ 27839 – 88 «Мука пшеничная. Метод определения количества и качества клейковины (с изменениями №1, 2)» [24].

Содержание токсичных элементов определяли, используя нижеприведенные нормативные документы: свинец и кадмий – по ГОСТ 30178–96 «Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных веществ», мышьяк – по ГОСТ 31628–2012 «Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперический метод определения концентрации мышьяка (с Поправкой)», ртуть по ГОСТ Р 53183–2008 «Определение ртути методом атомно-абсорбционной спектроскопии холодного пара с предварительной минерализацией пробы под давлением» [36–38].

Микотоксины: дезоксиниваленол и зеараленон, продуцируемые плесневыми грибами зерновых культур и являющиеся биологическими контаминантами, выявляли согласно МУ 5177–90 п. 2.2 и п. 2.3 [58]. Пестициды: ГХЦГ и его изомеры, ДДТ и его метаболиты, используемые для борьбы с вредителями и болезнями зерновых культур, определяли по МУ 2143–80 [58, 59].

Микробиологические показатели безопасности рисовой муки, муки рисовой и кукурузной муки, хлебобулочных изделий определяли согласно ГОСТ 10444.15–94 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов», ГОСТ 10444.12–2003 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов», ГОСТ 31747–2012 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (полиформных бактерий)», ГОСТ 31659–2012 «Метод выявления бактерий рода *Salmonella*» [25–28].

Полученные результаты оценки показателей безопасности сырья и готовой продукции сравнивали с нормами, приведенными в Техническом

регламенте Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [73].

Характеристики рисовой мучки, муки рисовой и кукурузной определяли, используя общепринятые методики:

– количество белка по ГОСТ 10846–91 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка» путем минерализации мучки риса, муки рисовой или кукурузной $0,05 \text{ моль/дм}^3 \text{ H}_2\text{SO}_4$ в присутствии катализатора (мелкозернистого порошка смеси сернокислой меди и сернокислого калия) с образованием сульфата аммония, далее разрушением сульфата аммония щелочью (NaOH) с выделением аммиака (NH_3), отгонке его водяным паром в раствор серной или борной кислоты с последующим титрованием [29];

– количество крахмала согласно ГОСТ 10845–98 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала» поляриметрическим методом [30];

– количество клетчатки согласно ГОСТ ISO 6865–2015 «Корма для животных. Метод определения содержания сырой клетчатки» с уточнением, что настоящий стандарт также распространяется на злаковые и бобовые [31];

– количество жира согласно ГОСТ ISO 11085–2016 «Корма, зерно и продукты его переработки. Определение содержания сырого и общего жира методом экстракции Рэндалла» [32]. Стандарт не распространяется на семена и плоды масличных культур и предполагает выбор метода определения в зависимости от природы и состава анализируемого материала: метод А и В.

Аминокислотный состав белков рисовой мучки, муки рисовой и кукурузной, хлебобулочных изделий определяли на модульном аминокислотном анализаторе KNAUER. Общее количество белка определяли с помощью УФ-спектрофотометрии из-за наличия трех ароматических аминокислот (триптофана, тирозина и фенилаланина), которые часто содержатся в небольшом количестве в белках. Остальные 19 аминокислот, которые являются неароматическими, не могут быть обнаружены с помощью УФ-спектрофотометрии. Поэтому перед детекцией проводили дериватизацию – то есть прививали дополнительные функциональные группы, которые могут быть детектированы в УФ-спектре.

Содержание жирных кислот в липидах рисовой муки и кукурузной муке определяли, используя газохроматографический анализ на хроматографе Agilent-6890.

Качественный и количественный состав витаминов, макро- и микроэлементов в рисовой муке, муке рисовой и кукурузной определяли, используя ВЭЖХ, на жидкостном хроматографе «ЛЮМАХРОМ» с различными видами детектирования.

Такие реологические свойства теста с рисовой мукой и на основе композитной смеси, как водопоглотительная способность (ВПС), время образования и устойчивости теста, степень его разжижения определяли по ГОСТ ISO 5530–1–2013 «Мука пшеничная. Физические характеристики теста. Часть 1. Определение водопоглощения и реологических свойств с применением фаринографа» [33].

Физические характеристики теста – сила муки и упругость определяли по ГОСТ Р 51415–99 (ИСО 5530–4–91) Мука пшеничная. Физические характеристики теста. Определение реологических свойств с применением альвеографа. Сущность метода заключается в замесе теста из 250 г пшеничной муки (с рисопродуктами и кукурузной мукой) и определенного объема NaCl (хлористый натрий), взятого исходя из влажности муки (по массе). Через 28 мин. после замеса теста приступают к испытаниям. Результаты испытаний отражаются в виде 5 кривых, значение показателей которых с помощью пересчетов и формул показывают оценку свойств теста [34].

Пробные лабораторные выпечки хлебобулочных изделий осуществляли, используя ГОСТ 27669 – 88 «Мука пшеничная хлебопекарная. Метод пробной лабораторной выпечки» с последующей оценкой качества продукции по органолептическим показателям, формового и подового хлеба – по объемному выходу и формоустойчивости соответственно [35].

Органолептические показатели готовых хлебобулочных изделий определяли сенсорным методом по балльной шкале с построением профиллограмм качества [10, 47]. Объем выпеченного формового хлеба

определяли с помощью измерителя марки РЗ-БИО, формоустойчивость – как отношение высоты к диаметру подового хлеба.

Физико-химические показатели качества выработанной продукции определяли в соответствии с ГОСТ 5670–96 «Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности», ГОСТ 5669–96 «Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости» [17, 18].

Крошковатость мякиша хлебобулочных изделий определяли методом Ройтера, сжимаемость мякиша – расчетным путем отношения разницы измеренной высоты образцов мякиша до и после воздействия нагрузки (гирьки массой 500, 1000 и 1500 г) к исходной высоте образца до прикладывания нагрузки.

Степень удовлетворения физиологических потребностей в основных пищевых веществах при потреблении в пищу 250 г хлебобулочных изделий определяли расчетным путем согласно МР 2.3.1.2432 – Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации [60, 72].

3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

3.1. Исследование характеристик рисовой муки, муки рисовой и кукурузной

3.1.1 Химический состав рисовой муки, муки рисовой и кукурузной

Для определения возможности использования рисовой муки, муки рисовой и кукурузной в производстве хлебобулочных изделий исследовали химический состав опытных образцов кубанских крупяных заводов «Приволье», «Континент», «Кубанская крупяная компания» по содержанию основных пищевых веществ.

Результаты исследований в сравнении с химическим составом муки пшеничной хлебопекарной представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Химический состав рисовой муки, муки рисовой, кукурузной и пшеничной хлебопекарной

Наименование сырья	Значение показателя, %					
	Белок	Липиды	Крахмал	Клетчатка	Моно- и дисахариды	Зола
Мука рисовая, завод «Приволье»	12,8	10,9	42,1	7,8	5,4	5,9
Мука рисовая, завод «Континент»	12,9	10,8	42,0	8,0	5,5	6,0
Мука рисовая, «Кубанская крупяная компания»	12,7	10,7	42,3	8,1	5,5	5,8
Мука кукурузная (образец 1, гибрид Белозерный 300)	10,9	1,5	68,7	2,9	1,5	0,8
Мука рисовая (образец 1)	6,5	1,0	77,8	2,4	0,2	0,6
Мука пшеничная хлебопекарная высший сорт (образец 2)	10,6	1,3	70,6	2,5	1,2	0,7

В результате анализа данных таблицы 15 отмечено, что химический состав рисовой мучки, рисовой и кукурузной муки имеет существенные отличия, как между собой, так и по сравнению с мукой пшеничной хлебопекарной.

Наибольшее количество белка обнаружено в рисовой мучке (завод «Континент») (12,9%), а наименьшее – в рисовой муке (6,5%). Мука кукурузная, выработанная из гибрида Белозерный 300, также отличается высоким содержанием белка (10,9%). Отмечено, что содержание липидов в рисовой мучке (завод «Континент») в 7,2, 8,3 и 10,8 раз выше, чем в муке кукурузной, пшеничной высшего сорта и рисовой. Однако, в рисовой муке содержание крахмала на 9,3%, 11,7% и 45,6% выше, чем в муке пшеничной хлебопекарной высшего сорта, муке кукурузной и в рисовой мучке (завод «Континент»).

Повышенное содержание клетчатки и зольных элементов в рисовой мучке (завод «Континент») по сравнению с мукой кукурузной (в 2,75 и 7,4 раза), пшеничной хлебопекарной высшего сорта (в 3,2 и 8,6 раз) и рисовой (в 3,3 и 10 раз) вероятно объясняется присутствием таких технологических операций, как шелушение и шлифование, когда в мучке остается существенное количество плодовых и семенных оболочек. Что касается моно- и дисахаридов, то здесь стоит отметить их многократное преобладание в рисовой мучке (завод «Континент») (5,5%) по сравнению с мукой рисовой (0,2%) – в 27,5 раз, пшеничной хлебопекарной высшего сорта (1,2%) – в 4,6 раза, кукурузной (1,5%) – в 3,8 раза, что создает предпосылки для дальнейшего изучения качественного состава моно- и дисахаридов в рисовой мучке.

Таким образом, компонентный состав рисовой мучки отличается высоким содержанием основных пищевых веществ. Сравнительный анализ химического состава муки рисовой и кукурузной с мукой пшеничной хлебопекарной высшего сорта показал, что рисовая мука отличается высоким содержанием крахмала, способного, согласно литературным данным, легко усваиваться, а кукурузная мука – содержанием белка, липидов, клетчатки и

золы, что в целом формирует предпосылки их совокупного применения с мучкой риса в виде мучных композитных смесей для повышения пищевой и биологической ценности хлебобулочных изделий.

3.1.2. Аминокислотный состав белков рисовой мучки, муки рисовой и кукурузной

Для обоснования целесообразности использования рисовой мучки, муки рисовой и кукурузной с аспекта их биологической ценности определяли состав и количество аминокислот белков и их сбалансированность. Результаты аминокислотного анализа белков рисовой мучки, муки рисовой и кукурузной показаны в таблице 16.

Таблица 16 – Качественный и количественный состав аминокислот белков рисовой мучки, муки рисовой и кукурузной, г/100 г белка

Аминокислоты	Мучка рисовая, завод «Приволье»	Мучка рисовая, завод «Континент»	Мучка рисовая, Кубанская крупяная компания	Мука рисовая (образец 1)	Мука кукурузная (образец 1)
1	2	3	4	5	6
Незаменимые аминокислоты (НАК)					
Лизин	4,98	5,24	5,21	2,24	3,38
Изолейцин	3,97	4,15	4,47	3,25	3,54
Лейцин	7,28	7,47	7,68	6,38	11,76
Треонин	4,14	4,05	4,27	3,54	3,74
Валин	5,18	5,24	5,14	4,67	5,47
Триптофан	1,48	1,47	1,38	0,54	2,22
Метионин	2,31	2,27	2,34	1,97	3,24
Фенилаланин	6,64	6,57	6,37	4,14	5,97
Сумма незаменимых аминокислот	35,98	36,46	36,86	26,73	39,32

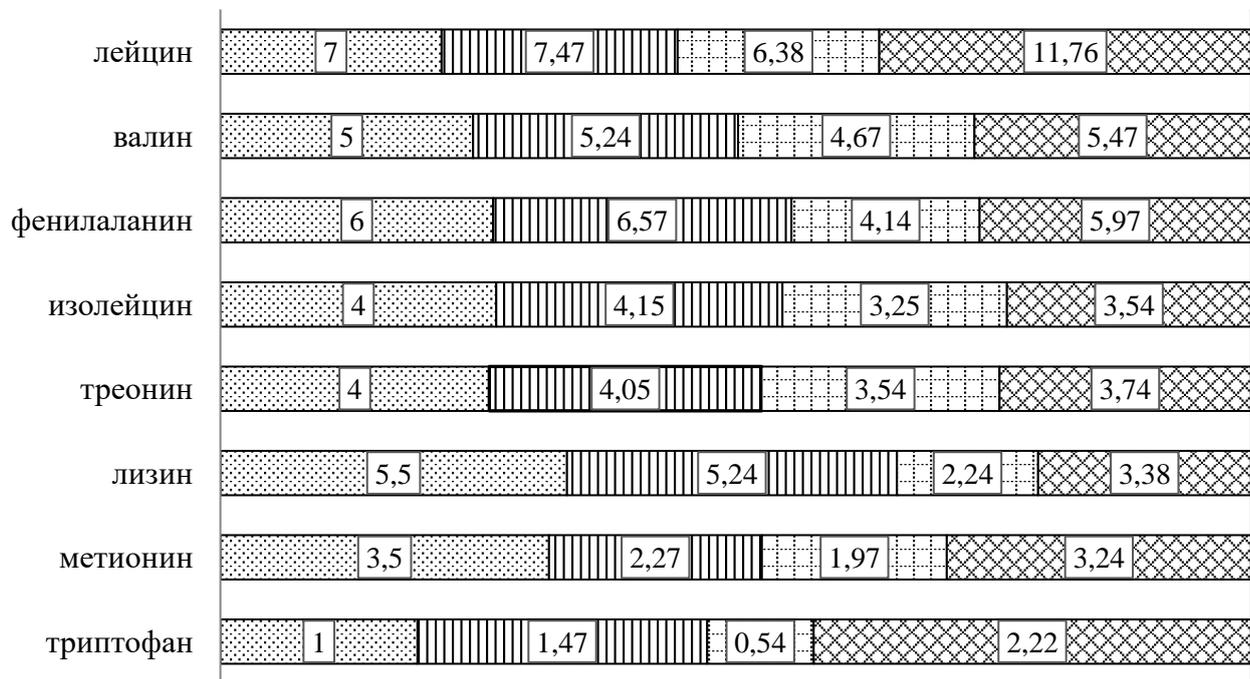
Окончание таблицы 16

1	2	3	4	5	6
Заменяемые аминокислоты (ЗАК)					
Аспарагиновая кислота	9,24	9,04	9,17	10,34	8,19
Глутаминовая кислота	17,44	17,72	17,43	19,81	20,06
Тирозин	3,98	3,74	3,79	4,17	3,11
Цистин	2,34	2,24	2,17	3,85	3,47
Серин	4,47	4,57	4,44	5,17	4,26
Пролин	5,87	5,89	5,99	6,35	5,37
Глицин	3,37	3,27	3,15	3,49	3,48
Аланин	6,48	6,47	6,37	7,32	5,89
Аргинин	8,38	8,26	8,38	9,59	3,51
Гистидин	2,45	2,34	2,25	3,18	3,34
Сумма заменимых аминокислот	64,02	63,54	63,14	73,27	60,68

В результате анализа таблицы 16 установлено, что качественный состав аминокислот белков рисовой, кукурузной муки и рисовой мучки представлен всеми незаменимыми аминокислотами и значительно отличается по их количеству. Установлено, что численно преобладающее содержание НАК приходится на кукурузную муку (39,32 г/100 г белка) только за счет высокого количества одной аминокислоты лейцина, наименьшее – на муку рисовую (26,73 г/100 г белка). Из всех объектов исследований повышенное содержание лизина (как самой дефицитной НАК) отмечено в рисовой мучке, впрочем, как и остальных НАК, по сравнению с мукой рисовой и кукурузной.

Согласно данным таблицы 16, наибольшее количество ЗАК отмечено в рисовой муке: по каждому значению аминокислоты в среднем на 2 – 5%. Также в рисопродуктах (мучка и мука) отмечено высокое содержание аспарагиновой кислоты и аргинина. Содержание аргинина в кукурузной муке практически в 2,5 – 3 раза ниже по сравнению с рисопродуктами.

На диаграмме рисунка 7 представлен сопоставительный анализ качественного и количественного состава аминокислот исследуемых объектов в сравнении с эталонным белком ФАО/ВОЗ.



Содержание незаменимых аминокислот, г/100 г белка

Рисунок 7 – Аминокислотный состав белков рисовой мучки, муки рисовой и кукурузной в сравнении с эталонным белком ФАО/ВОЗ:

▣ идеальный белок; ▨ рисовая мука; ▤ мука рисовая; ▩ мука кукурузная

Анализ диаграммы рисунка 7 показал, что мука рисовая по содержанию всех НАК полностью уступает эталонному белку. В мучке рисовой (завод Континент) следующие незаменимые аминокислоты имеют скор более 100%: триптофан, треонин, изолейцин, фенилаланин, валин и лейцин, т.е. шесть из восьми аминокислот, что является существенным показателем. Из оставшихся двух аминокислот, первой лимитирующей является метионин (АС 64%), далее – лизин (АС 95%). В кукурузной муке триптофан, валин и лейцин имеют скор свыше 100%, содержание фенилаланина и метионина практически не уступает эталонному белку.

Таким образом, аминокислотный состав белков рисовой мучки и муки кукурузной отличается высоким содержанием незаменимых аминокислот, многие из которых не уступают эталонному белку, что создает предпосылки обогащения ими хлебобулочных изделий для повышения биологической ценности.

3.1.3. Жирнокислотный состав липидов рисовой мучки, муки рисовой и кукурузной

Исходя из данных обзора литературы, рисовая мучка отличается высоким содержанием жира, что представляет интерес для дополнительного исследования жирнокислотного состава и обоснования биологической эффективности рисовой мучки. Мука рисовая отличается низким содержанием жира (менее 1%), поэтому жирнокислотный состав липидов муки рисовой не изучался.

Жирнокислотный состав липидов рисовой мучки и муки кукурузной показан в таблице 17.

Таблица. 17 – Жирнокислотный состав липидов рисовой мучки и муки кукурузной

Наименование жирной кислоты (ЖК)	Содержание ЖК, % к общей сумме ЖК	
	мучка риса (завод Континент)	мука кукурузная
Насыщенные жирные кислоты:		
миристиновая (14:0)	0,32	отсутствие
пальмитиновая (16:0)	20,70	13,00
стеариновая (18:0)	1,88	2,53
Общее содержание	22,90	15,53
Мононенасыщенные жирные кислоты:		
пальмитолеиновая (16:1 Δ 9)	0,05	отсутствие
олеиновая (18:1 Δ 9)	41,00	29,48
гондоевая (20:1 Δ 11)	0,67	отсутствие
Общее содержание	41,72	29,48
Полиненасыщенные жирные кислоты:		
линолевая (18:2 Δ 9, 12)	33,64	52,94
γ -линоленовая (18:3 Δ 6, 9, 12)	0,93	2,05
α -линоленовая (18:3 Δ 9, 12, 15)	0,81	отсутствие
Общее содержание	35,38	54,99

Анализ таблицы 17 показал, что жирнокислотный состав липидов рисовой мучки и муки кукурузной представлен насыщенными, мононенасыщенными и полиненасыщенными жирными кислотами.

Установлено, что из насыщенных жирных кислот в липидах муки кукурузной обнаружены стеариновая и пальмитиновая кислоты, тогда как в рисовой мучке присутствует еще небольшое количество миристиновой кислоты. Из насыщенных жирных кислот больше всего обнаружено пальмитиновой ЖК (в рисовой мучке).

