

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВПО «КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Н. В. Сокол, А. А. Болдина, Н. С. Санжаровская

ПРИМЕНЕНИЕ РИСОВОЙ МУЧКИ
В ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ
И МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Монография

Краснодар
КубГАУ
2016

УДК 664.664
ББК 36.83
С59

Р е ц е н з е н т ы :

А. Т. Казарцева – д-р с.-х. наук, профессор
(Кубанский государственный аграрный университет);

О. Ф. Колесникова – канд. с.-х. наук
(Краснодарский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства)

Сокол Н. В.

С59 Применение рисовой мучки в технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий : монография / Н. В.Сокол, А. А. Болдина, Н. С. Санжаровская. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 153 с.

ISBN 978-5-00097-038-6

В монографии изложены результаты собственных исследований по разработке технологий производства хлеба и безглютеновых мучных кондитерских изделий, обогащенных рисовой мучкой. Установлены оптимальные режимы процесса тестоприготовления. Обоснована пищевая и энергетическая ценность хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, обогащенных рисовой мучкой.

Издание предназначено для научных работников, аспирантов, студентов высших и средних специальных учебных заведений пищевого направления, предпринимателей и руководителей предприятий пищевой промышленности.

УДК 664.664
ББК 36.83

© Сокол Н. В., заключение, главы 3–4, 2016
© Болдина А. А., введение, главы 2–4, 2016
© Санжаровская Н. С., главы 1, 3, 2016
© ФГБОУ ВПО «Кубанский
государственный аграрный
университет», 2016

ISBN 978-5-00097-038-6

Оглавление

Предисловие	5
Глава 1. Обоснование процесса производства хлеба и безглютеновых мучных кондитерских изделий функционального назначения	7
1.1 Основные направления развития функционального питания.....	7
1.2 Характеристика зерна риса.....	14
1.3 Ассортимент и существующие технологии производства хлебобулочных и мучных кондитерских изделий.....	27
с использованием продуктов переработки риса.....	30
1.4 Медицинские аспекты целиакии.....	35
1.5 Современное состояние и перспективы развития производства безглютеновых продуктов питания.....	41
Глава 2. Комплексное исследование химического состава рисовой мучки и способов повышения стойкости при хранении	41
2.1 Комплексное исследование химического состава и показателей безопасности рисовой мучки.....	42
2.1.1 Белковый комплекс рисовой мучки.....	46
2.1.2 Липидный комплекс рисовой мучки.....	48
2.1.3 Углеводный комплекс рисовой мучки.....	49
2.1.4 Витаминный комплекс рисовой мучки.....	50
2.1.5 Минеральный комплекс рисовой мучки.....	51
2.1.6 Оценка безопасности рисовой мучки.....	53
2.2 Разработка способов и оптимальных режимов обработки рисовой мучки с целью повышения стойкости при хранении.....	53
2.2.1 Показатели изменения микрофлоры рисовой мучки в процессе хранения.....	55
2.2.2 Изменение липидного комплекса рисовой мучки в процессе хранения.....	56
2.2.3 Исследование активности ферментов липазы и липоксигеназы в процессе хранения рисовой мучки.....	59
2.2.4 Разработка способов и оптимальных режимов обработки рисовой мучки при хранении.....	

Глава 3. Разработка технологии и рецептуры хлеба функционального назначения с применением рисовой муки	66
3.1 Изучение влияния рисовой муки на хлебопекарные свойства пшеничной муки.....	66
3.1.1 Влияние рисовой муки на белково-протеиназный и углеводно-амилазный комплексы пшеничной муки.....	74
3.1.2 Исследование влияния рисовой муки реологические свойства теста.....	79
3.1.3 Влияние рисовой муки на активность размножения дрожжевых клеток при брожении теста.....	81
3.2 Разработка технологии и рецептуры хлеба с использованием рисовой муки	81
3.2.1 Влияние дозировки рисовой муки на качество хлеба.	82
3.2.2 Математическое моделирование качества хлеба при внесении рисовой муки.....	89
3.2.3 Влияние способов приготовления теста и пофазного внесения рисовой муки на качество хлеба.....	94
3.3 Оценка качества обогащенного рисовой мукой хлеба функциональной направленности.....	99
3.4 Расчет пищевой и энергетической ценности разработанных сортов хлеба	102
3.5 Оценка критериев безопасности хлеба «Мечта»	106
Глава 4. Разработка научно обоснованных технологий и рецептур безглютеновых мучных кондитерских изделий с применением рисовой муки.....	106
4.1 Разработка рецептур безглютеновых мучных кондитерских изделий с использованием рисовой муки	126
4.2 Изучение влияния длительности хранения на доброкачественность безглютенового печенья.....	127
4.3 Расчет пищевой и энергетической ценности разработанных новых сортов безглютенового	130
	132

печенья.....

4.4 Оценка критериев безопасности безглютеновых
мучных кондитерских изделий

Заключение.....

Список литературы.....

ПРЕДИСЛОВИЕ

Полноценное и сбалансированное питание населения России является одним из важнейших факторов, определяющих здоровье нации. Значимость влияния данного фактора подтверждается приоритетным направлением государственной политики Российской Федерации в области улучшения здоровья населения. Эта государственная стратегия нашла отражение и регламентирована основными нормативными документами – распоряжением Правительства РФ от 25.10.2010 (№ 1873-р) «Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания на период до 2020 года»; Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденной Президентом России 30.01.2010; законом «О хлебе», принятом в апреле 2010 г. в Краснодарском крае. Согласно этим документам предусматриваются обеспечение населения качественным, безопасным продовольствием и создание благоприятных условий, направленных на удовлетворение потребностей различных групп населения в рациональных здоровых продуктах питания [28, 62, 130].

Основными способами реализации государственной политики в области здорового питания населения РФ являются разработка высокоэффективных технологий в перерабатывающих отраслях АПК, поиск новых отечественных сырьевых источников и создание продуктов питания нового поколения, обогащенных эссенциальными микронутриентами.

С учетом значительных объемов производства и переработки зерна риса в Краснодарском крае особый интерес представляет вторичное сырье его переработки – рисовая мука. Она является ценным источником пищевых функциональных ингредиентов, однако в настоящее время практически не используется.

В связи с этим становится актуальной разработка технологий производства хлеба и безглютеновых мучных кондитерских изделий с использованием вторичных продуктов переработки зерна риса, что позволит повысить пищевую ценность готовых изделий, увеличить ассортимент продуктов диетического и профилактического питания и обеспечить безотходность и экологическую чистоту производства рисовой крупы.

ОБОСНОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБА И БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

1.1 Основные направления развития функционального питания

Образ жизни и питание – важнейшие факторы, обеспечивающие здоровье человека, его способность к труду, умение противостоять внешним неблагоприятным воздействиям. Именно они определяют качество жизни и ее продолжительность. Современный этап развития человеческого общества характеризуется как выдающимися достижениями в области развития науки, техники, технологий, так и возникновением и нарастанием экологических проблем, психоэмоциональных нагрузок, изменением ритма жизни.

Питание в этой системе служит детерминирующим фактором, обеспечивающим здоровье, работоспособность, творческий потенциал нации. Поэтому формирование согласованной государственной и общественной политики в области здорового питания является актуальной и жизненно важной задачей.

Многообразием требований к здоровому питанию, отсутствием единого, официально закрепленного термина «здоровое питание» объясняется обилие названий, характеризующих его основополагающие принципы: рациональное, сбалансированное, адекватное, лечебно-профилактическое, оптимальное. В совокупности под этим термином понимают питание, сохраняющее и укрепляющее здоровье [30, 127, 134, 147].

Изменения демографической ситуации, произошедшие в России в последние годы, показывают, что в 2013 г., по сравнению с 2005 г. увеличилась продолжительность жизни, возросла рождаемость, а значит – численность детей в возрасте до 10 лет. Все это стало результатом мер, предпринимаемых Правительством РФ. Структуру питания населения России необходимо формировать с учетом вышеназванных тенденций. Для каждой возрастной группы характерны свои метаболические и физиологические особенности организма и разные потребности в основных макро- и микронутриентах, а значит – свой рацион питания [134, 139, 145].

Таким образом, здоровое питание – это основополагающее понятие, подразумевающее под собой продукты общего и специального назначения: органические, функциональные, корректирующие, профилактические, лечебные, ориентированные на детей и разные социальные группы.