Отмечено, что из мононенасыщенных жирных кислот в липидах муки кукурузной обнаружена только олеиновая кислота, тогда как в рисовой мучке присутствуют еще гондоевая и пальмитолеиновая кислоты. Согласно данным таблицы 17, олеиновая кислота фактически составляет общее содержание мононенасыщенных ЖК. Установлено, что из полиненасыщенных жирных кислот в липидах муки кукурузной обнаружены линолевая (52,94%) и γ -линоленовая, тогда как в рисовой мучке присутствует еще и α -изомер линоленовой кислоты.

Таким образом, липиды рисовой мучки и муки кукурузной представлены моно- и полиненасыщенными жирными кислотами, имеющими наибольшую биологическую эффективность и значение для организма человека.

3.1.4 Углеводный состав рисовой мучки, муки рисовой и кукурузной

В представленных в работе объектах исследований углеводы составляют большую часть химического состава. Кроме этого, рисовая мучка, как побочный рисопродукт, содержит частицы оболочек, эндосперма и зародыша. Углеводный комплекс зерна риса изучен достаточно широко, сведений же об углеводном составе побочных рисопродуктов недостаточно.

Углеводный состав рисовой мучки, муки рисовой и кукурузной показан в таблице 18.

Таблица 18 – Углеводный состав рисовой мучки, муки рисовой и кукурузной

Наименование углевода	Содержание, %		
	Рисовая мучка (завод Континент)	Мука	
		рисовая	кукурузная
Сахароза	3,76	0,13	1,10
Фруктоза	0,77	0,04	0,17
Глюкоза	0,97	0,03	0,19
Крахмал	42	77,7	68,7
Клетчатка	8	2,4	2,9
Общее содержание углеводов	55,5	80,3	73,06

Данные таблицы 18 показывают, что углеводный состав рисовой мучки, муки рисовой и кукурузной представлен моно-, ди- и полисахаридами, а также клетчаткой. Главным углеводом во всех представленных объектах исследования является крахмал – сложный полисахарид из смеси амилозы и амилопектина, наибольшее количество которого в муке рисовой (77,7%), наименьшее – в рисовой мучке (42%).

Количественный углеводный состав муки рисовой отличается контрастом: максимальным содержанием крахмала и минимальным содержанием остальных компонентов, что позволяет охарактеризовать муку рисовую как крахмальный продукт. Количественный углеводный состав рисовой мучки контрастирует в обратном: минимальное содержание крахмала и максимальное содержание остальных компонентов, особенно клетчатки, которой в 2,75 и 3,33 раза больше, чем в муке кукурузной и рисовой соответственно. На фоне проведенного сравнительного анализа количественного углеводного состава рисовой мучки и муки рисовой можно отметить лишь то, что углеводный состав муки кукурузной занимает промежуточное положение.

3.1.5 Витаминный и минеральный состав рисовой мучки, муки рисовой и кукурузной

Известно, что при переработке зерна риса в мучке может содержаться некоторое количество витаминов и минеральных веществ, находящихся в

плодовой оболочке, алейроновом слое и зародыше зерна. Поэтому, в первую очередь представляет интерес изучить витаминный и минеральный состав рисовой мучки.

Результаты исследований качественного и количественного состава витаминов, макро- и микроэлементов рисовой мучки, муки рисовой и кукурузной представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Витаминный и минеральный состав рисовой мучки, муки рисовой и кукурузной

Наименование микронутриента	Содержание микронутриента в 100 г		
	рисовая мучка (завод Континент)	мука	
		рисовая	кукурузная
Витамины, мг			
витамин В ₁ (тиамин)	2,76	0,14	0,35
витамин В ₂ (рибофлавин)	0,32	0,02	0,13
витамин В ₅ (пантотеновая к-та)	7,39	0,82	0,24
витамин В ₆ (пиридоксин)	23,60	0,44	0,18
витамин РР (никотиновая к-та)	42,10	2,59	3,00
витамин Е	4,92	0,11	0,60
Макроэлементы, мг			
калий(К)	1385	76	147
кальций (Са)	57	10	20
магний (Mg)	781	35	30
фосфор (P)	1677	98	109
Микроэлементы, мкг			
железо (Fe)	13,98	0,35	2,70
цинк (Zn)	6,9	0,8	0,66
марганец (Mn)	5,12	1,2	0,174
медь (Cu)	1690	130	76
селен (Sn)	15,6	15,1	10,5

В результате анализа таблицы 19 установлено, что витаминный и минеральный состав рисовой мучки, муки рисовой и кукурузной отличается. Отмечено, что в муке рисовой и кукурузной содержание микронутриентов

незначительно отличается между собой, тогда как в рисовой мучке наблюдается количественное преимущество всех микронутриентов по сравнению с мукой рисовой и кукурузной. В рисовой мучке установлено явное многократное количественное преимущество таких витаминов, как В₅, В₆, РР и Е, макроэлементов – магний, калий и фосфор, микроэлементов – железо, цинк и марганец.

Таким образом, установлено, что витаминный и минеральный состав рисовой мучки, муки рисовой и кукурузной включает витамины группы В, РР, Е, такие макро- и микроэлементы, как калий, кальций, магний и фосфор, железо, цинк, марганец, медь и селен, что создает предпосылки для обогащения этими продуктами хлебобулочных изделий для повышения их пищевой ценности.

3.1.6 Исследование показателей безопасности рисовой мучки, муки рисовой и кукурузной

Особенности химического состава муки рисовой, муки кукурузной и рисовой мучки, обусловленные высоким содержанием белков, липидов, витаминов и минеральных веществ, определяет возможность для роста и развития патогенных микроорганизмов, способных привести к порче сырья и готовых изделий. Для контроля показателей микробиологической безопасности мучного сырья определяли содержание мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, дрожжей и плесеней, бактерий группы кишечной палочки (колиформных бактерий) и рода *Salmonella*.

Кроме этого, безопасность исследуемого сырья обеспечивает контроль содержания токсичных элементов, пестицидов, микотоксинов и радионуклидов, которые могут накапливаться в процессе роста и развития растения, попадая в него из почвы, грунтовых вод или с внесением удобрений.

Результаты исследований показателей безопасности рисовой мучки, муки рисовой и кукурузной представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Показатели безопасности рисовой мучки, муки рисовой и муки кукурузной

Наименование показателя		Рисовая мучка (завод Континент)	Мука		Значение показателя по ТР ТС 021/2011, не более
			рисовая	кукурузная	
Количество мезофильных, аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г		$0,8 \times 10^2$	$0,6 \times 10^2$	$0,5 \times 10^2$	$5,0 \times 10^4$
Масса продукта, г, в котором не допускаются	БГКП (колиформы)	не обнаружено	не обнаружено	не обнаруж.	не допускаются
	Патогенные (в т.ч. сальмонеллы)	не обнаружено	не обнаружено	не обнаруж.	не допускаются
Дрожжи, КОЕ/г		21	15	14	100
Плесени КОЕ/г		13	11	12	100
токсичные элементы, мг/кг:					
свинец		$0,15 \pm 0,05$	$0,11 \pm 0,05$	$0,12 \pm 0,05$	0,5
мышьяк		$0,06 \pm 0,03$	$0,05 \pm 0,03$	$0,05 \pm 0,03$	0,2
кадмий		$0,01 \pm 0,03$	$0,01 \pm 0,03$	$0,01 \pm 0,03$	0,1
ртуть		< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,03
пестициды, мг/кг					
ГХЦГ (сумма изомеров)		< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,5
ДДТ и его метаболиты		< 0,004	< 0,004	< 0,004	0,02
2,4Д-аминная соль		не обнаруж.	не обнаруж.	не обнаруж.	не допускается
Ртутьорганические пестициды		не обнаруж.	не обнаруж.	не обнаруж.	не допускается
микотоксины, мг/кг					
афлатоксин В1		не обнаруж.	не обнаруж.	не обнаруж.	0,005
дезоксиниваленол		не обнаруж.	не обнаруж.	не обнаруж.	0,7
зеараленон		не обнаруж.	не обнаруж.	не обнаруж.	0,2
Т-2 токсин		не обнаруж.	не обнаруж.	не обнаруж.	0,1
радионуклиды, Бк/кг					
Стронций-90		не обнаруж.	не обнаруж.	не обнаруж.	20
Цезий-137		не обнаруж.	не обнаруж.	не обнаруж.	60

Анализ данных таблицы 20 показал, что содержание мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, дрожжей и плесеней, бактерий группы кишечной палочки (колиформных бактерий) и рода *Salmonella*, токсичных элементов, пестицидов, микотоксинов и радионуклидов не превышает требований, установленных ТР ТС 021/2011.

Таким образом, в результате исследований характеристик рисовой мучки, муки рисовой и кукурузной установлено, что углеводный состав муки рисовой отличается максимальным содержанием крахмала и минимальным содержанием остальных компонентов, что позволяет охарактеризовать ее как крахмальный продукт; кукурузная мука отличается высоким содержанием незаменимых аминокислот; рисовая мучка отличается высоким содержанием моно- и полиненасыщенных жирных кислот, клетчатки, витаминов и минеральных веществ. В совокупности такой разносторонний химический состав рисовой мучки, муки рисовой и кукурузной предопределяет возможность создания на их основе композитных мучных смесей для производства хлебобулочных изделий повышенной биологической и пищевой ценности.

3.2 Разработка композитной смеси для производства хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности

Процесс моделирования и оптимизации компонентного состава мучной смеси из рисовой мучки, муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта, рисовой и кукурузной проводили с помощью рототабельного центрального композиционного планирования (РЦКП) [40, 64].

С помощью РЦКП более точное математическое описание компонентного состава предлагаемой модели мучной смеси становится возможным за счет увеличения числа опытов в центре плана и специальному выбору величины «звездного плеча».

Ядром РЦКП является полный факторный эксперимент с числом факторов, равным 3:

- x_1 – массовая доля рисовой мучки, % к муке пшеничной хлебопекарной высшего сорта;
- x_2 – массовая доля муки рисовой, % к муке пшеничной хлебопекарной высшего сорта;
- x_3 – массовая доля муки кукурузной, % к муке пшеничной хлебопекарной высшего сорта.

Условием проведения эксперимента является то, что 50% мучной смеси приходится на муку пшеничную хлебопекарную высшего сорта, поэтому и массовые доли факторов x_1 , x_2 , и x_3 приведены относительно массы муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта. Характеристика РКЦП в зависимости от числа факторов представлена в таблице 21.

Таблица 21 – Параметры РКЦП при числе факторов, равном 3

Число факторов, n	3
Число опытов в ядре плана, $N_{\text{я}}$	2^3 (ПФЭ)
Величина «звездного плеча»	1,682
Число опытов в «звездных точках», $2n$	6
Число опытов в центре плана, N_0	6
Общее число опытов, $N = N_{\text{я}} + 2n + N_0$	$8 + 6 + 6 = 20$

Так как разработка композитной смеси и определение в ней математическим путем соотношения составных компонентов предназначено для повышения биологической ценности хлебобулочных изделий, то определяющим выходным параметром является содержание белка (y), г/100г готовых продуктов.

Вариации соотношения составных компонентов мучной смеси (факторов) по отношению к массе муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта следующие: рисовая мучка – 5 – 15%, мука рисовая – 15 – 25%, мука кукурузная – 15 – 30%. План проведения РКЦП со стандартизацией масштабов факторов представлены в таблице 22.

Таблица 22 – План и условия проведения РКЦП

Характеристика плана	Стандартный масштаб	Натуральный масштаб		
		x_1	x_2	x_3
Нулевой (основной) уровень	0	10	20	20
Интервал	–	5	5	5
Верхний уровень	+1	15	25	30
Нижний уровень	-1	5	15	15
Верхняя «звездная точка»	+1,682	20	30	35
Нижняя «звездная точка»	-1,682	0	10	10

После составления матрицы планирования и матрицы вычисления эксперимента, проведения серии рандомизированных опытов была проведена статистическая обработка полученных данных, проверена воспроизводимость опытов и адекватность полученной математической модели исходным экспериментальным данным (STATISTICA 10.0). В результате расчета РКЦП получено регрессионное уравнение, характеризующее оптимальное соотношение составных компонентов смеси внутри выбранных интервалов факторов:

$$y = 1.57 + 3.81 \times x_1 - 0.21 \times x_2 + 2.14 \times x_3. \quad (1)$$

При решении уравнения (1) отмечено, что значение выходного параметра y определяют факторы x_1 (рисовая мука) и x_3 (мука кукурузная), что с учетом проведенных ранее исследований их характеристик (количественного и качественного аминокислотного состава) вполне объяснимо. Графическое выражение регрессионного уравнения (1) в виде пространственной поверхности отклика приведено на рисунке 8.

Анализ рисунка 8 показал, что наибольшее количество белка в мучной композитной смеси (красный цвет пространственной поверхности отклика) соответствует содержанию рисовой муки до 14% и муки кукурузной от 20% и выше к массе муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта.

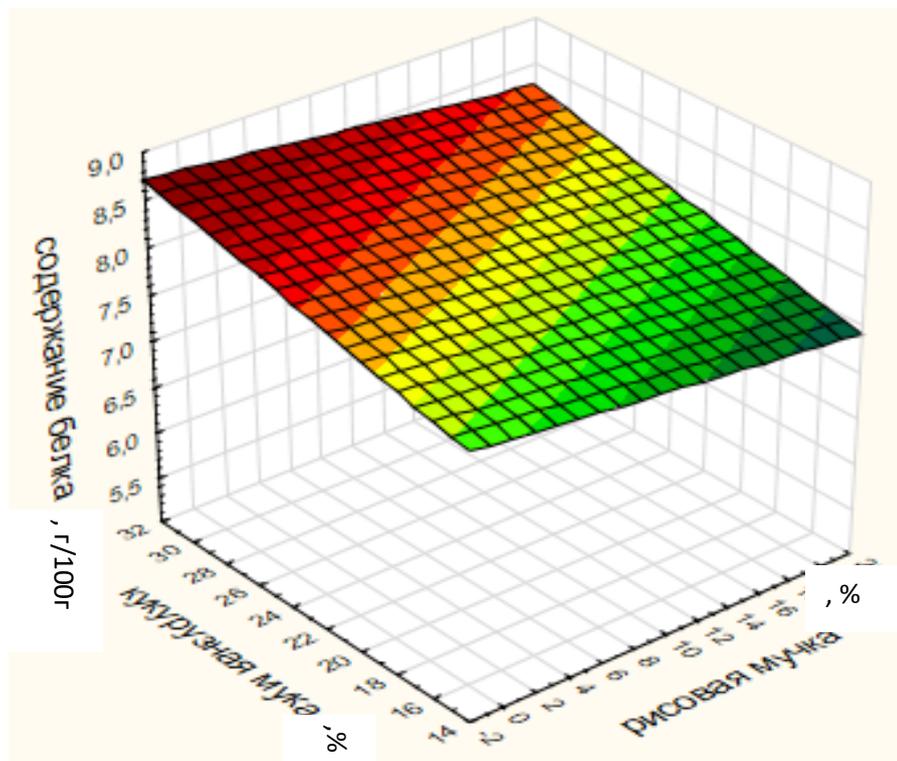


Рисунок 8 – Зависимость содержания белка в готовом продукте от содержания компонентов в составе композитной смеси (рисовая мука, мука кукурузная)

В заключении, дополняя результаты расчета оптимизации компонентного состава мучной смеси, на рисунке 9 представлено графическое выражение их вариативного соотношения, рассчитанного с помощью РЦКП.

Анализ рисунка 9 показал, что наибольшему содержанию белка в мучной смеси будет соответствовать следующее соотношение составных компонентов: 10% рисовой муки, 15 – 20% муки кукурузной и 20% муки рисовой.

Таким образом, для проведения дальнейших исследований установлены следующие соотношения компонентов мучной смеси: 10% рисовая мука, 20% мука рисовая, 20% мука кукурузная и 50% мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта.

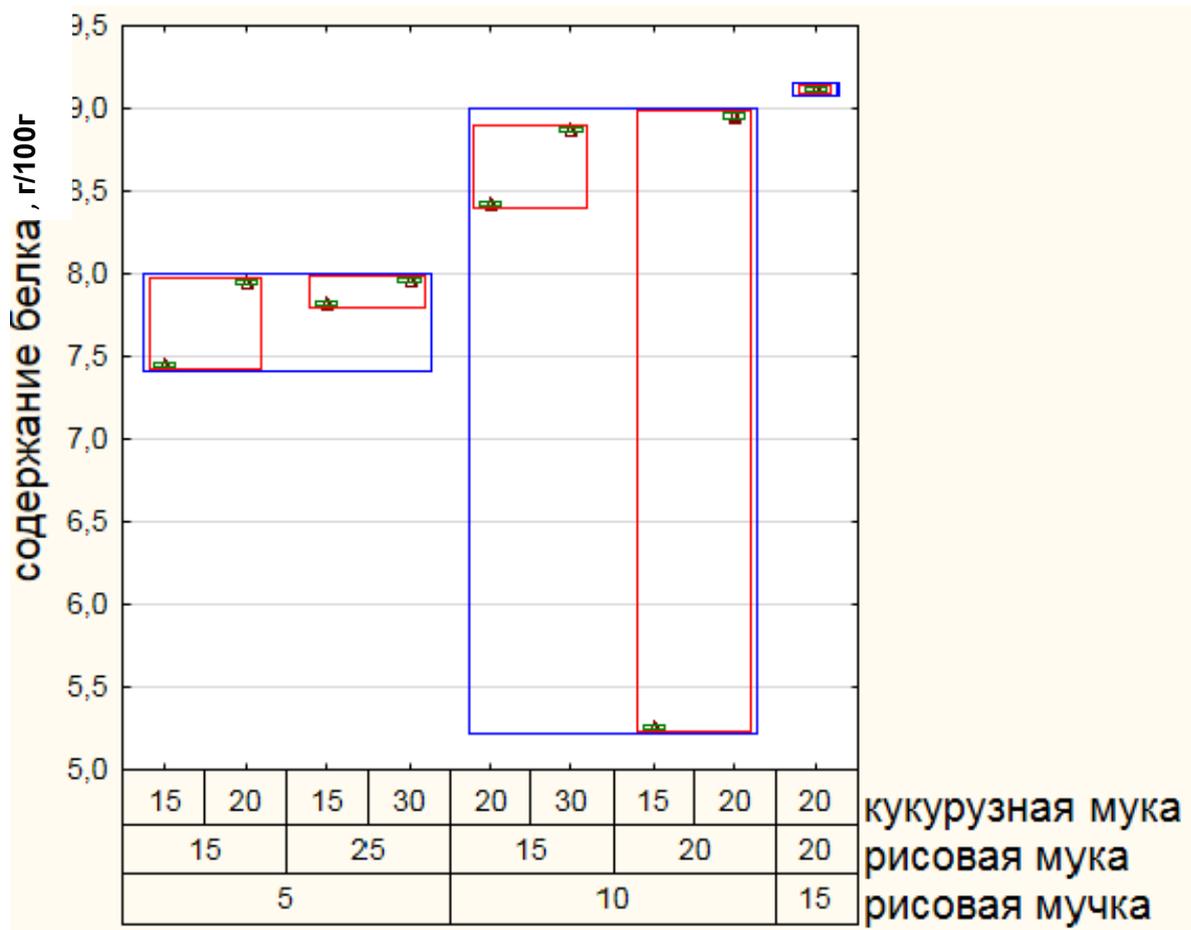


Рисунок 9 – Вариации соотношения составных компонентов мучной смеси, %

3.3 Исследование влияния рисовой мучки и композитной смеси на хлебопекарные свойства пшеничной муки

На следующем этапе было изучено влияние рисовой мучки и композитной смеси на хлебопекарные свойства муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта: изменение количества и качества клейковины, газообразующая способность (ГОС). При проведении исследований применяли муку пшеничную хлебопекарную высшего сорта (образец 2, который отличается от образцов 1 и 3 повышенным содержанием сырой клейковины) и рисовую мучку (завод Континент). Дозировка рисовой мучки была принята от 6 до 14% с шагом 4% к массе муки [5–7]. Влияние рисовой мучки и композитной смеси на содержание и качество сырой клейковины представлено в таблице 23.