Обеспечение населения высококачественной и безопасной пищей – непреложное условие сохранения и укрепления здоровья любой нации. От качества питания в целом и отдельных его компонентов, в частности, напрямую зависит состояние здоровья человека. Питание в 80 % случаев лежит в основе возникновения, развития и течения известных патологических состояний или оказывает существенное влияние на это [34, 72, 74, 103, 127, 135].

За период с 1998 г. по настоящее время разработано свыше 4000 видов пищевых продуктов, обогащенных биологически ценными компонентами, в том числе до 40 % продуктов детского питания.

Несмотря на положительные тенденции, питание большинства взрослого и части детского населения не соответствует современным требованиям. В рационе россиян по-прежнему отмечают избыток высококалорийных продуктов с большим содержанием животного жира и

простых углеводов, недостаток овощей и фруктов, рыбы и морепродуктов, что приводит к росту избыточной массы тела и ожирению. Распространенность этих заболеваний за последние 8–9 лет возросла с 19 до 23 % [9, 71].

Результаты массовых обследований всех групп населения (детей, студентов, беременных женщин, представителей различных профессий) в разных регионах страны однозначно свидетельствуют о крайне недостаточном потреблении витаминов и ряда минеральных веществ. Согласно последним исследованиям, для 70–90 % населения характерен дефицит витамина С; 40–80 % – витаминов группы В и фолиевой кислоты; 40–60 % – витамина А, β-каротина и других каротиноидов; 20–30 % – витамина В₁₂; 20–30 % – витамина Е. Дефицит витаминов в питании населения во многих регионах сочетается с недостаточным поступлением макро- и микроэлементов (до 55 %). Дефицит железа, кальция, фтора, селена, йода приводит к развитию алиментарно-зависимых заболеваний. Кроме того, у 60 % населения, постоянно проживающих в условиях повышенного загрязнения окружающей среды, существует опасность накопления в организме токсических веществ [1, 74, 136].

Законодательные предпосылки к развитию индустрии здорового питания в нашей стране существуют. Утверждены Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 г. (Указ Президента Российской Федерации от 12.05.2009 № 537), Доктрина продовольственной безопасности (Указ Президента Российской Федерации от 30.01.2010 № 120), Основы государственной политики в области здорового питания населения до 2020 г. (распоряжение Правительства Российской Федерации от 25.10.2010 № 1873-р) [28, 62, 112].

В последние годы в Японии, США, странах Евросоюза и др. широкое распространение получила группа продуктов, определяемых как функциональные.

Согласно национальному стандарту Российской Федерации (ГОСТ Р 52349-2005 «Продукты пищевые

функциональные») функциональный пищевой продукт (ФПП) – пищевой продукт, предназначенный для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения, снижающий риск развития заболеваний, связанных с питанием, сохраняющий и улучшающий здоровье за счет наличия в его составе физиологически функциональных пищевых ингредиентов [24, 130].

Сегодня объем мирового рынка функциональных продуктов питания соответствует порядка 40 млрд долл. США. Ожидалось, что к 2015 г. этот показатель увеличится в несколько раз. Объем производства функциональных продуктов в России составляет не более 2 % общего объема производства продуктов питания (рисунок 1).

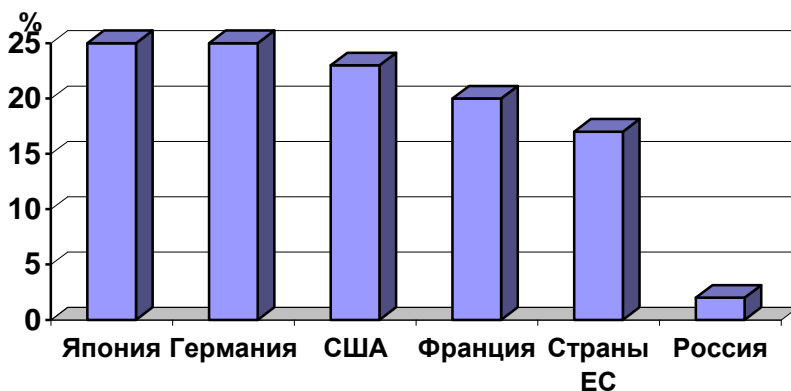


Рисунок 1 – Доля функциональных продуктов в общем объеме производства продуктов питания [74]

Рынок функциональных продуктов питания (ФПП) стремительно формируется и в России. Продукты функционального назначения, представленные на российском рынке, можно объединить в четыре группы: продукты на основе зерновых (в том числе хлебобулочные и кондитерские изделия); безалкогольные напитки; молочные продукты и продукты масложировой отрасли. Критериями обогащения

хлебобулочных изделий являются зерновой состав («8 злаков»), «Воскресный», «Самарские хлебцы», «Бурже»), добавление отрубей («Сувита», «Целебный»), семян подсолнечника, льна и сои. Различают также йодированный и витаминизированный хлеб. Сухие завтраки обогащают витаминами, минералами, клетчаткой и отрубями, что очень полезно для профилактики и нормализации деятельности желудочно-кишечного тракта и способствует повышению питательной ценности продукта. Среди кондитерских изделий выделяют диабетические продукты питания на основе натуральных сахарозаменителей, а также продукты, обогащенные витаминами и фруктовыми добавками. Производители любой продукции в этой категории ориентируются на максимально широкую группу потребителей, хотя в ассортименте большинства компаний представлены продукты «узкой специализации», в зависимости от особенностей состава (лечебно-профилактические, диетические, диабетические).

В области масложировой продукции с функциональными свойствами ученые и производители в настоящее время пошли по пути создания ассортимента комбинированных (облегченных) масел и низкожирных маргаринов и майонезов с функциональными ингредиентами.

Безалкогольные напитки, в том числе соки, сокодержавные напитки, морсы, квасы, чаи, содержащие функциональные ингредиенты, органично вошли в жизнь россиян. Спрос на них среди основных групп населения в настоящее время увеличивается. Особое внимание специалисты пищевой промышленности обращают на выпуск продуктов детского питания. В соответствии с современными медицинскими требованиями эти продукты должны быть обогащены витаминами и минеральными веществами. К ним относят широко известные продукты: «Малыш», «Малютка», «Малютка Истринская», «Бебелак», «Бебелак-2», «Бебелак Соя». Для питания детей дошкольного и школьного возраста

рекомендуют произведенные компанией Nestle хрустящие кукурузные хлопья, обогащенные 8 витаминами и железом, а также быстрорастворимый шоколадный напиток «Nesquik». Для больных диабетом предлагают производимое французской компанией Nutrition&Sante печенье с фруктовой начинкой, обогащенное витаминами А, С, Е, В₆, пантотеновой кислотой, минеральными веществами – железом, магнием и цинком.

Несмотря на обилие ФПП, первым продуктом, которому был присвоен такой статус, принадлежал непосредственно молочной группе. В России традиционно производители выпускают широкий ассортимент кисломолочных продуктов, значительная часть которых производят с использованием ацидофильных молочнокислых палочек. Клинические испытания этих продуктов показали их высокое лечебно-профилактическое действие при различных желудочно-кишечных заболеваниях. Интерес к продуктам, направленным на нормализацию состава или повышение биологической активности микрофлоры кишечника, увеличивается с каждым годом. Эксперты называют их «продуктами здоровья» и считают, что в XXI в. они будут занимать наибольший объем в производстве молочной продукции [2, 36, 71, 74].

Сегодня основными потребителями ФПП являются, преимущественно, женщины в возрасте 25–35 лет и дети до 12 лет. В то же время компании-производители стремятся с помощью соответствующих рекламных кампаний завоевать другие целевые группы населения, например пожилых людей и мужчин.

Российский рынок ФПП на данный момент недостаточно насыщен. Компании, занимающиеся производством ФПП на территории Российской Федерации, являются в подавляющем большинстве филиалами или представительствами иностранных фирм. Для удовлетворения потребностей населения Россия импортирует необходимое количество этой продукции.

За 2006–2011 гг. объем производства функциональных продуктов на территории Российской Федерации увеличивался в среднем на 9 % в год. До кризиса 2008–2009 гг. производство возрастало достаточно высокими темпами. В 2009 г., на который пришелся пик производства, по результатам рассмотренных 6 лет, рост объемов производства по отношению к 2006 г. составил почти 400 %. После 2009 г. наблюдался резкий его спад в 2010 г. и далее происходило последующее небольшое снижение в 2011 г., что объясняется медленным развитием отрасли в связи с кризисной ситуацией.

Тем не менее, по прогнозам аналитиков, в долгосрочной перспективе ожидается дальнейший рост производства на несколько процентов в год, что обусловливается недостаточным насыщением рынка на данном этапе его развития.