Таблица 23 – Влияние рисовой мучки и композитной смеси на содержание и качество сырой клейковины

Показатели	Контрольный образец: мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта (образец 2)	Дозировка мучки риса, % к массе пшеничной муки			Композитная смесь: 50% муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта, 20% кукурузной муки, 20% рисовой муки, 10% рисовой мучки
		6	10	14	
Массовая доля сырой клейковины, %	28,3	26,4	25,5	24,6	14,8
Качество сырой клейковины, ед. прибора ИДК-3М	70	75	79	83	97

В результате анализа данных таблицы 23 установлено, что внесение рисовой мучки и композитной смеси оказывает влияние на содержание и качество клейковины опытных образцов. Отмечено, что с увеличением дозировки рисовой мучки количество сырой клейковины снижается в среднем на 16%, что объясняется частичным вовлечением рисовой мучки в белковый комплекс отмываемой клейковины. При внесении 6% рисовой мучки качество клейковины сохраняется на уровне контроля в I группе качества, а с внесением 10% и 14% рисовой мучки отмываемая уже с затруднениями клейковина характеризуется как удовлетворительная слабая с переходом во II группу качества.

Таким образом, дозировка рисовой мучки 6% не оказывает существенного влияния на свойства клейковины, но недостаточна с точки зрения повышения пищевой ценности проектируемых хлебобулочных изделий, а дозировка рисовой мучки, равная 14%, значительно ухудшает качество клейковины. Поэтому в дальнейших исследованиях оптимальная дозировка рисовой мучки принимается, равной 10%. Установлено, что в композитной смеси, содержащей половину пшеничной муки высшего сорта, массовая доля сырой клейковины уменьшается почти в 2 раза по сравнению с контролем, что сопровождается переходом ее во II группу качества, как удовлетворительную слабую.

пшеничной хлебопекарной высшего сорта с различными дозировками рисовой муки и теста на основе композитной смеси, вероятно, объясняется особенностями их химического состава: наличием легкоусвояемых углеводов (глюкоза, фруктоза, сахароза), азотсодержащих соединений, которые являются дополнительным источником питания для дрожжевых клеток, ускоряя тем самым процесс брожения.

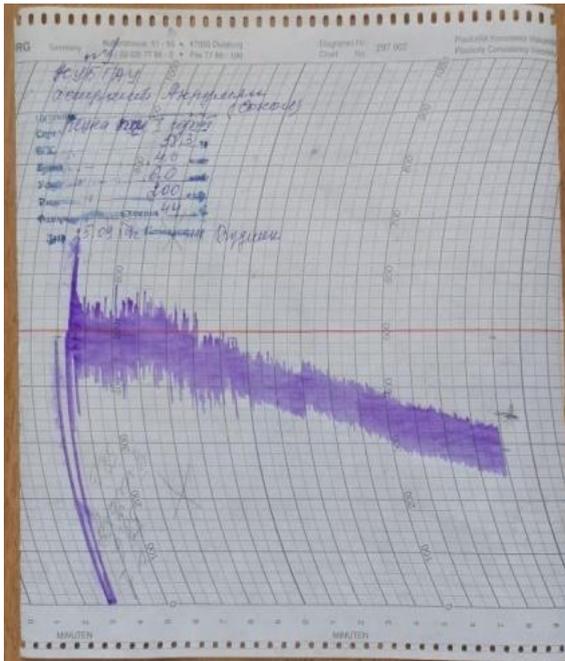
Таким образом, для сохранения качества проектируемых хлебобулочных изделий, обладающих улучшенной пищевой и биологической ценностью в дальнейшем вышеприведенные результаты влияния рисовой муки и композитной смеси на хлебопекарные свойства муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта необходимо нивелировать технологическими решениями производства хлебобулочных изделий или внесением дополнительных технологических добавок.

3.4 Исследование влияния рисовой муки и композитной смеси на реологические свойства пшеничного теста

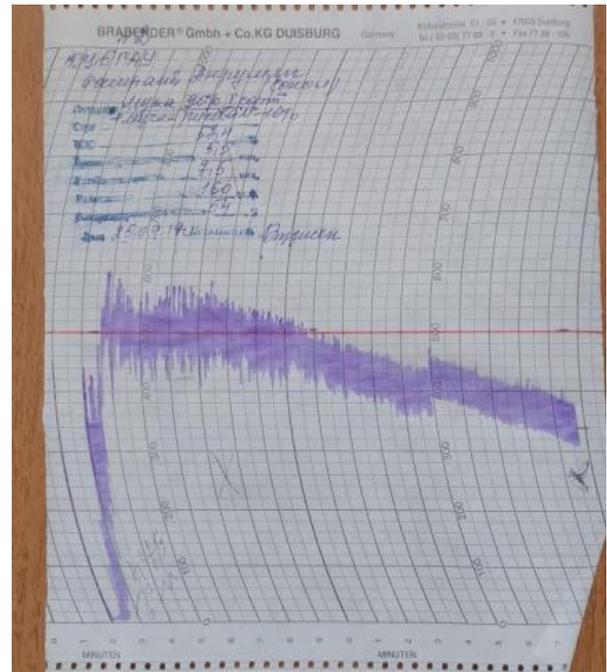
Рисовая мука и композитная смесь влияют определенным образом на клейковинный комплекс муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта, что обуславливает необходимость дальнейших исследований и изучение влияния их на реологические свойства теста. Такие показатели теста, как водопоглотительная способность, разжижение теста, время его образования и устойчивости определяли с помощью фаринографа Брбендера.

В качестве исследуемых образцов использовали пшеничное тесто с заменой части муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта (10%) рисовой мукой и тесто на основе композитной смеси следующего состава: мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта 50%, мука рисовая 20%, мука кукурузная 20% и рисовая мука 10%. Контролем служило пшеничное тесто из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта без добавок.

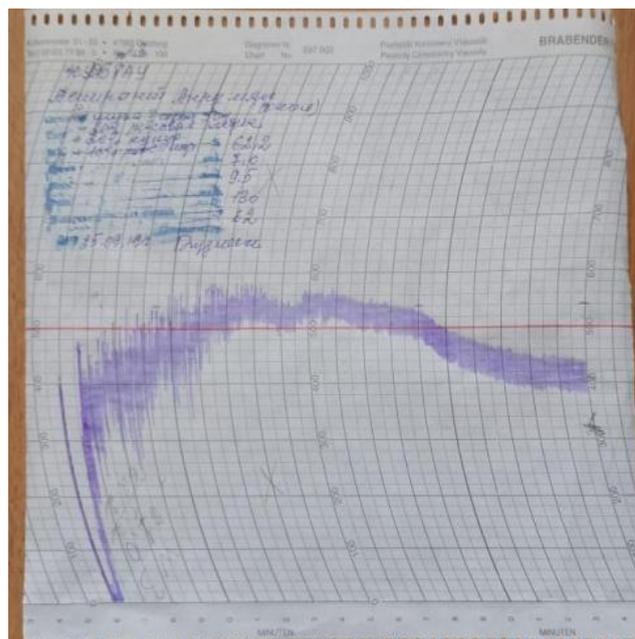
Результаты исследований показаны на рисунке 11 и в таблице 24 (протокол в Приложении А).



а



б



в

Рисунок 11 – Фаринограммы влияния рисовой муки и композитной смеси на реологические свойства теста:

- а – контроль – тесто из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта;
- б – тесто из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и 10% рисовой муки;
- в – тесто из композитной смеси

Таблица 24 – Влияние рисовой мучки и композитной смеси на реологические свойства теста (по данным фаринографа Брабендера)

Образцы проб	Показатели фаринографа			
	Водопоглотительная способность теста, %	Время образ. и устойчивости теста, мин	Разжижение теста, е.ф.*	Валориметрическая оценка, %
Образец №1: Контроль: мука пшеничная хлебопекарная высший сорт	58,3	4,0	200	44
		6,0		
Образец №2: Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта + 10% рисовой мучки	57,4	5,5	160	54
		7,5		
Образец №3: Композитная смесь: 50% муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта, 20% муки кукурузной, 20% муки рисовой, 10% мучки риса	62,2	7,0	130	62
		9,5		
* е. ф. – единица фаринографа Брабендера				

В результате анализа рисунка 11 и таблицы 24 установлено, что рисовая мучка оказывает влияние на структурно-механические свойства пшеничного теста из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта.

При добавлении 10% рисовой мучки (образец №2) водопоглотительная способность теста и степень его разжижения снижаются в среднем на 2,5 и 20% соответственно по сравнению с контролем (образец №1) пшеничного теста без добавок, что обусловлено присутствием жирных кислот в рисовой мучке. Присутствие жирных кислот оказывает окислительное действие на протеолитические ферменты, что способствует переходу – S=H – связей клейковинных белков в дисульфидные – S=S –, укрепляя структурно-механические свойства теста. Установлено также увеличение времени образования и устойчивости теста с рисовой мучкой и композитной смесью на 12,5–15% и повышение показателя валориметрической оценки на 22,7% по сравнению с контролем.

Разжижение теста является важным показателем в технологическом процессе, так как характеризует возможность длительной механической обработки теста и является следствием времени образования и устойчивости теста: чем больше показатель времени образования и устойчивости теста, тем меньше показатель разжижения теста и лучше его пластические свойства. Следовательно, принятые технологические решения о формировании композитной смеси оправдано с точки зрения технологического процесса.

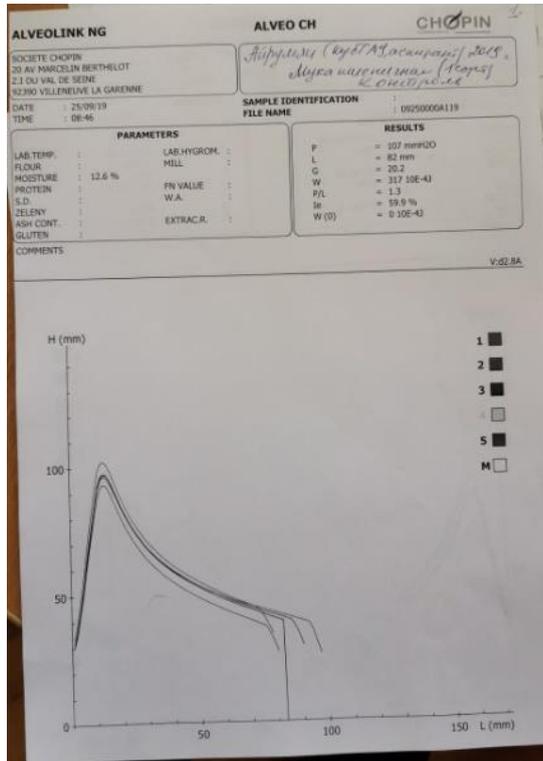
Отмечено, что структурно-механические свойства композитной смеси (образец №3) отличаются от свойств теста образцов №1 и №2. Водопоглотительная способность теста из композитной смеси (образец №3) больше на 6,6% и 8,3%, чем водопоглотительная способность теста с рисовой мукой и контрольного образца соответственно, что обусловлено повышенным количеством крахмальных зерен в муке рисовой и кукурузной.

Время образования и устойчивости теста из композитной смеси (образец №3), его валометрическая оценка увеличиваются на 23%–27% и 11,5–14% соответственно по сравнению с образцами №2 и №1. В тесте из композитной смеси (образец №3) отмечено снижение его разжижения на 18,75% и 35% соответственно по сравнению с тестом с рисовой мукой (образец №2) и контролем (образец №1).

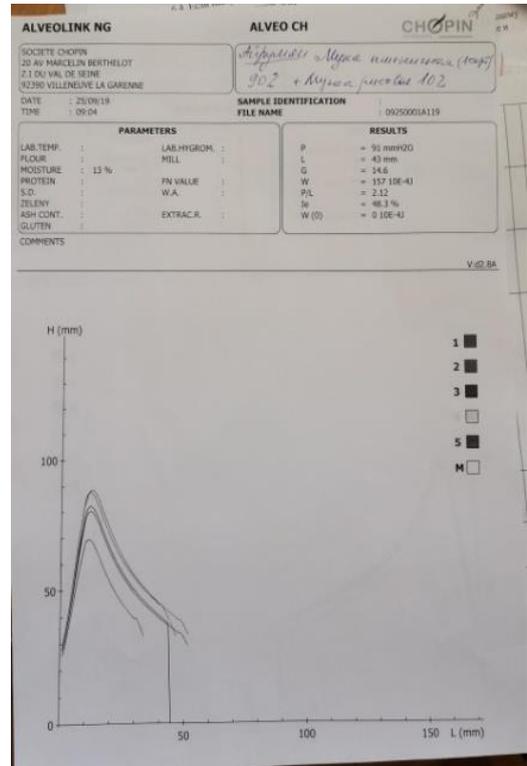
Таким образом, отличия структурно-механических свойств теста из композитной смеси от свойств теста с мукой риса и контрольного образца объясняются особенностями химического состава входящих в тесто компонентов: муки рисовой, кукурузной и рисовой муки.

Далее были исследованы такие структурно-механические свойства теста с мукой риса и теста из композитной смеси, как сила муки, упругость и отношение упругости к растяжимости на альвеографе Шопена.

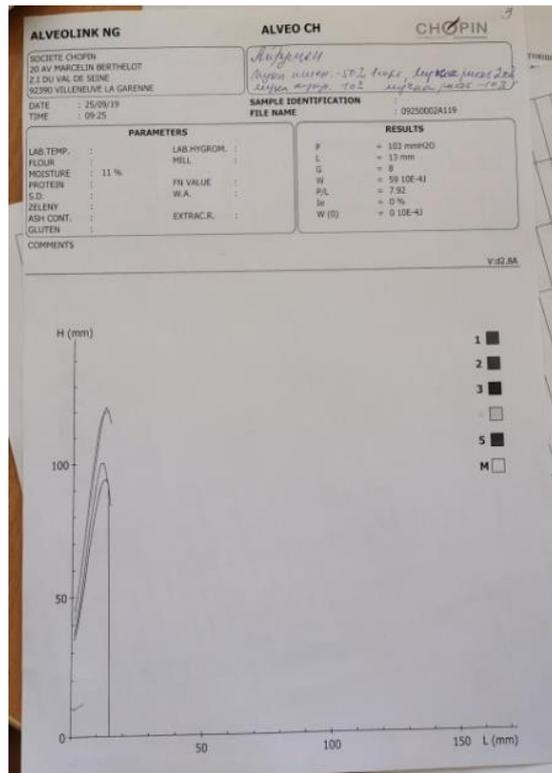
Результаты представлены на рисунке 12 и в таблице 25 (протокол в Приложении А).



а



б



в

Рисунок 12 – Альвеограммы влияния рисовой муки и композитной смеси на реологические свойства теста:

- а – контроль – тесто из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта;
- б – тесто из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и 10% рисовой муки;
- в – тесто из композитной смеси

Таблица 25 – Влияние рисовой мучки и композитной смеси на реологические свойства теста (по данным альвеографа Шопена)

Образцы проб	Показатели альвеографа		
	Сила муки, е. а.	Упругость (р), мм	Отношение упругости к растяжимости
Образец №1: Контроль: мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта	317	107	1,3
Образец №2: Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта + 10% рисовой мучки	157	91	2,12
Образец №3: Композитная смесь: 50% муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта, 20% муки кукурузной, 20% муки рисовой, 10% рисовой мучки	59	103	7,92

В результате анализа рисунка 12 и таблицы 25 отмечено, что внесение рисовой мучки и композитной смеси оказывают влияние на упруго-эластичные свойства теста, что имеет большое значение для процесса расстойки и первой фазы выпечки изделий. Установлено, что сила муки с рисовой мучкой (образец №2) и с композитной смесью (образец №3) уменьшается в 2 и 6 раз соответственно по сравнению с контрольным образцом №1, что обусловлено снижением общего количества клейковинных белков, формирующих структуру теста. Отмечено, что упругость теста с рисовой мучкой и композитной смесью снижается по сравнению с контрольным образцом, что подтверждает полученные данные на фаринографе об укреплении структурно - механических свойств теста за счет присутствия в муке жирных кислот.

3.5 Исследование влияния рисовой мучки и композитной смеси на качество хлебобулочных изделий

На следующем этапе было исследовано влияние рисовой мучки (образец №2) и композитной смеси (образец №3) на качество хлебобулочных изделий путем проведения пробных лабораторных выпечек. Выпечку хлебобулочных изделий осуществляли согласно общепринятой методике пробной лабораторной

выпечки [35]. Тесто готовили безопарным способом. Контрольным образцом был выбран образец №1 из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта. Готовые образцы хлебобулочных изделий представлены на рисунке 13, показатели качества – в таблице 26 (протокол в Приложении Б) и на рисунке 14.