По географической структуре специализированное производство ФПП не сильно диверсифицировано и представлено относительно небольшим числом компаний на рынке, в числе которых такие компании, как «Nestle Россия», ГК «Danone-Юнимилк» и другие.

Функциональные пищевые продукты на территории Российской Федерации в основном производятся в Центральном федеральном округе. На его территории расположены производственные мощности восьми наиболее крупных по годовому обороту компаний – производителей ФПП. Среди них «Вимм-Билль-Данн», «Пармалат» (производство детских смесей), «Золотые луга», «Велле» (напитки на основе злаков), «Быстров» и «Здоровяк» (сегмент каш).

Методология создания ФПП базируется на стыке пищевой и медико-биологической наук. В ее основу должны быть положены три составляющие: технология, эффективность и безопасность. Такие продукты должны быть произведены по специальным технологиям. Говорить об их функциональных

свойствах можно только тогда, когда они реально доказаны в ходе экспериментальных и клинических исследований.

В ближайшие годы наиболее перспективными будут считаться:

- разработки ФПП, произведенных на основе живых микроорганизмов, пищевых белков, антиоксидантов растительного происхождения, гидробионтов и др.;

- продукты повышенной пищевой и биологической ценности, обогащенные незаменимыми биологически активными веществами: полиненасыщенными жирными кислотами, полноценными белками, пищевыми волокнами, пробиотическими и пребиотическими компонентами, антиоксидантами, минеральными веществами и др. [68].

В настоящее время пищевая и перерабатывающая промышленность России по своему развитию не удовлетворяет потребность населения в функциональных и специализированных продуктах. Для детей вырабатывают около 20 % требуемого объема высококачественных мясных и плодоовощных консервов. Потребность в продуктах, произведенных на зерномолочной основе обеспечивается только на две трети, в сухих адаптивных молочных смесях – на 52 %. Установка отраслей пищевой промышленности на импортные поставки продуктов детского и функционального питания ограничивает рост производства специализированных продуктов и проведение научных исследований в данной области [9].

В связи с изложенным стали особенно актуальны научное обоснование и разработка технологий новых функциональных продуктов для различных возрастных групп, а также продуктов различной направленности, т. е. способствующих снижению риска возникновения тех или иных патологий, для ежедневного потребления, в состав которых целенаправленно и в определенных объемах введены ингредиенты, дефицит которых выявляется при массовых эпидемиологических обследованиях населения России.

1.2 Характеристика зерна риса

Одним из важнейших хлебных злаков в мире, наряду с пшеницей, является рис. По объему мирового производства он занимает второе место среди зерновых культур. Его выращивают в 112 странах, а площадь возделывания составляет более 145 млн га.

Латинское название рода *Oryza* происходит от китайского слова «*ou-li-zz*», что обозначает «хорошее зерно для пищи, кормилец рода человеческого». Для более половины населения земного шара рис – наиболее доступный продукт питания, для других – основной диетический продукт, так как он легко усваивается и отличается высокой калорийностью [44, 120].

Рис – злаковая культура с древнейшей историей выращивания. Согласно литературным данным, районом первичной доместики этой культуры является север Индокитая, а именно – верхняя Бирма, возвышенные районы Лаоса, южная часть Юньнани, Северный Вьетнам и Таиланд. В Китай, Японию, Корею и Маньчжурию культура риса проникла из Индокитая. В Индии образовался независимый центр окультуривания этого злака, далее он распространился в страны Среднего Востока и Цейлона. Из последних рис проник в Африку и Европу [18, 120].

Археологические находки, найденные в Таиланде, свидетельствует о том, что уже в XII–VII тыс. до н. э. было развито рисоводство. Были найдены обломки жатвенных ножей для риса, остатки зерна риса, отпечатки зерен и лузги на гончарных черепках и др. В Китае археологические свидетельства рисоводства были обнаружены на раскопках южнокитайских культур Цюйцзялин и Цинляньган в слоях датированных IV в. до н. э.

Европейцы познакомились с культурой риса благодаря походам Александра Македонского. В начале нашей эры на римских рынках он являлся одним из самых дешевых

продуктов, а также был рекомендован греческими врачами как наиболее усвояемый продукт. В VIII в. арабы способствовали его перемещению в Испанию, а в IX веке – в Неаполь и на Сицилию. В XV–XVII вв. на Балканы рис был привезен турками, а также частично культура этого злака была заимствована из Италии. Активное развитие рисоводства в Венгрии, Греции, Болгарии, Румынии и Югославии началось после Второй мировой войны.