Рисунок 13 – Пробные выпечки хлебобулочных изделий с рисовой мукой и на основе композитной смеси:

- а – контроль – тесто из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта;
- б – тесто из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и 10% рисовой муки;
- в – тесто из композитной смеси

Таблица 26 – Показатели качества хлебобулочных изделий с рисовой мукой и на основе композитной смеси

Показатели качества	Образец контрольный №1: мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта	Образец №2: 10% рисовой муки	Образец №3 на основе композитной смеси
Органолептические показатели			
Форма	Формовой хлеб: соот. форме хлеба, корка верхняя выпуклая, боковые выпльвы отсутствуют	Формовой хлеб: соот. форме хлеба, корка верхняя выпуклая, боковые выпльвы отсутствуют	Формовой хлеб: не соот. форме хлеба, с бугристой верхней коркой
	Подовый хлеб: округлая форма, расплывчатость и притиски отсутствуют	Подовый хлеб: округлая форма, расплывчатость и притиски отсутствуют	Подовый хлеб: овальная форма, расплывчатая
Поверхность	Наличие трещин у формового хлеба, ровная, отсутствие трещин у подового	Наличие трещин у формового хлеба, ровная, отсутствие трещин у подового	Отсутствие трещин, неровная, бугристая, с небольшими дырочками на поверхности
Цвет	Светло-желтый с темно-коричневой корочкой у формового и подового хлеба	Светло-желтый с темно-коричневой корочкой у формового и подового хлеба	Бледно-желтый, неравномерный
Пропеченность мякиша	Пропеченный, не влажный на ощупь, эластичный	Пропеченный, не влажный на ощупь, эластичный	Пропеченный, не влажный на ощупь, уплотненный
Промес	Без комочков и следов непромеса	Без комочков и следов непромеса	Без комочков и следов непромеса
Пористость	Развития, без пустот и уплотнений	Развития, без пустот и уплотнений	Уплотненная
Запах	Свойст. данному виду, без посторонних запахов	Свойст. данному виду, без посторонних запахов	Свойст. данному виду, с запахом кукурузной муки
Вкус	Свойст. данному виду, без посторонних привкусов	Свойст. данному виду, без посторонних привкусов	Свойст. данному виду, с привкусом кукурузной муки
Физико-химические показатели			
Удельный объем формового хлеба, см ³ /100 г	750	725	420
Формоустойчивость, (H:D)	0,62	0,59	0,44
Пористость, %	77	70	54

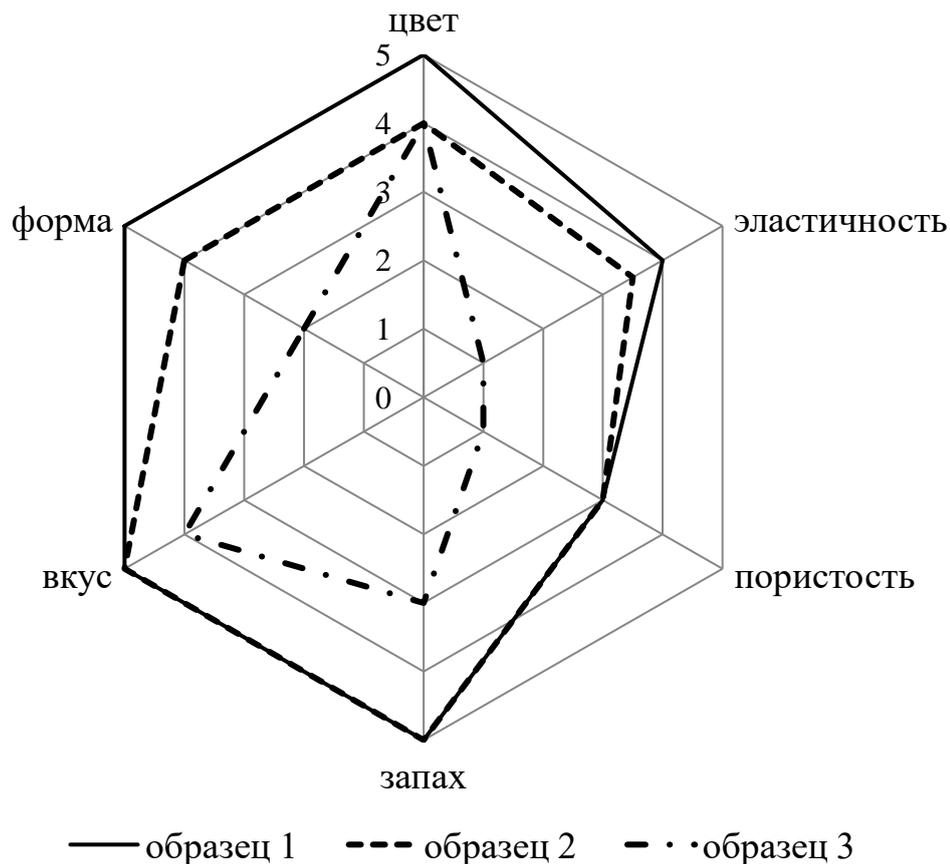


Рисунок 14 – Профилограмма оценки органолептических показателей качества разработанных хлебобулочных изделий

В результате анализа рисунков 13, 14 и таблицы 26 установлено, что внесение рисовой муки и композитной смеси оказывает влияние на органолептические и физико-химические показатели качества готовых образцов хлебобулочных изделий. Органолептическую оценку качества хлебобулочных изделий проводили по пяти балльной системе, методика И. И. Василенко [10].

Отмечено, что добавление в рецептурную композицию хлебобулочного изделия только 10% рисовой муки (образец №2) не оказывает видимого изменения формы, поверхности, цвета и состояния мякиша хлебобулочного изделия (эластичность и пористость) по сравнению с контрольным образцом. Присутствие рисовой муки не ощущается на вкус и запах. Однако, физико-химические показатели качества хлебобулочного изделия с 10% рисовой муки (образец №2): удельный объем, формоустойчивость и пористость снижаются на 4,5%, 5% и 17% соответственно по сравнению с контрольным образцом.

Установлено, что качество хлебобулочного изделия на основе композитной смеси (образец №3) существенно отличается уже визуально, как от контрольного образца, так и от хлебобулочного изделия с рисовой мукой (образец №2).

Формовое хлебобулочное изделие на основе композитной смеси было значительно ниже в объеме и имело не гладкую с разрывами корку. Подовое хлебобулочное изделие отличалось расплывчатой формой с бугристой, бледно-желтой неравномерной коркой. Несмотря на пропеченный мякиш, изделие отличалось уплотнением к краям выпечки и низкой пористостью. Присутствие 20% кукурузной муки отразилось на запахе и вкусе. Физико-химические показатели образца №3 значительно ниже контрольного образца и хлебобулочного изделия с рисовой мукой (образец №2).

Таким образом, в результате анализа профилограммы органолептических показателей качества отмечено, что общая балльная оценка хлебобулочных изделий имеет следующие значения: 27 баллов – для контрольного образца, 24,5 балла – для хлебобулочного изделия с рисовой мукой (образец №2), 14 баллов – для хлебобулочного изделия на основе композитной смеси (образец №3).

Полученные результаты оценки органолептических показателей качества хлебобулочных изделий из композитной смеси объясняются частичной заменой муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта на рисовую муку, муку рисовую и кукурузную, каждая из которых не содержит клейковинных белков и не способна создать прочную структуру белкового каркаса и удержать выделяющийся в процессе брожения углекислый газ. Учитывая это, хлебобулочные изделия на основе композитной смеси требуют корректировки ведения технологического процесса и принятия дополнительных технологических решений для связывания свободной влаги в тесте и укрепления его структуры.

4 РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР И ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ

4.1 Разработка технологических режимов приготовления теста по динамике кислотонакопления с выбором оптимальной продолжительности брожения

На основании анализа литературных данных и результатов пробной лабораторной выпечки установлено, что для хлебобулочных изделий из высоких сортов муки (за счет замены части пшеничной муки бесклеяковинным сырьем – рисовой мучкой, мукой рисовой и кукурузной) необходимо интенсифицировать физико-коллоидные процессы, способные обеспечить улучшение реологических свойств теста, усилить его брожение и активизировать кислотонакопление.

Поэтому для разработки технологических режимов приготовления теста для хлебобулочного изделия с рисовой мучкой и на основе композитной смеси необходимо изучить динамику его кислотонакопления с выбором оптимального времени брожения. В качестве улучшителя целевого назначения предложено использовать пектин, представляющий собой природный гидроколлоид, состоящий из остатков полигалактуроновой кислоты.

Согласно данным [68, 71], пектин обладает свойствами анионоактивных поверхностно-активных веществ: набухаемость, вязкость, эмульгирующие свойства, способность образовывать гели и увеличивать водопоглонительную способность. Отмечено, что добавление в тесто пектина оказывает положительное влияние на биохимические, коллоидные и микробиологические процессы приготовления теста: увеличивается начальная кислотность, снижается рН. Процесс брожения в тесте протекает более активно, отмечается укрепление клейковины. Такая способность пектина предопределяет применение его как улучшителя окислительного действия при приготовлении хлебобулочных изделий с низким содержанием клейковины. Также имеются

сведения о положительном влиянии пектина на сохранение свежести готовых изделий [78]. Пектин обладает высокими детоксиционными и радиопротекторными свойствами, способными связывать и выводить из организма тяжелые металлы и радионуклиды [68, 71].

На основании литературных данных дозировка пектина была принята 0,1%, 0,2% и 0,3% к массе муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта. Тесто готовили безопасным способом. Влияние пектина на кислотонакопление в тесте с рисовой мукой и на основе композитной смеси при брожении приведено в таблице 27.

Таблица 27 – Влияние пектина на кислотность теста с рисовой мукой и на основе композитной смеси при брожении

Продолжительность брожения, мин	Дозировка пектина, % к массе муки			
	0	0,1	0,2	0,3
кислотность теста из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта (контрольный образец), град				
30	1,1	1,1	1,1	1,3
60	1,2	1,2	1,4	1,5
90	1,4	1,5	1,6	1,8
120	1,6	1,7	1,7	1,9
150	1,7	1,8	1,8	2,0
кислотность теста с 10% рисовой муки, град				
30	2,5	2,6	2,65	2,7
60	2,6	2,7	2,7	2,8
90	2,5	2,6	2,8	2,8
120	2,2	2,4	2,7	2,8
150	1,9	2,3	2,5	2,8
кислотность теста на основе композитной смеси, град				
30	2,3	2,4	2,5	2,6
60	2,4	2,5	2,6	2,7
90	2,5	2,6	2,7	2,75
120	2,6	2,7	2,75	2,85
150	2,8	2,9	2,8	2,9

Установлено, что внесение пектина влияет на кислотонакопление всех участвующих в исследовании образцов теста.

Отмечено увеличение кислотности при добавлении 0,1%, 0,2% и 0,3% пектина в тесто контрольного образца. Отмечено, что кислотность теста с 10% рисовой мучки и на основе композитной смеси выше кислотности теста контрольного образца на 55,5% и 52,3% соответственно, что объясняется дополнительным внесением с продуктами переработки риса и кукурузной мукой питательных веществ для роста и жизнедеятельности дрожжевых клеток.

Установлено, что при внесении 0,3% пектина в тесто с 10% рисовой мучки максимальное значение кислотности теста (2,8 град) достигается через 90 мин брожения, что, вероятно, связано с интенсивностью газообразования. То есть по достижении 90 минут в результате активного брожения теста появляется избыточное содержание углекислого газа, вызывающего повышение осмотического давления и прекращение размножения дрожжевых клеток и молочнокислых бактерий.

Отмечено, что при внесении 0,1%, 0,2% и 0,3% пектина в тесто на основе композитной смеси кислотность равномерно увеличивается на 3–4% в течение всего периода брожения (150 мин). Установлено, что в тесте на основе композитной смеси с 0,2% пектина равномерное нарастание кислотности на 4% происходит в течение первых 90 минут брожения, далее наблюдается медленное нарастание кислотности на 1,8% до конца периода брожения. Аналогично установлено изменение нарастания кислотности теста на основе композитной смеси с 0,3% пектина: увеличение кислотности на 4% происходит в течение первых 60 мин брожения, затем кислотонакопление идет медленнее на 1,8% до самого конца брожения. Отмечено, что по окончании всего периода брожения (150 мин) кислотность теста на основе композитной смеси составляет 2,8–2,9 град, что является предостерегающим фактором выработки готового хлеба с превышением установленных норм кислотности мякиша (не более 3 град), так как брожение и соответственно кислотонакопление будет продолжаться еще и в период расстойки тестовых заготовок.

Таким образом, на основании результатов исследования кислотонакопления в тесте с 10% рисовой муки и на основе композитной смеси с различными дозировками пектина установлено, что оптимальная продолжительность брожения и количество пектина, обеспечивающие равномерный рост кислотности в пределах установленных норм, составляет 90 минут и 0,3% пектина соответственно, что позволяет рекомендовать ускоренный способ приготовления хлебобулочных изделий.

4.2 Разработка технологии хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности

Анализ имеющихся литературных данных и результаты ранее проведенных исследований установили низкое растворение пектина в воде. Поэтому на следующем этапе были изучены оптимальные способы внесения пектина при замесе теста и его влияние на качество готовых хлебобулочных изделий. Для проведения исследований были спланированы варианты проведения опытов. Количество вносимого пектина при замесе теста на основании результатов кислотонакопления принято 0,3%.

Варианты по изучению способа внесения в тесто:

Вариант 1 – яблочный пектин добавляли в количестве 0,3 % к массе муки в сухом виде.

Вариант 2 – яблочный пектин в количестве 0,3 % к массе муки смешивали в сухом виде с пищевой солью по рецептуре, а затем растворяли в воде и добавляли при замесе теста.

Вариант 3 – яблочный пектин в количестве 0,3 % к массе муки, вносили в сухом виде при активации дрожжей 5%-ным раствором сахара.

Для выпечки хлебобулочных изделий было принято решение об использовании интенсивной «холодной» технологии на основании полученных результатов. Вместо рекомендованного улучшителя «Амилокс-3» при использовании ускоренного способа приготовления теста по «холодной

технологии» нами был использован яблочный пектин. Результаты пробных лабораторных выпечек по вариантам эксперимента приведены в таблице 28.

Таблица 28 – Влияние способов внесения пектина на качество хлебобулочных изделий с рисовой мукой и на основе композитной смеси

Показатели качества	Хлебобулочное изделие из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта			Хлебобулочное изделие с рисовой мукой 10%			Хлебобулочное изделие на основе композитной смеси		
	Варианты опытов								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Удельный объем формового хлеба, см ³ /100г	283	289	284	281	285	282	275	280	278
Н/Д подового хлеба	0,46	0,50	0,47	0,43	0,47	0,45	0,40	0,45	0,43
Влажность, %	43,8	43,9	43,8	43,8	43,2	43,5	44,2	44,5	44,3
Пористость, %	70	73	71	65	70	68	62	65	63
Кислотность, град.	2,1	2,3	2,3	2,5	2,7	2,8	2,7	2,9	2,8

В результате анализа таблицы 28 установлено, что добавление пектина в период замеса теста способствует улучшению показателей качества хлебобулочных изделий с 10% рисовой муки и на основе композитной смеси.

Из данных таблицы также можно сделать заключение, что наибольший удельный объем хлебобулочных изделий во всех вариантах опыта отмечен в случае смешивания сухого яблочного пектина с пищевой солью и последующим растворением в воде. Добавление сухого яблочного пектина при активации дрожжей 5%-ным раствором сахара также дало положительный результат в опытных образцах. Показатели пористости и формоустойчивости были значительно лучше.

Разработанные технологические режимы производства хлебобулочных изделий в сравнении с традиционным безопасным способом представлены в таблице 29.

Таблица 29 – Разработанные и известные технологические режимы производства хлебобулочных изделий

Технологическая стадия и режим	Параметры технологических режимов	
	Традиционный (безопасный)	Разработанный (ускоренный)
Подготовка пектина к внесению в тесто в виде солепектинового раствора:		
температура воды, °С	–	30
соотношение «пектин : соль»	–	1 : 3
гидромодуль «смесь: вода»	–	1 : 2
Замес и брожение теста:		
температура, °С	28 – 32	22
количество пектина, % к массе муки	–	0,3
продолжительность брожения, минут	150	30
Расстойка тестовых заготовок:		
температура, °С	35 – 38	35 – 38
продолжительность расстойки, минут	45	60
Выпечка тестовых заготовок:		
температура, °С	210 – 220	200 – 210
продолжительность выпечки, минут		
подовый	30	35
формовый	35	40
сокращение продолжительности технологического процесса, минут	–	100

Данные таблицы 29 позволяют сделать вывод о том, что принятые технологические решения позволяют сократить продолжительность технологического процесса в целом на 100 минут.

На основании проведенных исследований были разработаны рецептуры хлебобулочных изделий с рисовой мукой и на основе композитной смеси: хлеб «Лучик» и хлеб «Мания» (таблица 30).

Таблица 30 – Рецептуры хлебобулочных изделий

Наименование сырья	Расход сырья, кг	
	Хлеб «Лучик»	Хлеб «Мания»
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта	90	50
Мука рисовая	–	20
Мука кукурузная	–	20
Рисовая мучка	10	10
Дрожжи хлебопекарные прессованные	1,5	1,5
Соль пищевая	1,3	1,3
Пектин	0,3	0,3
Итого сырья, кг	103,1	103,1

Структурная схема производства хлебобулочных изделий с рисовой мучкой и на основе композитной смеси приведена на рисунке 15.



Рисунок 15 – Структурная схема производства хлебобулочных изделий с рисовой мучкой и на основе композитной смеси

4.3 Изучение влияния рисовой муки и композитной смеси на сохранение свежести хлебобулочных изделий

На следующем этапе исследований изучали влияние рисовой муки и композитной смеси на изменение структурно-механических свойств мякиша хлебобулочных изделий в процессе хранения. Образцы помещали и хранили в пакетах из полиэтилена при комнатной температуре в течение 72 ч. В дальнейшем качество хлебобулочных изделий изучали по изменению степени деформации мякиша и его крошковатости. Структурно-механические свойства мякиша хлебобулочных изделий в процессе хранения приведены в таблице 31.

Таблица 31 – Структурно-механические свойства мякиша хлебобулочных изделий в процессе хранения

Показатели качества	Контрольный образец	Хлеб «Лучик»	Хлеб «Маня»
Крошковатость мякиша, %:			
через 12 ч	3,68	3,17	4,25
через 24ч	5,21	3,47	6,33
через 48ч	7,72	4,41	8,21
через 72ч	9,11	5,12	9,64
Сжимаемость мякиша, ед. пр АП-4/2:			
через 12 ч	84,47	117,10	62,42
через 24ч	65,74	94,24	45,55
через 48ч	50,22	81,26	35,19
через 72ч	33,17	79,83	26,15

Анализ данных таблицы 31 показал изменение структурно-механических свойств мякиша хлебобулочного изделия с рисовой мукой (хлеб «Лучик») и хлебобулочного изделия на основе композитной смеси (хлеб «Маня») в процессе хранения.

Отмечено, что в течение первых суток хранения хлеба «Лучик» крошковатость его мякиша снижается примерно на 23,4% по сравнению с контролем. В дальнейшем, при хранении хлеба «Лучик» крошковатость его

мякиша снижается практически в 2 раза по сравнению с контрольной пробой, что, вероятно, объясняется наличием высокого содержания пищевых волокон в рисовой мучке. Установлено, что крошковатость мякиша хлеба «Мания» в течение первых суток хранения увеличивается в среднем на 17,2% по сравнению с контрольным образцом. При дальнейшем его хранении крошковатость мякиша практически не отличается от контроля. Отмечено, что к концу срока хранения сжимаемость мякиша хлеба «Лучик» практически в 2 раза выше по сравнению с контрольным образцом, а хлеба «Мания» - ниже на 21%.

4.4 Исследование влияние рисовой мучки и композитной смеси на пищевую и биологическую ценность хлебобулочных изделий

Одной из главных задач при производстве хлебобулочных изделий, как продуктов массового потребления, является повышение пищевой ценности за счет введения в рецептуру дополнительных пищевых компонентов. Поэтому на следующем этапе был осуществлен расчет содержания основных пищевых веществ в 100 г разработанных хлебобулочных изделиях (таблица 32).

Таблица 32 – Пищевая ценность хлебобулочных изделий с рисовой мучкой и на основе композитной смеси

Пищевые вещества	Содержание		
	контроль	хлеб «Лучик»	хлеб «Мания»
1	2	3	4
Белки, г/100г	7,09	14,6	13,6
Жиры, г/100г	0,87	1,47	1,46
Углеводы, г/100г, в том числе:	47,03	46,39	46,80
крахмал	44,10	42,80	43,30
пищевые волокна	1,81	2,18	2,20
моно- и дисахариды	1,12	1,41	1,30
Витамины, мг/100г:			
витамин В ₁	0,25	0,41	0,40

Окончание таблицы 32

1	2	3	4
Витамин В ₂	0,087	0,103	0,101
Витамин В ₅	0,439	0,879	0,882
Витамин В ₆	0,173	1,62	1,63
Витамин Е	1,126	1,335	1,344
Витамин РР	2,82	5,24	4,83
Макро- и микроэлементы, мг/100г:			
Железо	1,36	2,11	1,94
Цинк	0,65	1,02	0,94
Марганец	0,74	0,99	0,88
Медь, мкг	117,87	214,60	194,16
Селен, мкг	3,82	4,47	6,16
Калий	119,20	196,88	179,81
Магний	27,72	74,61	71,36
Фосфор	78,57	178,15	174,41

Отмечено, что внесение рисовой муки и композитной смеси в рецептурный состав хлебобулочных изделий изменяет его химический состав: повышается содержание белков на 92 – 106%, жиров – на 68%, пищевых волокон – на 20,4 – 21,5%, моно- и дисахаридов – на 16 – 26%, витамина В₁ – на 64%, витамина В₂ – на 16,1 - 18,4%, витаминов В₅ и В₆ – в 2 и 9,4 раза соответственно, витамина Е – на 18,5 – 19,3%, витамина РР – на 71 – 86%, железа – на 43 – 55%, цинка – на 45 – 57%, марганца – на 19 – 34%, меди – на 64 – 82%, селена – на 17 – 61%, магния – в 2,6 – 2,7 раз, фосфора – в 2,2 – 2,3 раза, калия – на 51 – 65% и снижается содержание крахмала на 2 – 3% по сравнению с контролем в зависимости от вида изделия (хлеб «Лучик» или хлеб «Мания»).

Известно, что качество белка определяется его аминокислотным составом и, особенно, составом незаменимых аминокислот. Однако хлебобулочные изделия из пшеничной муки без дополнительных обогащающих компонентов отличаются дефицитом некоторых незаменимых аминокислот. Поэтому, учитывая изученный ранее аминокислотный состав белков рисовой муки и композитной смеси, были проведены исследования по определению содержания белка и его аминокислотного состава в разработанных

хлебобулочных изделиях. Влияние рисовой муки и композитной смеси на содержание незаменимых аминокислот в разработанных хлебобулочных изделиях представлены на рисунке 16.

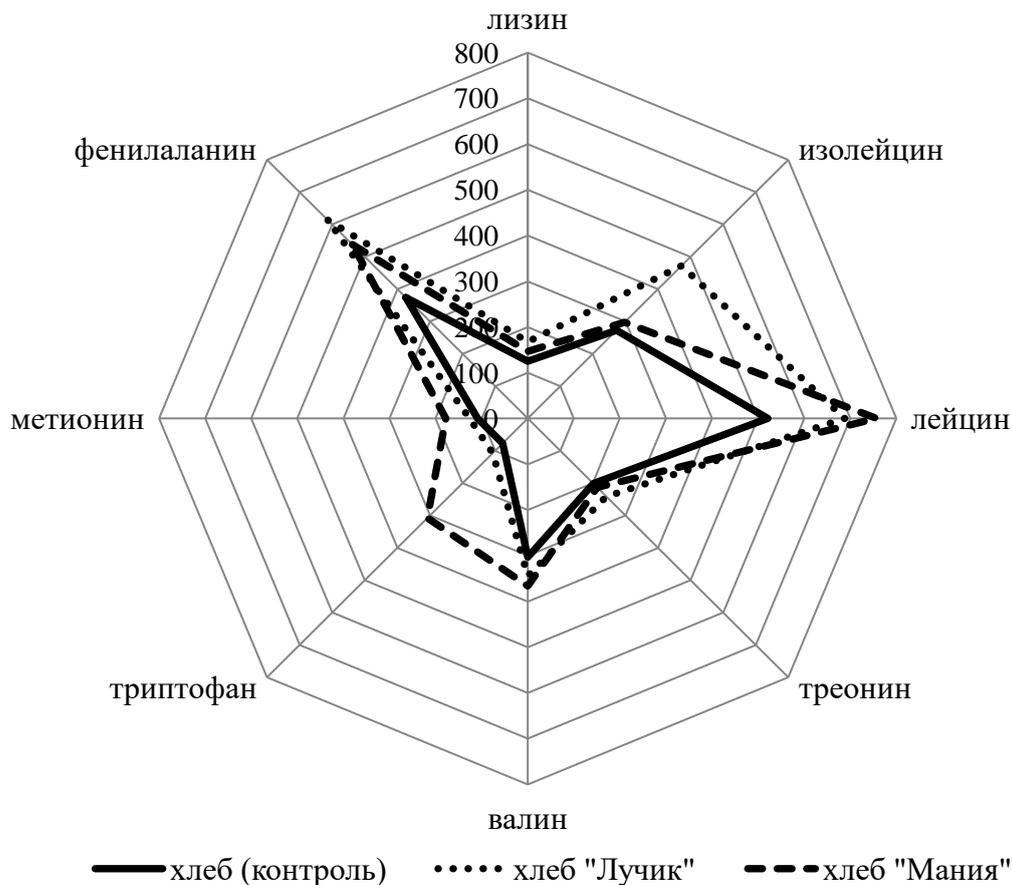


Рисунок 16 – Влияние рисовой муки и композитной смеси на содержание незаменимых аминокислот в разработанных хлебобулочных изделиях, мг/100 г продукта

В результате анализа рисунка 16 установлено, что внесение рисовой муки в рецептуру хлебобулочных изделий увеличивает содержание валина, метионина и треонина на 13,5–19,9%, лейцина, лизина и триптофана – на 32–38,9%, фенилаланина и изолейцина – на 63,9% и 73% соответственно по сравнению с контролем.

Отмечено, что внесение композитной смеси в рецептуру хлебобулочных изделий увеличивает содержание треонина и изолейцина на 5,6% и 8,8%, лизина и валина – на 17,6% и 20,0%, фенилаланина и лейцина – на 43,8% и 45,3%, метионина – на 63,3%, а триптофана – в 4 раза соответственно по сравнению с контрольным образцом.

Таким образом, внесение рисовой муки и композитной смеси в рецептуру хлебобулочных изделий улучшает их аминокислотный состав, увеличивая содержание незаменимых аминокислот.

На следующем этапе исследований была рассчитана степень удовлетворения в основных питательных веществах при потреблении хлеба «Лучик» и «Мания» различными категориями населения. Согласно приказу №614 от 19.08.2016г «Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания», норма употребления человеком хлебобулочных изделий составляет 96 кг в год или 263 г/сут (для расчетов примем суточную потребность в хлебе, равную 250 г).

Степень удовлетворения в основных питательных веществах при потреблении 250 г хлеба «Лучик» и хлеба «Мания» в зависимости от категорий населения показаны в таблицах 33 и 34.

В результате анализа таблицы 33 установлено, что при потреблении 250 г хлеба «Лучик», обогащенного рисовой мукой, суточная потребность в белке для мужчин и женщин, относящихся к III группе активности (при средней физической активности и коэффициент нагрузки, равного 1,9) в возрасте 30 – 39 лет удовлетворяется на 41,0% и 49,3%, а для юношей и девушек в возрасте от 14 до 18 лет – на 42,0 и 48,7% соответственно.

Отмечено, что при употреблении 250 г хлеба «Лучик» суточная потребность в пищевых веществах для мужчин, женщин, юношей и девушек заявленных возрастных групп одинаково удовлетворяется по пищевым волокнам на 27,2%, витамину В₆ – на 202,5%, витамину Е – на 22,2%, цинку – на 21,2%, марганцу – на 123,5%, меди – на 53,0%, магнию – на 46,6%, калию – на 19,7%.

Установлено, что при употреблении 250 г хлеба «Лучик» суточная потребность в питательных веществах для мужчин, женщин и юношей заявленных возрастных групп одинаково удовлетворяется по витаминам В₁, В₂, В₅ и РР на 68,0%, 14,3%, 43,8% и 65,5% соответственно, а для девушек от 14 до 18 лет – на 78,0%, 16,7%, 54,7% и 72,8% соответственно.

Таблица 33 – Степень удовлетворения в основных питательных веществах различными категориями населения при употреблении 250 г хлеба «Лучик»

Наименование пищевых веществ	Суточные нормы физиологических потребностей				Степень удовлетворения суточной потребности, %			
	Возрастные группы							
	мужчины III гр. активности, 30 – 39 лет	женщины III гр. активности, 30 – 39 лет	юноши от 14 до 18 лет	девушки от 14 до 18 лет	мужчины III гр. активности, 30 – 39 лет	женщины III гр. активности, 30 – 39 лет	юноши от 14 до 18 лет	девушки от 14 до 18 лет
Белки, г	89	74	87	75	41,0	49,3	42,0	48,7
в т.ч. растительный, г	44,5	37	27	15	82,0	98,6	135,2	243,3
Пищевые волокна, г	20	20	20	20	27,2	27,2	27,2	27,2
Витамин В ₁ , мг	1,5	1,5	1,5	1,3	68,0	68,0	68,0	78,0
Витамин В ₂ , мг	1,8	1,8	1,8	1,5	14,3	14,3	14,3	16,7
Витамин В ₅ , мг	5,0	5,0	5,0	4,0	43,8	43,8	43,8	54,7
Витамин В ₆ , мг	2,0	2,0	2,0	2,0	202,5	202,5	202,5	202,5
Витамин Е, мг	15	15	15	15	22,2	22,2	22,2	22,2
Витамин РР, мг	20	20	20	18	65,5	65,5	65,5	72,8
Железо, мг	10	18	15	18	52,7	29,3	35,1	29,3
Цинк, мг	12	12	12	12	21,2	21,2	21,2	21,2
Марганец, мг	2,0	2,0	2,0	2,0	123,5	123,5	123,5	123,5
Медь, мг	1,0	1,0	1,0	1,0	53,0	53,0	53,0	53,0
Селен, мкг	70	55	50	50	16,8	21,4	23,6	23,6
Магний, мг	400	400	400	400	46,6	46,6	46,6	46,6
Фосфор, мг	800	800	1200	1200	55,7	55,7	37,1	37,1
Калий, мг	2500	2500	2500	2500	19,7	19,7	19,7	19,7

Таблица 34 – Степень удовлетворения в основных питательных веществах различными категориями населения при употреблении 250 г хлеба «Мания»

Наименование пищевых веществ	Суточные нормы физиологических потребностей				Степень удовлетворения суточной потребности, %			
	Возрастные группы							
	мужчины III гр. активности, 30 – 39 лет	женщины III гр. активности, 30 – 39 лет	юноши от 14 до 18 лет	девушки от 14 до 18 лет	мужчины III гр. активности, 30 – 39 лет	женщины III гр. активности, 30 – 39 лет	юноши от 14 до 18 лет	девушки от 14 до 18 лет
Белки, г	89	74	87	75	38,2	46,0	39,0	45,3
в т.ч. растительный, г	44,5	37	27	15	76,4	92,0	126,0	227,0
Пищевые волокна, г	20	20	20	20	27,5	27,5	27,5	27,5
Витамин В ₁ , мг	1,5	1,5	1,5	1,3	66,0	66,0	66,0	77,0
Витамин В ₂ , мг	1,8	1,8	1,8	1,5	13,9	13,9	13,9	16,7
Витамин В ₅ , мг	5,0	5,0	5,0	4,0	44,0	44,0	44,0	55,0
Витамин В ₆ , мг	2,0	2,0	2,0	2,0	205,0	205,0	205,0	205,0
Витамин Е, мг	15	15	15	15	22,4	22,4	22,4	22,4
Витамин РР, мг	20	20	20	18	60,5	60,5	60,5	67,2
Железо, мг	10	18	15	18	48,5	27,0	32,3	27,0
Цинк, мг	12	12	12	12	19,6	19,6	19,6	19,6
Марганец, мг	2,0	2,0	2,0	2,0	110,0	110,0	110,0	110,0
Медь, мг	1,0	1,0	1,0	1,0	48,0	48,0	48,0	48,0
Селен, мкг	70	55	50	50	22,0	28,0	30,8	30,8
Магний, мг	400	400	400	400	44,6	44,6	44,6	44,6
Фосфор, мг	800	800	1200	1200	54,5	54,5	36,3	36,3
Калий, мг	2500	2500	2500	2500	18,0	18,0	18,0	18,0

Отмечено, что при употреблении 250 г хлеба «Лучик» суточная потребность в фосфоре для мужчин и женщин III группы активности, юношей и девушек от 14 до 18 лет удовлетворяется на 55,7% и 37,1% соответственно; в железе – для мужчин III группы активности – на 52,7%, юношей от 14 до 18 лет – на 35,0%, женщин III группы активности и девушек от 14 до 18 лет – одинаково на 29,3%; в селене – для мужчин и женщин III группы активности – на 16,8% и 21,4% соответственно, для юношей и девушек от 14 до 18 – на 23,6%.

В результате анализа таблицы 34 установлено, что при потреблении 250 г хлеба «Мания», обогащенного композитной смесью, суточная потребность в белке для мужчин и женщин, относящихся к III группе активности (при средней физической активности и коэффициенте нагрузки, равном 1,9) в возрасте 30 – 39 лет удовлетворяется на 38,2% и 46,0%, а для юношей и девушек в возрасте от 14 до 18 лет – на 39,0 и 45,3% соответственно.

Установлено, что при употреблении 250 г хлеба «Мания» суточная потребность в пищевых веществах для мужчин, женщин, юношей и девушек заявленных возрастных групп удовлетворяется по пищевым волокнам на 27,5%, витамину B₆ – на 205,0%, витамину E – на 22,4%, цинку – на 19,6%, марганцу – на 110,0%, меди – на 48,0%, магнию – на 44,6%, калию – на 18,0%.

Отмечено, что при употреблении 250 г хлеба «Мания» суточная потребность в питательных веществах для мужчин, женщин и юношей заявленных возрастных групп удовлетворяется по витаминам B₁, B₂, B₅ и PP на 66,0%, 13,9%, 44,0% и 60,5% соответственно, а для девушек от 14 до 18 лет – на 77,0%, 16,7%, 55,0% и 67,2% соответственно.

Установлено, что при употреблении 250 г хлеба «Мания» суточная потребность в фосфоре для мужчин и женщин III группы активности, юношей и девушек от 14 до 18 лет удовлетворяется на 54,5% и 36,3% соответственно; в железе – для мужчин III группы активности – на 48,5%, юношей от 14 до 18 лет – на 32,3%, женщин III группы активности и девушек от 14 до 18 лет – одинаково на 27,0%; в селене – для мужчин и женщин III группы активности – на 22,0% и 28,0% соответственно, для юношей и девушек от 14 до 18 – на 30,8%.

Таким образом, на основании вышеприведенных расчетов и согласно ГОСТ Р 52349–2005 хлебобулочные изделия «Лучик» и «Мания» можно позиционировать как продукты повышенной пищевой и биологической ценности за счет наличия в их составе обогащающих ингредиентов – рисовой мучки, муки рисовой и кукурузной, удовлетворяющих в расчете на одну порцию (250 г) не менее 15% от суточной физиологической потребности в растительном белке, пищевых волокнах, витаминах В₁, В₅, В₆, Е, РР, железе, цинке, марганце, меди, селена, магния, фосфора и калия для различных категорий населения [39].

4.5 Исследование показателей безопасности разработанных хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности

Безопасность разработанных хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности с рисовой мучкой и на основе композитной смеси определяли на соответствие требованиям ТР ТС 021/2011 [73].

Оценка безопасности разработанных хлебобулочных изделий с применением продуктов переработки риса включает определение содержания токсичных элементов, микотоксинов и пестицидов.

Результаты исследований показаны в таблице 35 и приведены в Приложении В.

Таблица 35 – Показатели безопасности разработанных хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности

Показатели	Допустимые уровни	Результаты исследований	
		Хлеб «Лучик»	Хлеб «Мания»
1	2	3	4
Токсичные элементы, мг/кг			
Свинец	не более 0,35	0,03±0,006	0,07±0,001
Мышьяк	не более 0,15	менее 0,001	менее 0,001
Кадмий	не более 0,07	0,03±0,004	0,03±0,004
Ртуть	не более 0,015	менее 0,001	менее 0,001

Окончание таблицы 35

1	2	3	4
Микотоксины, мг/кг			
Дезоксиниваленон	не более 0,7	менее 0,05	менее 0,05
Зеараленон	не более 0,2	менее 0,0005	менее 0,0005
Пестициды, мг/кг			
ГХЦГ (α , β , γ -изомеры)	не более 0,5	менее 0,005	менее 0,005

Установлено, что в разработанных хлебобулочных изделиях количество токсичных элементов, микотоксинов и пестицидов не превышает допустимых уровней и отвечает установленным ТР ТС 021/2011 критериям безопасности.

5 ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ РАЗРАБОТАННОЙ ПРОДУКЦИИ

В производственных условиях ИП Наниковой И.Ю были проведены опытно-промышленные испытания, включающие выпечку разработанных хлебобулочных изделий: хлеб «Лучик» и хлеб «Мания». Акты производственных испытаний продукции приведены в Приложении Г.

На разработанные хлебобулочные изделия подготовлена и утверждена техническая документация (ТУ, ТИ и РЦ): хлеб «Лучик» (ТУ 10.71.11–402–00493209–2020, ТИ 00493209–402–2020, РЦ 00493209–402–2020), хлеб «Мания» (ТУ 10.71.11–403–00493209–2020, ТИ 00493209–403–2020, РЦ 00493209–403–2020) (Приложение Д).

Хлебобулочные изделия «Лучик» и «Мания» должны вырабатываться подовыми или формовыми массой 0,3 – 0,5 кг.

Опытно-промышленные испытания показали, что принятые технологические решения и способ производства хлебобулочных изделий с рисовой мукой «Лучик» и на основе композитной смеси «Мания» (мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта: рисовая : кукурузная : рисовая мучка) позволили вырабатывать хлебобулочные изделия в соответствии с требованиями технических условий.

Следует отметить, что применение пектина в технологии хлебобулочных изделий позволило сократить время технологического процесса, связать избыточную воду, обусловленную заменой муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта на рисовую, кукурузную муку и рисовую мучку.

Отмечено, что в разработанных хлебобулочных изделиях с рисовой мукой (хлеб «Лучик») упек был ниже на 3,2%, по сравнению с контролем, а упек хлеба «Мания» – на 3,8%, что обусловлено применением пектина.

6 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ И ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА РАЗРАБОТАННОЙ ПРОДУКЦИИ

Целесообразность производства хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности заключается не только в полезности его химического состава и пищевой ценности, но и в экономическом эффекте. Разработанная продукция должна быть конкурентоспособной и приемлемой по стоимости.

Учитывая это, на следующем этапе была рассчитана себестоимость хлебобулочных изделий и проведена ее сравнительная денежная оценка с аналогичным хлебобулочным изделием без добавок (контрольный образец). Согласно основам экономики, себестоимость включает все затраты на производство продукции и расходы по ее реализации.

В работе расчет себестоимости хлебобулочных изделий включает следующие статьи калькуляции:

- расчет стоимости сырья для производства хлебобулочных изделий с продуктами переработки зерна риса;
- транспортно-заготовительные работы;
- стоимость энергозатрат и воды;
- расходы по оплате труда;
- социальный налог;
- расчет производственных и внепроизводственных расходов;
- прибыль от реализации продукции и оптово-отпускную цену единицы продукции.

Для расчета стоимости сырья для производства хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности необходимо знать нормы расхода сырья на 1 тонну готовой продукции, выход хлебобулочных изделий (предварительно рассчитан и составляет для хлеба «Лучик» 132,8кг, для хлеба «Мания» 135кг) и стоимость единицы сырья.

Результаты расчета затрат на сырье для производства хлеба «Лучик» и «Мания» представлены в таблицах 36 и 37.

Таблица 36 – Расчет затрат на сырье для производства хлеба «Лучик»

Наименование сырья	Единицы измерения	Количество сырья на 1т	Стоимость сырья за 1 кг, руб*	Сумма, руб
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта	кг	741,5	20,50	15201,00
Мучка риса	кг	11,5	16,00	184,00
Дрожжи хлебопекарные прессованные	кг	12,0	68,00	816,00
Соль пищевая	кг	9,8	13,00	127,40
Пектин яблочный	кг	2,3	1910,00	4393,00
Вода питьевая	л	223,1	0,24	53,54
Итого		1000,0		20775,00
*По данным на 01.08.2021 г				

Таблица 37 – Расчет затрат на сырье для производства хлеба «Мания»

Наименование сырья	Единицы измерения	Количество сырья на 1т	Стоимость сырья за 1 кг, руб*	Сумма, руб
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта	кг	370,0	20,50	7585,00
Мука рисовая	кг	148,0	85,00	12580,00
Мука кукурузная	кг	148,0	72,00	10656,00
Мучка рисовая	кг	74,0	16,00	1184,00
Дрожжи хлебопекарные прессованные	кг	11,1	68,00	854,80
Соль пищевая	кг	9,6	13,00	124,80
Пектин яблочный	кг	2,2	1910,00	4202,00
Вода питьевая	л	237,0	0,24	56,90
Итого		1000,0		37243,50
*По данным на 01.08.2021 г				

В результате анализа таблиц 36 и 37 установлено, что общие затраты на сырье для производства 1 тонны хлеба «Мания» на 79,2% выше, чем затраты на сырье для производства хлеба «Лучик». Такая разница связана с высокой стоимостью кукурузной муки (72 р/кг) и рисовой муки (85 р/кг) по сравнению с мукой пшеничной хлебопекарной высшего сорта (20,5 р/кг).

Транспортно-заготовительные расходы (ТЗР) включают затраты предприятия, связанные с доставкой сырья и отправкой готовой продукции в торговую сеть [74]. В данной работе к ТЗР относятся:

- расходы по погрузке готовой продукции в транспортные средства и их транспортировка;
- расходы по содержанию склада мучного и остального сырья, хлебохранилища и экспедиции;
- стоимость потерь по сырью (порча) в пределах нормальной естественной убыли.

ТЗР принимаются в пределах 5% от заявленной стоимости сырья и определяются по формуле:

$$\text{ТЗР} = \text{Ст. осн. сырья} \times 0,05, \quad (2)$$

где ТЗР – транспортно-заготовительные расходы, руб;

Ст. осн. сырья – стоимость сырья, руб.

ТЗР (хлеб «Лучик») = $16743,24 \times 0,05 = 837,2$ руб;

ТЗР (хлеб «Мания») = $35678,3 \times 0,05 = 1783,9$ руб.

Энергозатраты на производство хлебобулочных изделий (ТЭ) включают такие источники энергии как электричество и природный газ (оборудование, технические и технологические аспекты работы предприятия) и воду для технических целей.

Расчет стоимости энергозатрат и питьевой воды проводили согласно действующим тарифам и потребности в них.

Результаты представлены в таблице 38.

Таблица 38 – Расчет стоимости энергозатрат и воды на технические и технологические цели при производстве хлеба «Лучик» и «Мания»

Наименование	Количество на 1т продукции	Стоимость за ед., руб*	Сумма, руб
Электроэнергия, кВт/час	39,7	9,20	365
Природный газ, м ³	27,6	7,84	216
Вода, м ³	4,9	24,25	119
Итого			700

*По данным на 01.08.2021 г

* При использовании ротационной печи европейского класса «РОТОР-АГРО»

Для производства хлеба «Лучик» и «Мания» необходимо 3 человека (тестомес, формовщик и пекарь), которые за выработку 1 тонны готовой продукции, согласно данным Росстата [77] в 2019 г., заработают по 1388 руб. Затраты на оплату труда $ZП_{общ}$ рассчитываются по формуле:

$$ZП_{общ.} = ZП_{раб.} \times n, \quad (3)$$

где $ZП_{раб}$ – зарплата одного рабочего, руб;

n – число рабочих, задействованных на производство данного вида хлеба, чел.

Для выработки хлеба «Лучик» и «Мания» расходы на оплату труда будут одинаковыми.

$$ZП_{общ} = 1386 \times 3 = 4158 \text{ руб.}$$

Социальный налог зависит от ежегодно индексируемой процентной ставки единого социального налога и затрат на оплату труда работника. Согласно [70] единый социальный налог – прямой налог, имеющий своей целью активизацию средств для реализации прав человека на государственное пенсионное и социальное обеспечение (страхование) и медицинскую помощь. В 2021 году он составляет 30% и плюс ставка страховых взносов от несчастных случаев (величина переменная и зависит от опасности производства). На большинстве хлебопекарных предприятиях ЕСН принят 30,4%.

Социальный налог рассчитывается по формуле:

$$СН = ЕСН \times ZП_{общ}, \quad (4)$$

Для хлеба «Лучик» и «Мания» социальный налог составляет

$$СН = 0,304 \times 4158 = 1264 \text{ руб.}$$

Согласно [66], к прочим производственным расходам относятся затраты по созданию страховых фондов, страхование транспортных средств, имущества, оплата работ по сертификации готовой продукции, амортизация (износ) по нематериальным активам, отчисления в ремонтный фонд и другие виды затрат. Внепроизводственные затраты включают затраты и потери,

связанные с нарушениями или недостатками производственной и хозяйственно-финансовой деятельности предприятия (могут быть коммерческие и административные расходы).

По данным Росстата [77], в 2019 г., расходы перерабатывающего предприятия на производство, включая коммерческие расходы в структуре розничной цены на хлебобулочные изделия из пшеничной муки хлебопекарной высшего сорта в расчете на 1 кг готовой продукции составляют 17,83 руб., следовательно прочие производственные ($P_{\text{произ.}}$) и внепроизводственные ($P_{\text{внепроиз.}}$) расходы в данной работе принимают значение: 17830 руб. за 1 тонну готовой продукции.

На следующем этапе определяли полную себестоимость готовой продукции, которая включает в себя рассчитанные ранее стоимость основного сырья, транспортно-заготовительные расходы, энергетические затраты, затраты на оплату труда, социальный налог, прочие производственные и внепроизводственные расходы.

Полная себестоимость (ПС) рассчитывается по формуле:

$$ПС = Ст. \text{ осн. сырья} + ТЗР + ТЭ + ЗП_{\text{общ}} + СН + P_{\text{произ.}} + P_{\text{внепроиз.}}, \quad (5)$$

Хлеб «Лучик»:

$$ПС = 20775 + 837,2 + 700 + 4158 + 1264 + 17830 = 45564,2 \text{ руб.}$$

Хлеб «Мания»:

$$ПС = 37243,5 + 1783,9 + 700 + 4158 + 1264 + 17830 = 62979,4 \text{ руб.}$$

Прибыль от реализации готовой продукции рассчитаем через выражение рентабельности по формуле:

$$П = ПС \times P / 100, \quad (6)$$

где P – рентабельность, %

В данной работе принимаем рентабельность 20%

$$\text{Хлеб «Лучик»}: П = 45564,2 \times 20 / 100 = 9112,84 \text{ руб.}$$

$$\text{Хлеб «Мания»}: П = 62979,4 \times 20 / 100 = 12595,9 \text{ руб.}$$

Оптовую цену ($C_{\text{опт}}$) выработанной 1 тонны продукции определяли, как сумму полной себестоимости продукции и прибыли по формуле:

$$C_{\text{опт}} = (PC + П) \times Н, \quad (7)$$

где $Н$ – НДС, равный 10%.

Хлеб «Лучик»: $C_{\text{опт}} = (45564,2 + 9112,84) \times 1,1 = 60144,74$ руб.

Хлеб «Мания»: $C_{\text{опт}} = (62979,4 + 12595,9) \times 1,1 = 83132,83$ руб.

На заключительном этапе рассчитывали оптово-отпускную цену ($C_{\text{опт}}$) 1 булки хлеба массой 0,5 кг.

Хлеб «Лучик»: $C_{\text{опт}} = 60144,74 / 1000 \times 0,5 = 30,01$ руб.

Хлеб «Мания»: $C_{\text{опт}} = 83132,83 / 1000 \times 0,5 = 41,57$ руб.

Полученные результаты представлены в сводной таблице 39.

Таблица 39 – Калькуляция хлебобулочных изделий «Лучик» и «Мания»

Наименование показателей	Значение показателей, руб.	
	хлеб «Лучик»	хлеб «Мания»
Стоимость сырья	20775	37243,5
Транспортно-заготовительные расходы	837,2	1783,9
Энергетические затраты и вода	700	700
Затраты на оплату труда работников	4158	4158
Социальный налог	1264	1264
Прочие производственные расходы и внепроизводственные расходы	17830	17830
Полная себестоимость	45564,2	62979,4
Прибыль от реализации	9112,84	12595,9
Стоимость 1 тонны продукции с НДС	60144,74	83132,83
Оптово-отпускная цена 1 шт	30,01	41,57

Расчет плановой себестоимости хлебобулочных изделий «Лучик» и «Мания» показал, что оптово-отпускная цена первого изделия с рисовой мукой массой 0,5 кг составила 30,01 руб. и 41,57 руб. – для хлеба на основе композитной смеси.

Экономический эффект при реализации 1 т хлеба «Лучик» составит 9112,84 руб., а хлеба «Мания» – 12595,9 руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основе анализа научно-технической литературы и патентной информации научно обоснован выбор природных пищевых компонентов – рисовой мучки, муки рисовой и кукурузной для производства хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности.

2. В результате исследования химического состава рисовой мучки установлена ее биологическая и пищевая ценность, на что указывает высокое содержание белка 12,9%, отличающегося сбалансированным аминокислотным составом, полиненасыщенными жирными кислотами, обладающими высокой биологической активностью, а также в ее составе отмечено высокое содержание биологически активных нутриентов: витамина В₅ – 7,39 мг/100г, В₆ – 23,6 мг/100г, витамина РР – 42,1 мг/100г, витамина Е – 4,92 мг/100г, калия – 1385 мг/100г, магния – 781 мг/100г, фосфора – 1677 мг/100г, железа – 13,98 мг/100г, меди – 1690 мг/100г, селена – 15,6 мг/100г, что значительно выше данных показателей в муке рисовой и кукурузной.

3. Методом рототабельного центрального композиционного планирования экспериментов выявлено оптимальное соотношение компонентов в композитной мучной смеси: 10% – рисовая мучка, 20% – рисовая мука, 20% – кукурузная мука, 50% – мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта.

4. Установлено, что рисовая мучка оказывает расслабляющее действие на клейковину пшеничной муки, что обусловлено повышенным содержанием липидов в рисовой мучке, а также рисовая мучка и композитная смесь обеспечивает повышение газообразующей способности муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта, повышение водопоглотительной способности теста, увеличивают время образования и устойчивости теста в процессе механической обработки. Пробная выпечка показала, что хлебобулочные изделия с рисовой мучкой и композитной смесью характеризуются высокими органолептическими и физико-химическими показателями качества.

5. В результате исследования процесса кислотонакопления в тесте с рисовой мучкой и на основе композитной смеси установлена оптимальная

дозировка пектина 0,3% для улучшения реологических свойств теста и оптимальная продолжительность брожения теста – 90 минут.

6. Разработаны научно-обоснованные рецептуры хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности «Лучик» и «Мания», а также эффективные технологические режимы производства хлебобулочных изделий, при этом установлено, что по разработанным режимам продолжительность технологического процесса по сравнению с известными режимами сокращается на 100 минут за счет сокращения продолжительности брожения теста.

7. Установлено, что включение в рецептуру рисовой муки способствует сохранению свежести хлебобулочных изделий. Выявлено, что у хлеба «Лучик» с добавлением 10% рисовой муки через 72 часа сжимаемость мякиша в 2 раза выше по сравнению с контрольным образцом, а у хлеба «Мания» - на уровне контрольного образца.

8. Установлено, что внесение рисовой муки и композитной смеси в хлебобулочные изделия увеличивает содержание белка на 92 и 106% соответственно, в том числе и содержание всех незаменимых аминокислот. Употребление 250 г хлеба «Лучик», обогащенного рисовой мукой у мужчин и женщин удовлетворяет потребность в белке на 41,0 и 49,3% соответственно, по пищевым волокнам – на 27,2%, витамину В₆ – на 202,5%, витамину Е – на 22,2%, цинку – на 21,2%, меди – на 53,0%, магнию – на 46,6%, калию – на 19,7%. При употреблении 250 г хлеба «Мания» из композитной смеси суточная потребность в белке для мужчин и женщин покрывается на 38,2% и 46,0% соответственно, по пищевым волокнам – на 27,5%, витамину В₆ – на 205,0%, витамину Е – на 22,4%, цинку – на 19,6%, меди – на 48,0%, магнию – на 44,6%, калию – на 18,0%.

9. Проведена промышленная апробация разработанных изделий в условиях ИП Наниковой И. Ю. Опытные-производственные испытания разработанной технологии и рецептур подтвердили целесообразность применения рисовой муки, муки рисовой и кукурузной для повышения

пищевой и биологической ценности хлебобулочных изделий по выявленным технологическим режимам.

10. Разработаны комплекты технической документации: технические условия на хлебобулочные изделия: ТУ 10.71.11–402–00493209–2020 хлеб «Лучик» и ТУ 10.71.11–403–00493209–2020 хлеб «Мания»; рецептуры и технологические инструкции по производству хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности.

11. Установлено, что ожидаемый экономический эффект от внедрения и реализации 1 т хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности «Лучик» и «Мания» составит 9112,84 руб. и 12595,9 руб. соответственно, что свидетельствует об экономической эффективности разработанных технологических решений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Айрумян, В. Ю. Моделирование и оптимизация методом математического планирования состава композитных смесей для производства хлеба повышенной пищевой и биологической ценности / В. Ю. Айрумян, Н. В. Сокол, Е. А. Ольховатов // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2020. – № 5(64). – С. 40–45.

2. Айрумян, В. Ю. Химический состав продуктов переработки зерна риса и кукурузы для повышения пищевой и биологической ценности хлебобулочных изделий / В. Ю. Айрумян, Н. В. Сокол, Е. А. Ольховатов // Ползуновский вестник. – 2020. – № 3. – С. 3–10.

3. Айрумян, В. Ю. Технология и рецептуры хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности на основе разработанных композитных смесей / В. Ю. Айрумян, Н. В. Сокол, Е. А. Ольховатов // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. – № 4(376). – С. 38–43.

4. Бийсенбаев, М. А. Выпечка хлебобулочных изделий с энтеросорбирующими пищевыми волокнами / М. А. Бийсенбаев, З. Б. Есимситова, С. К. Акназаров [и др.] // Вестник Казахского национального медицинского университета. – 2018. – №3. – С. 215–221.

5. Болдина, А. А. Влияние рисовой муки на хлебопекарные свойства пшеничной муки / А. А. Болдина, Н. В. Сокол, Н. С. Санжаровская // Техника и технология пищевых производств. – 2016. Т. 40. – № 1. – С. 5–10.

6. Болдина, А. А. Влияние способов приготовления теста и пофазного внесения рисовой муки на качество хлеба / А. А. Болдина, Н. С. Санжаровская, Н. В. Сокол // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2016. – № 5 (40). – С. 93–96.

7. Болдина, А. А. Разработка технологий хлеба и безглютеновых мучных кондитерских изделий, обогащенных рисовой мукой [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / А. А. Болдина : ФГБНУ СКФНЦСВВ. – Краснодар, 2015. – 204 с.

8. Вавилова, О. И. Анализ структуры и других физико-химических показателей хлеба из цельносмолотого зерна риса / О. И. Вавилова // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. – 2004. – №4. – С. 1219.

9. Вершинина, О. Л. Особенности технологии безглютеновых хлебобулочных изделий / О. Л. Вершинина, В. В. Гончар, Ю. Ф. Росляков [и др.] // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2019. – №2–3 (368–369). – С. 39–41.
10. Василенко, И. И. Оценка качества зерна: справочник / И. И. Василенко, В. И. Комаров – М.: Агропромиздат, 1987. – 208 с.
11. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019 – 516 с.
12. ГОСТ 26574-2017 Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия. – М. : Стандартинформ, 2018. – 17 с.
13. ГОСТ Р 51740-2016. Технические условия на пищевую продукцию. Общие требования к разработке и оформлению. – М. : Стандартинформ, 2017. – 32 с.
14. ГОСТ 14176-69. Мука кукурузная. Технические условия. – М. : Стандартинформ, 2008. – 3 с.
15. ГОСТ Р 51574-2000. Соль поваренная пищевая. Технические условия. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2005. – 11 с.
16. ГОСТ Р 54731-2011. Дрожжи хлебопекарные прессованные. Технические условия. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2013. – 13 с.
17. ГОСТ 5669-96. Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 7 с. 53.
18. ГОСТ 5670-96. Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1997. – 12 с.
19. ГОСТ 27558-87. Мука и отруби. Методы определения цвета, вкуса и хруста (с изменениями №1). – М. : Стандартинформ, 2007. – 4 с.
20. ГОСТ 9404-88. Мука и отруби. Метод определения влажности (с изменениями №1). – М. : Стандартинформ, 2007. – 5 с.
21. ГОСТ 27494-2016. Мука и отруби. Метод определения зольности (с изменениями №1). – М. : Стандартинформ, 2008. – 9 с.
22. ГОСТ 27559-87. Мука и отруби. Метод определения зараженности и загрязненности вредителями хлебных запасов (с изменениями №1). – М. : Стандартинформ, 2007. – 3 с.

23. ГОСТ 26361-2013. Мука. Метод определения белизны. – М. : Стандартиформ, 2014. – 5 с.
24. ГОСТ 27839-2013. Мука пшеничная. Метод определения количества и качества клейковины. – М. : Стандартиформ, 2014. – 17 с.
25. ГОСТ 10444.15-94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. – М. : Стандартиформ, 2010. – 3 с.
26. ГОСТ 10444.12-2013. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов. – М. : Стандартиформ, 2014. – 12 с.
27. ГОСТ 31747-2012. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий). – М. : Стандартиформ, 2013. – 15 с.
28. ГОСТ 31659-2012. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*. – М. : Стандартиформ, 2014. – 20 с.
29. ГОСТ 10846-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка (издание с поправкой). – М. : Стандартиформ, 2009. – 8 с.
30. ГОСТ 10845-98. Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала. – М. : Стандартиформ, 2009. – 4 с.
31. ГОСТ ISO 6865-2015. Корма для животных. Метод определения содержания сырой клетчатки. – М. : Стандартиформ, 2016. – 11 с.
32. ГОСТ ISO 11085-2016. Корма, зерно и продукты его переработки. Определение содержание сырого и общего жира методом экстракции Рэндалла. – М. : Стандартиформ, 2018. – 12 с.
33. ГОСТ ISO 55301-2013. Мука пшеничная. Физические характеристики теста. Часть 1. Определение водопоглощения и реологических свойств с применением фаринографа. – М. : Стандартиформ, 2014. – 12 с.
34. ГОСТ Р 51415-99. Мука пшеничная. Физические характеристики теста. Определение реологических свойств с применением альвеографа. – М. : Госстандарт России, 2000. – 12 с.

35. ГОСТ 27669-88. Мука пшеничная хлебопекарная. Метод пробной лабораторной выпечки хлеба. – М. : Стандартинформ, 2007. – 10 с.
36. ГОСТ 30178-96. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов. – М. : Стандартинформ, 2010. – 10 с.
37. ГОСТ 31628-2012. Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрический метод определения массовой концентрации мышьяка. – М. : Стандартинформ, 2014. – 13 с.
38. ГОСТ Р 53183-2008. Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Определение ртути методом атомно-абсорбционной спектроскопии холодного пара с предварительной минерализацией пробы под давлением – 2008 – М. : Стандартинформ, 2010. – 8 с.
39. ГОСТ Р 52349-2005. Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения (с изменениями №1) – М. : Стандартинформ, 2016. – 9 с.
40. Грачев, Ю. П. Математические методы планирования экспериментов / Ю. П. Грачев, Ю. М. Плаксин. – М.: Дели-принт, 2005. – 80 с.
41. Динь Тхи Хьен. Разработка технологии хлебобулочных изделий с использованием рисовой муки : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Динь Тхи Хьен : ГОУ ВПО МГУПП. – М. , 2010. – 24 с.
42. Есин, С. И. Использование рисового экструдата в производстве хлеба / С. И. Есин, Л. А. Козубаева, А. В. Захарова // Хлебопродукты. – 2010. – №2. – С. 44–45.
43. Зенкова, А. Н. Рисовая крупа – продукт здорового питания / А. Н. Зенкова, И. А. Панкратьева, О. В. Политуха // Хлебопродукты. – 2014. – №9. – С. 52–54.
44. Иванова, З. А. Разработка технологии хлебобулочных изделий с использованием рисовой муки / З. А. Иванова, Ф. Х. Тхазеплова, И. Б. Шогенова // Проблемы развития АПК региона. – 2018. – №3(35). – С. 168–170.
45. Итоги выборочного наблюдения рациона питания населения 2018 год. Данные Росстата [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.gks.ru/storage/mediabank/Racion.pdf>.

46. Каменская, Л. А. Современные тенденции в формировании структуры питания населения России для обеспечения здорового образа жизни / Л. А. Каменская, Л. М. Каменская // Молодежь – Науке – VII. Актуальные проблемы туризма, спорта и бизнеса : сборник статей по материалам Всерос. науч.-практ. конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Воткинск : 2016. – С. 151–154.

47. Кантере, В. М. Органолептический анализ пищевых продуктов: монография / В. М. Кантере, В. А. Матисон, М. А. Фоменко. – М. : МГУПП, 2001. – 151 с.

48. Каталог сортов риса и овощебахчевых культур кубанской селекции. – Краснодар : ЭДВИ, 2016. – 160 с.

49. Климова, Е. В. Получение обогащенного пищевыми волокнами и минеральными веществами формового пшеничного хлеба при частичной замене пшеничной муки обезжиренными рисовыми отрубями (Пакистан) / Е. В. Климова // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. – 2008. – №4. – С. 1077.

50. Климова, Е. А. Влияние заквашивания опары окисляющими или восстанавливающим штаммом микроорганизмов на свойства теста и безглютенового хлеба из коричневого риса или из гречневой муки (Ирландия) / Е. А. Климова // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. – 2015. – №4. – С. 907.

51. Климова, Е. В. Влияние добавления молочнокислых бактерий на качество закваски, жидкого теста и не содержащего белков клейковины хлеба (Ирландия) / Е. В. Климова // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. – 2009. – № 3. – С. 681.

52. Климова, Е. В. Использование в хлебопечении муки из предварительно бурого риса в качестве функционального ингредиента: влияние на свойства теста и качество хлеба (Япония) / Е. В. Климова // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. – 2006. – № 3. – С. 740.

53. Коршенко, Л. О. Разработка композиции хлебопекарного улучшителя на основе рисового солода / Л. О. Коршенко, О. Г. Чижикова,

Н. Н. Абдуллаева, С. М. Доценко, Е. А. Коршенко // Товаровед продовольственных товаров. – 2013. – №9. – С. 36–38.

54. Красина, И. Б. Потребительские свойства вторичных продуктов переработки зерна риса / И. Б. Красина // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 5–6. – С. 24–26.

55. Кунашева, Ж. М. Применение дробленой муки из риса в пищевых технологиях / Ж. М. Кунашева, М. Х. Кодзокова // Новые технологии. – 2018. – №4. – С. 62–67.

56. Масалова, В. В. Перспективы использования молочной сыворотки для оптимизации реологических свойств безглютенового сырья в модельных тестовых системах / В. В. Масалова, Н. П. Оботурова, С. В. Лодыгина, А. Н. Гежина // Вестник Северо-Кавказского Федерального университета. – 2016. – № 3(54). С. 31–38.

57. Меледина, Т. В. Несоложенные материалы в пивоварении : учеб. пособие / Т. В. Меледина, И. В. Матвеев, А. В. Федоров. – СПб. : Университет ИТМО. – 66 с.

58. МУ 5177-90. Методические указания по обнаружению, идентификации и определению содержания дезоксиниваленола (вомитоксина) и зеараленона в зерне и зернопродуктах. – М. : Стандартинформ, 1990. – 14 с.

59. МУ 2143-80. Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. – М. : Стандартинформ, 1981. – 296 с.

60. МР 2.3.1.2432-08. Методические рекомендации. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. – М. : 2009. – 37 с.

61. Мысаков, Д. С. Перспективы применения полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь в производстве безглютеновых продуктов / Д. С. Мысаков, Д. В. Гращенков, О. В. Чугунова // Вестник Южно-Уральского университета. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2016. – № 4. – С. 26–35.

62. Нгуен Дак Чыонг. Разработка технологии паровых хлебобулочных изделий из пшеничной и смеси пшеничной и рисовой муки : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Нгуен Дак Чыонг : МГУПП. – М., 2012. – 26 с.

63. Нилова, Л. П. Управление потребительскими свойствами обогащенных пищевых продуктов / Л. П. Нилова, А. А. Вытовтов, Н. В. Науменко, И. В. Калинина // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Экономика и менеджмент». – 2011. – №21(238) – С. 183–187.

64. Оботурова, Н. П. Моделирование и оптимизация рецептурной мучной композиции поликомпонентного состава для производства безглютеновых мясopодуKтов / Н. П. Оботурова, Л. И. Барыбина, В. В. Масалова, А. Н. Гежина // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – № 4(43). – С. 56–63.

65. Пат. № 2573327 Рос. Федерация : МПК А21D 8/02, А21D 2/36, А21D 13/04. Способ производства безглютенового хлеба с использованием бесклеиковинной смеси / Н. О. Дубровская, Л. И. Кузнецова, О. И. Парахина, О. А. Савкина; заявитель и патентообладатель Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности (ФГБНУ НИИХП). – № 2014138401/13; заявл. 24.09.2014 : опубл. 20.01.2016.

66. Производственные расходы. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>

67. Российский рынок хлеба и хлебобулочных изделий постепенно сокращается. Отраслевой портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://article.unipack.ru>

68. Санжаровская, Н. С. Влияние пектиновых экстраKтов на хлебопекарные свойства пшеничной муки / Н. С. Санжаровская // Молодой ученый. – 2016. – №21. – С. 213–216.

69. СанПиН 2.1.4.1074-2001. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения – М. : ИИЦ Минздрава России, 2002. – 496 с.

70. Социальный налог. Информационный портал Налоги [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nalogi.ru/>.

71. Силко, С. Н. Использование пектина с целью улучшения качества хлеба / С. Н. Силко, Н. В. Сокол, Л. В. Донченко // Успехи современного естествознания. – 2005. – № 5. – С. 60–60.

72. Скурихин, И. М. Химический состав российских продуктов питания : справочник / И. М. Скурихин, В. А. Тутельян. – М. : ДеЛи принт, 2002. – 236 с.
73. Технический регламент Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.eurasiancommission.org>.
74. Транспортно-заготовительные расходы. Журнал и сервисы для бухгалтеров [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://glavkniga.ru/>
75. Три новых сорта риса селекции «АФГ Националь» прошли государственные сортоиспытания [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://afg-n.ru/>
76. Усембаева, Ж. К. Перспективы использования муки рисовой дробленки для приготовления пшеничного хлеба // Пища. Экология. Качество : сборник трудов XIII Международной науч.-практ. конф. – Иркутск, 2016. – С. 356–359.
77. Цены в России 2020 : статистический сборник. – М. : Росстат, 2020. – 147 с.
78. Храмова, Н. С. Разработка технологии получения гидратопектинов из плодов дикорастущих культур и их применение в хлебопечении : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Н. С. Храмова : Куб. гос. технол. ун-т. – Краснодар, 2008. – 26 с.
79. Vaughan, D. A. The evolving story of rice evolution / D. A. Vaughan, B. Lu, N. Tomooka // Plant Science. – 2008. – №174. – P. 394–408.
80. Zhang, J. Early Mixed Farming of Millet and Rice 7800 Years Ago in the Middle Yellow River Region, China / J. Zhang, H. Lu, W. Gu, N. Wu, K. Zhou, Y. Hu, Y. Xin, C. Wang, K. Kashkush. // PLoS ONE. – 2006. – № 7(12). – P. 1256–1260.
81. He, K. Prehistoric evolution of the dualistic structure mixed rice and millet farming in China / K. He, H. Lu, J. Zhang, C. Wang, X. Huan // The Holocene. – 2017. – №27(12). – P. 1885–1898.
82. Fuller, D. Q. Pathways to Asian Civilizations: Tracing the Origins and Spread of Rice and Rice Cultures / D. Q Fuller // Rice. – 2011. – №4(3–4). –P. 78–92.
83. Bellwood, P. The Checkered Prehistory of Rice Movement Southwards as a Domesticated Cereal – from the Yangzi to the Equator / P. Bellwood // Rice. 2011. – № 4(3–4). P. 93–103.

84. Zhang, C. The Neolithic of Southern China – Origin, Development, and Dispersal / C. Zhang, H.–C. Hung //Asian Perspectives. – №47(2). – 2019. – P. 569–580.

85. Selamassakul, O. Isolation and characterization of antioxidative peptides from bromelain-hydrolysed brown rice by proteomic technique / O. Selamassakul, N. Laohakunjit, O. Kerdchoechuen, L. Yang // Process Biochemistry. – 2018. – №70. – P. 179–187.

86. Kim, Mi-Hye. Effects of Germinated brown rice addition on the flavor and functionality of yogurt / Mi-Hye Kim, Sung-Ilahn, Chan-Mook Lim, Jin-Woo, Gur-Yoo Kim // Korean J. Food Sci. An. – 2016. – Vol. 36. – № 4. – P. 508–515.

87. Characteristics of starch grains of starch-containing plant materials [Электронный ресурс]. Режим доступа : <https://www.newfoodmagazine.com/>

88. The structure and form of starch grains of starch-containing plant materials. CreaChem [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.creachim.be/>

89. The structure of rice starch amylopectin. New food [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.newfoodmagazine.com/>

90. Choi, H. Comparative Nutritional Analysis for Genetically Modified Rice, Iksan-483 and Milyang-204, and Nontransgenic Counterparts / H. Choi, J. Kwan Moon, Byeoung-Soo Park, Jeong-Han Kim // Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry. – 2012. – Vol. 55(1). – P. 146–157.

91. Abbas, A. Effect of Processing on nutritional value of rice (*Oryza sativa*) / A. Abbas, S. Murtaza, F. Aslam, A. Khawar, S. Rafique, S. Naheed // World Journal of Medical Sciences. – 2011. – Vol. 6(2). – P. 68–73.

92. Kadan, R. S. Texture and other physico-chemical properties of whole rice bread / R. S. Kadan, M. G. Robinson, D. P. Thibodeaux, A. B. Pepperman // J. Food Science. – 2001. – Vol.66. – № 7. – P. 940–944.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Реологические свойства теста с продуктами переработки риса

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
(Минобрнауки России)

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Национальный центр зерна имени П.П.Лукияненко»

(ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукияненко»)

350012, Россия, Краснодарский край, г.Краснодар,

Центральная Усадьба КНИИСХ

тел: 222-68-86; факс: 861-222-69-72

E-mail: kniish@kniish.ru URL: www.kniish.ru

Заказчик : Айрумян В.А (Аспирант, КУБГАУ)

Наименование продукции : мука (Зобразца)

Дата анализа : 25.09.19г.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

№ обр	Варианты	Фаринограф				
		ВПС %	время образован ия теста, мин	время устойчи- вости теста, мин	разжи- жение, е.ф.	обща валор метр е.в.
1	Мука пшеничная контроль	58.3	4.0	6.0	200	44
2	смесь: мука пшеничная (90%), мучка рисовая (10%)	57.4	5.5	7.5	160	54
3	смесь: мука пшеничная (50%), мука рисовая (20%) мука кукурузная (20%), мучка рисовая (10%)	62.2	7.0	9.5	130	62

№ обр	Варианты	Альвеограф		
		P	W	P/L
1	Мука пшеничная контроль	107	317	1.3
2	смесь: мука пшеничная (90%), мучка рисовая(10%)	91	157	2.12
3	смесь: мука пшеничная (50%), мука рисовая (20%) мука кукурузная (20%), мучка рисовая (10%)	103	59	7.92

Зав. отд. технологии
и биохимии зерна



Букреева Г.И.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Показатели качества хлебобулочных изделий с продуктами
переработки риса

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
(Минобрнауки России)

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Национальный центр зерна имени П.П.Лукияненко»

(ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукияненко»)

350012, Россия, Краснодарский край, г.Краснодар,

Центральная Усадьба КНИИСХ

тел: 222-68-86; факс: 861-222-69-72

E-mail: kniish@kniish.ru URL: www.kniish.ru

Заказчик : Айрумян В. Ю. (Аспирант, КУБГАУ)

Наименование продукции : мука (Зобразца)

Дата анализа : 07.10.19г.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

№ обр	Варианты	Хлебопекарные показатели качества						
		Вес хлеба г.	Объём см3	Распływ н/д	Цвет балл	эластичность	пористость	хлеб. оценка балл
1	Мука пшеничная контроль	153	750	0.62	4.5	4.0	3.0	4, 4
2	смесь: мука пшеничная (90%), мучка рисовая (10%)	152	725	0.59	2.0	3.0	2.5	3,7
3	смесь: мука пшеничная (50%), мука рисовая (20%), мука кукурузная (20%), мучка рисовая (10%)	153	420	0.44	2.0	1.0	1.0	2,0

Зав. отд. технологий
и биохимии зерна



Букреева Г.И.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
(Минобрнауки России)

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Национальный центр зерна имени П.П.Лукияненко»

(ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукияненко»)

350012, Россия, Краснодарский край, г.Краснодар,

Центральная Усадьба КНИИСХ

тел: 222-68-86; факс: 861-222-69-72

E-mail: kniish@kniish.ru URL: www.kniish.ru

Заказчик : Айрумян В.Ю. (Аспирант КУБГАУ)

Наименование продукции : мука (3 образца)

Дата анализа : 20.01.20г

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

№	Варианты	Хлебопекарные показатели качества						
		вес хлеба, г	объем, см ³	распльвчатость, н/д	цвет мякиша, балл	эластичность, балл	пористость, балл	хлеб. оценка, балл
1	Мука пшеничная, контроль	141	690	0.55	5.0	4.0	3.0	4.4
2	Смесь: мука пшеничная (90%), мучка рисовая (10%)	144	760	0.59	4.0	3.5	3.0	4.1
3	Смесь: мука пшеничная (50%), мука рисовая (20%) мука кукурузная (20%) мучка рисовая (10%)	146	380	0.47	4.0	1.0	1.0	2.4

Зав. отд. технологий
и биохимии зерна К.Б.И.



Букреева Г.И.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Протоколы испытаний показателей безопасности разработанных хлебобулочных изделий

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»
(ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ)
НИИ Биотехнологии и сертификации пищевой продукции
Аккредитованная испытательная лаборатория «Центр качества пищевой продукции»

Аттестат № РОСС RU.0001.21ПШ39
от 09 сентября 2014 г.

Адрес: 350044 г. Краснодар,
ул. Калинина, 13
тел/факс (861) 221-66-16
E-mail: sekretar_nibitech@mail.ru

Всего страниц 1 (одна)

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № Ип.01.20 от 31 января 2020 г..

Наименование продукции: Хлеб из пшеничной муки (контроль)
Дата выработки: 20.01.2020.
Заявитель: Аврумян Ваги Юрикович
Аспирант Факультета перерабатывающих технологий
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ им. И.Т. Трубилина

Цель исследования: Научная работа
Дата проведения испытания: 21.01.- 31.01.2020

Определяемые показатели	ИД на метод испытания	Допустимые уровни	Результат испытания
Токсичные элементы, мг/кг:			
Свинец	ГОСТ 30178-96	не более 0,35	0,03±0,006
Мышьяк	ГОСТ 31628-2012	не более 0,15	Менее 0,001
Кадмий	ГОСТ 30178-96	не более 0,07	0,03±0,004
Ртуть	ГОСТ Р 53183-2008	не более 0,015	Менее 0,001
Микотоксины, мг/кг:			
Дезоксинивалензол	МУ 5177-90 п.2.2	Не более 0,7	Менее 0,05
Зearаленон	МУ 5177-90 п.3.3	Не более 0,2	Менее 0,0005
Пестициды, мг/кг:			
ГХЦГ (α,β,γ-изомеры)	МУ 2142-80	Не более 0,5	Менее 0,005
ДДТ и его метаболиты		Не более 0,02	Менее 0,005

Заведующая лабораторией по определению показателей безопасности  Т.Г. Стрелкова

Руководитель ИЛ

 И.В. Донченко

Примечание:

- данный протокол оформлен в двух экземплярах: 1 экз. – заказчику, 1 экз. – в ИЛ «Центр качества пищевой продукции»;
- запрещается частичное или полное копирование, переписка протокола без разрешения ИЛ;
- воспроизведение данного протокола об испытании разрешается только в форме полного фотографического факсимиле;
- протокол испытаний распространяется только на образцы, подвергнутые испытанию.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»
(ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ)
НИИ Биотехнологии и сертификации пищевой продукции
Аккредитованная испытательная лаборатория «Центр качества пищевой продукции»

Аттестат № РОСС RU.0001.21ПШ39
от 09 сентября 2014 г.

Адрес: 350044 г. Краснодар,
ул. Калинина, 13
тел/факс (861) 221-66-16
E-mail: sekretar_niibiotech@mail.ru

Всего страниц 1 (одна)

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ
№ 2н.01.20 от 31 января 2020 г..

Наименование продукции: Хлеб из смеси пшеничной муки (90%) и рисовой муки (10%)
Дата выработки: 20.01.2020.
Заявитель: Айрумян Ваги Юрикович
Аспирант Факультета перерабатывающих технологий
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ им. И.Т. Трубилина

Цель исследования: Научная работа
Дата проведения испытания: 21.01.- 31.01.2020

Определяемые показатели	ИД на метод испытания	Допустимые уровни	Результат испытания
Токсичные элементы, мг/кг:			
Свинец	ГОСТ 30178-96	не более 0,35	0,03±0,006
Мышьяк	ГОСТ 31628-2012	не более 0,15	Менее 0,001
Кадмий	ГОСТ 30178-96	не более 0,07	0,03±0,004
Ртуть	ГОСТ Р 53183-2008	не более 0,015	Менее 0,001
Микотоксины, мг/кг:			
Дезоксиниваленол	МУ 5177-90 п.2.2	Не более 0,7	Менее 0,05
Зеараленон	МУ 5177-90 п.3.3	Не более 0,2	Менее 0,0005
Пестициды, мг/кг:			
ГХЦГ (α,β,γ-изомеры)	МУ 2142-80	Не более 0,5	Менее 0,005
ДДТ и его метаболиты		Не более 0,02	Менее 0,005

Заведующая лабораторией по определению показателей безопасности

Т.Г. Стрелкова

Руководитель ИЛ

Н.В. Донченко

Примечание:

- данный протокол оформлен в двух экземплярах: 1 экз. – заказчику, 1 экз. – в ИЛ «Центр качества пищевой продукции»;
- запрещается четическое или полное копирование, переписка протокола без разрешения ИЛ;
- воспроизведение данного протокола об испытании разрешается только в форме полного фотографического факсимиле;
- протокол испытаний распространяется только на образцы, подвергнутые испытанию.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»
(ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ)
НИИ Биотехнологии и сертификации пищевой продукции
Аккредитованная испытательная лаборатория «Центр качества пищевой продукции»

Аттестат № РОСС RU.0001.21ПШ39
от 09 сентября 2014 г.

Адрес: 350044 г. Краснодар,
ул. Калинин, 13
тел/факс (861) 221-66-16
E-mail: sekretar_nibioitech@mail.ru

Всего страниц 1 (одна)

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ
№ 3в.01.20 от 31 января 2020 г.

Наименование продукции: Хлеб из смеси пшеничной муки (50%), рисовой муки (20),
кукурузной муки (20%) и рисовой муки (10%)
Дата выработки: 20.01.2020.
Заявитель: Айрумян Вагн Юрикович
Аспирант Факультета перерабатывающих технологий
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ им. И.Т. Трубилина
Цель исследования: Научная работа
Дата проведения испытания: 21.01.- 31.01.2020

Определяемые показатели	ИД на метод испытания	Допустимые уровни	Результат испытания
Токсичные элементы, мг/кг:			
Свинец	ГОСТ 30178-96	не более 0,35	0,07±0,001
Мышьяк	ГОСТ 31628-2012	не более 0,15	Менее 0,001
Кадмий	ГОСТ 30178-96	не более 0,07	0,03±0,004
Ртуть	ГОСТ Р 53183-2008	не более 0,015	Менее 0,001
Микотоксины, мг/кг:			
Дезоксиниваленол	МУ 5177-90 п.2.2	Не более 0,7	Менее 0,05
Зеараленон	МУ 5177-90 п.3.3	Не более 0,2	Менее 0,0005
Пестициды, мг/кг:			
ГХЦГ (α,β,γ-изомеры)	МУ 2142-80	Не более 0,5	Менее 0,005
ДДТ и его метаболиты		Не более 0,02	Менее 0,005

Заведующая лабораторией по определению показателей безопасности

Т.Г. Сурелкова

Руководитель ИЛ

И.В. Донченко

Примечание:

- данный протокол оформлен в двух экземплярах: 1 экз. – заказчику, 1 экз. – в ИЛ «Центр качества пищевой продукции»;
- запрещается частичное или полное копирование, перепечатка протокола без разрешения ИЛ;
- воспроизведение данного протокола об испытании разрешается только в форме полного факсимильного факса;
- протокол испытаний распространяется только на образцы, подвергнутые испытанию.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Акты производственных испытаний

Утверждаю



Исполнительный предприниматель

И.Ю.Наникова

Ю.К.Я. 2020 г

производственных испытаний способа приготовления хлеба «Лучик»

Мы, нижеподписавшиеся, представители : ИП Наниковой И.Ю. Технолог Парасочка В.В.; ФГОУ ВО Кубанского государственного аграрного университета им. И. Т.Трубилина: профессор кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции Сокол Наталья Викторовна; аспирант 4 курса факультета перерабатывающих технологий Айрумян Ваагн Юрикович составили настоящий акт о том, что «12»
июня 2020 г. были проведены производственный испытания способа производства хлеба «Лучик», приготовленного из муки пшеничной общего назначения с использованием рисовой мучки и другого сырья согласно рецептуре, разработанного на кафедре технологии хранения и переработки растениеводческой продукции ФГОУ ВО Кубанского государственного аграрного университета им. И. Т.Трубилина.

При проведении испытаний использовали следующее сырье: муку пшеничную общего назначения типа М55-23, дрожжи хлебопекарные прессованные, соль поваренную пищевую, мучку рисовую, пектин яблочный. В качестве базовой рецептуры (контроля) была принята рецептура хлеба белого из пшеничной муки первого сорта

Тесто готовили ускоренным способом по интенсивной «холодной» технологии из всего сырья, предусмотренного рецептурой и расчетного количества воды, обеспечивающего влажность 46,5% и начальную температуру теста 23 – 27°С на тестомесильной машине до получения однородной массы. Следует отметить способ внесения пектина: пектин тщательно перетирался с солью, затем в смесь добавляли воду,

предназначенную по расчету для приготовления солевого раствора, смесь полностью растворяли и вносили при замесе теста.

После замеса тесто подвергали отлежке в течение 15 – 20 мин в условиях пекарного зала, затем его разделявали на тестовые заготовки определенной массы с учетом производственного упека и усушки для получения формового и подового хлеба массой 0,3кг.

При интенсивном способе тестоприготовления тестовым заготовкам после округления целесообразно дать предварительную расстойку, которую проводили в условиях пекарного зала на вагонетках в течение 10 – 20 минут при температуре 28 – 30°C и относительной влажности воздуха 45 – 50%.

Далее сформованные тестовые заготовки направляли на окончательную расстойку, которую осуществляли в расстойных шкафах в течение 70 – 90 мин при температуре 35 – 38°C и относительной влажности воздуха 75 – 85%. Хлеб «Лучик» выпекали в пекарной камере с пароувлажнением в начальной стадии выпечки. Продолжительность выпечки составляет 20 – 45 минут при температуре 215 – 250°C.

Рецептура и режим приготовления теста представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Рецепт и режим приготовления теста для хлеба «Лучик»

Наименование сырья, полуфабрикатов и показателей процесса	тесто
Мука пшеничная общего назначения М55-23, кг	90
Мучка рисовая, кг	10
Дрожжи хлебопекарные прессованные, кг	1,5
Соль поваренная пищевая, кг	1,3
Пектин яблочный, кг	0,3
Вода, кг	24,6
Влажность, %	46,5
Температура начальная, °C	23 – 27
Продолжительность, мин	
– отлежки	20
– предварительной расстойки	10 – 20
– окончательной расстойки	70 – 90
Кислотность конечная теста, град, не более	2,5 – 3,0

Органолептические и физико-химические показатели качества хлеба «Лучик» приведены в таблицах 2 – 3.

Таблица 2 — Органолептические показатели качества хлеба «Лучик»

Наименование показателя	Характеристика
1. Внешний вид	
- форма:	
подового	Округлая, не расплывчатая, без притисков
формового	Соответствующая хлебной форме, в которой производилась выпечка, без боковых выплывов, без загрязнений.
- поверхность	Гладкая, без крупных трещин и подрывов
- цвет	Светло-желтый, без подгорелости
2. Состояние мякиша	
- пропеченность	Пропеченный, не липкий, не влажный на ощупь, эластичный. После легкого надавливания пальцами мякиш принимает первоначальную форму.
- промес	Без комочков и следов непромеса.
- пористость	Развитая, без пустот и уплотнений. Не допускается отрыв корки от мякиша.
3. Вкус и запах	Свойственные данному виду изделия, без посторонних привкусов и запахов.

Таблица 3 – Физико-химические показатели качества хлеба «Лучик»

Наименование показателя	Значение для хлеба	
	подового	формового
Влажность мякиша, %, не более	43	44,0
Кислотность мякиша, град, не более	3,0	3,0
Пористость мякиша, %, не менее	65	70

Качество хлеба «Лучик» из муки пшеничной хлебопекарной общего назначения типа М55-23 и мучки рисовой соответствует требованиям ТУ 10.71.11-402-00493209-2020.

Анализ качественных показателей выпеченного хлеба показал, что:

1. Использование мучки рисовой в производстве хлеба позволяет получать изделия с хорошими показателями качества.

2. Органолептические и физико-химические показатели качества хлеба, выработанного с использованием мучки рисовой, практически не отличаются

от контрольного образца. Отмечено, что внесение в рецептуру хлеба не вызывает видимого изменения формы, поверхности, цвета и состояния мякиша хлеба (его эластичности и пористости) по сравнению с контролем. Наличие рисовой муки даже не ощущается на вкус и запах.

Заключение

По результатам производственных испытаний хлеб «Лучик» из муки пшеничной общего назначения типа М55-23 с использованием муки рисовой можно рекомендовать для выработки хлебопекарными предприятиями с целью расширения ассортимента хлебобулочных изделий с повышенной пищевой и биологической ценностью в качестве профилактического продукта питания.

В чем и расписываемся:

Технолог



В.В.Парасочка

Профессор кафедры технологии
хранения и переработки
растениеводческой продукции



Н. В. Сокол

Аспирант 4 курса факультета
перерабатывающих технологий



В. Ю. Айрумян

Утверждаю



И.Ю.Наникова

12 июля 2020 г.

производственных испытаний способа приготовления
хлеба «Маняя»

Мы, нижеподписавшиеся, представители: ИП Наниковой И.Ю. Технолог Парасочка В.В.; ФГОУ ВО Кубанского государственного аграрного университета им. И. Т.Трубилина: профессор кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции Сокол Наталья Викторовна; аспирант 4 курса факультета перерабатывающих технологий Айрумян Ваагн Юрикович составили настоящий акт о том, что «12» июля 2020 г. были проведены производственный испытания способа производства хлеба «Маняя», приготовленного из муки пшеничной общего назначения с использованием композитной мучной смеси: муки кукурузной, муки рисовой, рисовой мучки и другого сырья согласно рецептуре, разработанного на кафедре технологии хранения и переработки растениеводческой продукции ФГОУ ВО Кубанского государственного аграрного университета им. И. Т.Трубилина.

При проведении испытаний использовали следующее сырье: муку пшеничную общего назначения типа М55-23, муку кукурузную, муку рисовую, дрожжи хлебопекарные прессованные, соль поваренную пищевую, мучку рисовую, пектин яблочный. В качестве базовой рецептуры (контроля) была принята рецептура хлеба белого из пшеничной муки первого сорта

Тесто готовили ускоренным способом по интенсивной «холодной» технологии из всего сырья, предусмотренного рецептурой и расчетного

количества воды, обеспечивающего влажность 46,5% и начальную температуру теста 23 – 27°C на тестомесильной машине до получения однородной массы. Следует отметить способ внесения пектина: пектин тщательно перетирался с солью, затем в смесь добавляли воду, предназначенную по расчету для приготовления солевого раствора, смесь полностью растворяли и вносили при замесе теста.

После замеса тесто подвергали отлежке в течение 15 – 20 мин в условиях пекарного зала, затем его разделявали на тестовые заготовки определенной массы с учетом производственного упека и усушки для получения формового и подового хлеба массой 0,3кг.

При интенсивном способе тестоприготовления тестовым заготовкам после округления целесообразно дать предварительную расстойку, которую проводили в условиях пекарного зала на вагонетках в течение 10 – 20 минут при температуре 28 – 30°C и относительной влажности воздуха 45 – 50%.

Далее сформованные тестовые заготовки направляли на окончательную расстойку, которую осуществляли в расстойных шкафах в течение 70 – 90 мин при температуре 35 – 38°C и относительной влажности воздуха 75 – 85%. Хлеб «Лучик» выпекали в пекарной камере с пароувлажнением в начальной стадии выпечки. Продолжительность выпечки составляет 20 – 45 минут при температуре 215 – 250°C.

Рецептура и режим приготовления теста представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Рецепт и режим приготовления теста для хлеба «Мания»

Наименование сырья, полуфабрикатов и показателей процесса	тесто
Мука пшеничная общего назначения М55-23, кг	50
Мука рисовая, кг	20
Мука кукурузная, кг	20
Мучка рисовая, кг	10
Дрожжи хлебопекарные прессованные, кг	1,5
Соль поваренная пищевая, кг	1,3
Пектин яблочный, кг	0,3

Вода, кг	18,7
Влажность, %	46,5
Температура начальная, °С	23 – 27
Продолжительность, мин	
– отлежки	20
– предварительной расстойки	10 – 20
– окончательной расстойки	70 – 90
Кислотность конечная теста, град, не более	2,5-3,0

Органолептические и физико-химические показатели качества хлеба «Манья» приведены в таблицах 2 – 3.

Таблица 2 — Органолептические показатели качества хлеба «Манья»

Наименование показателя	Характеристика
1. Внешний вид	
- форма:	
подового	Округлая, не расплывчатая, без притисков
формового	Соответствующая хлебной форме, в которой производилась выпечка, без боковых выплывов.
- поверхность	Гладкая, без крупных трещин и подрывов
- цвет	Светло-желтый, без подгорелости
2. Состояние мякиша	
- пропеченность	Пропеченный, не липкий, не влажный на ощупь, эластичный. После легкого надавливания пальцами мякиш должен принимать первоначальную форму.
- промес	Без комочков и следов непромеса.
- пористость	Развитая, без пустот и уплотнений. Не допускается отрыв корки от мякиша.
3. Вкус и запах	Свойственные данному виду изделия, без посторонних привкусов и запахов. Ощущается легкий аромат кукурузной муки.

Таблица 3 – Физико-химические показатели качества хлеба «Манья»

Наименование показателя	Значение для хлеба	
	подового	формового
Влажность мякиша, %, не более	43	44,0
Кислотность мякиша, град, не более	3,0	3,0
Пористость мякиша, %, не менее	65	70

Качество хлеба «Манья» из муки пшеничной общего назначения типа М55-23 и композитной мучной смеси соответствует требованиям ТУ 10.71.11-403-00493209-2020.

Анализ качественных показателей выпеченного хлеба показал, что:

1. Использование композитной смеси на основе муки рисовой, муки кукурузной и рисовой мучки в производстве хлеба позволяет получать изделия с хорошими показателями качества.

2. Органолептические и физико-химические показатели качества хлеба, выработанного с использованием композитной смеси, незначительно отличаются от контрольного образца. Отмечено, что внесение в рецептуру хлеба композитной смеси не вызывает видимого изменения формы, поверхности, цвета и состояния мякиша хлеба (его эластичности и пористости) по сравнению с контролем. Незначительно ощущается привкус и аромат кукурузной муки.

Заключение

По результатам производственных испытаний хлеб «Манья» из муки пшеничной общего назначения типа М55-23 с использованием композитной смеси можно рекомендовать для выработки хлебопекарными предприятиями с целью расширения ассортимента хлебобулочных изделий с повышенной пищевой и биологической ценностью в качестве профилактического продукта питания.

В чем и расписываемся:

Технолог



В.В.Парасочка

Профессор кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции



Н. В. Сокол

Аспирант 4 курса факультета перерабатывающих технологий



В. Ю. Айрумян

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
Разработанная техническая документация

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
 ФГБОУ ВО «КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
 УНИВЕРСИТЕТ имени И. Т. ТРУБИЛИНА»
 (Кубанский ГАУ)

ОКПД-2 10.71.11.110

Группа Н32
ОКС 67.060

УТВЕРЖДАЮ
 Проректор по научной работе
 д-р биол. наук, профессор
А. Г. Кондаев
 «16» июня 2020 г



ХЛЕБ
«Лучик»
 Технические условия
 ТУ 10.71.11-402-00493209-2020

(Вводятся впервые)

Дата введения в действие –

СОГЛАСОВАНО:
 Директор НИИ
 «Биотехнологии и сертификации
 пищевой продукции»
 д.т.н., профессор
Л. В. Донченко
 «13» июня 2020 г



РАЗРАБОТАНО:
 Аспирант 4 курса факультета
 перерабатывающих технологий
В. Ю. Айрумян
 «09» июня 2020 г

Профессор кафедры технологии
 хранения и переработки
 растениеводческой продукции, д.т.н.,
Н. В. Сокол
 «09» июня 2020 г

Краснодар
 2020 г

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ФГБОУ ВО «КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени И. Т. ТРУБИЛИНА»
(Кубанский ГАУ)

РЕЦЕПТУРА

Хлеб «Лучик»

ТУ 10.71.12 – 402 – 00493209 – 2020

РЦ 00493209 – 402 – 20

Производится по технологической инструкции ТИ 00493209 – 402 – 20

Срок введения 16 июня 2020

Краснодар
2020

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ФГБОУ ВО «КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени И. Т. ТРУБИЛИНА»
(Кубанский ГАУ)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

к ТУ 10.71.12 – 402 – 00493209 – 2020

по производству хлеба «Лучик»

ТИ 00493209 – 402 – 20

Срок введения с 16 июня 2020г

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
 ФГБОУ ВО «КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
 УНИВЕРСИТЕТ имени И. Т. ТРУБИЛИНА»
 (Кубанский ГАУ)

ОКПД-2 10.71.11.110

Группа НЗ2
ОКС 67.060

УТВЕРЖДАЮ:
 Проректор по научной работе,
 д-р биол. наук, профессор
Ю. А. Г. Котцаев
 «16» июля 2020 г



ХЛЕБ
«Маня»
 Технические условия
 ТУ 10.71.11-403-00493209-2020

(Вводятся впервые)

Дата введения в действие –

СОГЛАСОВАНО:

Директор НИИ
 «Биотехнологии и сертификации
 пищевой продукции»,
 д-р техн. наук, профессор
Л. В. Донченко
 «16» июля 2020 г



РАЗРАБОТАНО:

Аспирант 4 курса факультета
 перерабатывающих технологий
В. Ю. Айрумян
 «09» июля 2020 г

Профессор кафедры технологии
 хранения и переработки
 растениеводческой продукции,
 д-р техн. наук, профессор
Н. В. Сокол
 «09» июля 2020 г

Краснодар
2020 г

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ФГБОУ ВО «КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени И. Т. ТРУБИЛИНА»
(Кубанский ГАУ)

РЕЦЕПТУРА

Хлеб «Маня»

ТУ 10.71.12 – 403 – 00493209 – 2020

РЦ 00493209 – 403 – 20

Производится по технологической инструкции ТИ 00493209 – 403 – 20

Срок введения 16 мая 2020г.

Краснодар
2020

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ФГБОУ ВО «КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени И. Т. ТРУБИЛИНА»
(Кубанский ГАУ)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

к ТУ 10.71.12 – 403 – 00493209 – 2020

по производству хлеба «Маняя»

ТИ 00493209 – 403 – 20

Срок введения с *16 июля 2020 г.*