Как известно, всегда у народов Средней Азии и Южного Казахстана, Азербайджана (казахов, узбеков, туркменов и др.) национальными являлись блюда, приготовленные на основе риса. Согласно историческим данным, в эти регионы рис проник в VII в. до н. э. из Индии и Ирана.

В период правления Петра Первого в России впервые появились посеы риса, но больших объемов его производство не достигло. В 20-е годы XX в. стало активно развиваться рисоводство и были освоены новые районы возделывания риса [60].

В России наиболее благоприятными условиями для рисосеяния характеризуются регионы Северо-Кавказа, а именно – Краснодарский и Ставропольский край, Ростовская область. Они являются лидерами по объемам производства риса, второе место занимает Приморский край, третья Астраханская область и республика Калмыкия [44].

Основными районированными сортами риса, используемыми в Краснодарском крае, являются Гарант, Атлант и Флагман [18, 57, 153]. Эти сорта включены в Государственный реестр селекционных достижений в 2007 г. и допущены к использованию в Северо-Кавказском регионе. Основные характеристики сортов риса представлены в таблице 1.

Зерно риса в основном используют для продовольственных целей. Из него вырабатывают крупы, для приготовления каш, супов, а в некоторых регионах – национальных блюд. В странах, производящих рис в больших

объемах, его используют для кормовых и технических целей. Для кормовых целей используют отходы переработки риса (мучка, битые зерна). На основе риса производят особые сорта водки, фитин, крахмал, которые применяют в медицинских целях и в парфюмерной промышленности.

Зародыши риса являются сырьем для получения рисового масла. За рубежом рисовую лузгу используют в строительном деле, для изготовления топливных брикетов с добавлением горючих веществ для домашних отопительных печей. В Японии, Корее, Ираке, Таиланде ее вносят в почву с целью улучшения структуры и газообмена. В США молотую лузгу добавляют в удобрения для предотвращения слеживания.

Таблица 1 – Общая характеристика трех сортов риса

Показатель	Сорта		
	Атлант	Гарант	Флагман
1	2	3	4
Метод создания	Выведен методом индивидуального отбора из гибридной популяции Лидер / Спринт с повторным отбором в селекционном питомнике. Относится к среднеспелой группе. Vegetационный период составляет 116–118 дн и незначительно меняется в зависимости от сроков посева и режимов орошения	Выведен методом индивидуального отбора из гибридной популяции ВНИИР 1063 / Модуль. Относится к среднеспелой группе. Vegetационный период – 115–118 дн	Создан методом индивидуального отбора из гибридной комбинации Лиман / Линия СП 36-88 / СТ 200–88. Относится к среднеспелой группе. Vegetационный период – 115–120 дн
Ботанические и морфологические особенности	Ботаническая разновидность – <i>var. zeravshanica Brasches</i> . Цветковые чешуи слабо опушенные, двухцветные, ребра соломенно-желтые, грани буро-желтые. Колоски без остей. Высота растений достигает 95–110 см и зависит от уровня минерального питания. Стебель средней толщины (6–8 мм), прочный. Листья зеленые, без антоциановой окраски, среднего размера. Изогнутость пластинки – слабая. Метелка компактная, длинная (19–20 см), слегка поникающая; имеет 190–250 колосков; стерильность метелок – низкая (8–10 %)	Ботаническая разновидность – <i>var. italica Alef</i> . Цветковые чешуи соломенно-желтые, колоски без остей. Высота растений – 90–100 см. Стебель средней толщины, прочный. Длина метелки – 15–17 см, плотность – 8–10 колосков на 1 см длины метелки. Метелка компактная, слегка наклонена	Ботаническая разновидность – <i>var. italica Alef</i> . Окраска цветковых чешуй – соломенно-желтая. Ости отсутствуют. Куст компактный, прямостоячий. Высота растений 85–90 см. Листья – широкие, темно-зеленой окраски, расположены под острым углом к стеблю. Метелка компактная вертикальная, длиной 16–18 см, имеет в среднем 150 колосков. Стерильность – 12–15 %

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Индивидуальные особенности	Обладает высокими темпами роста в период получения всходов. Растения легко преодолевают слой воды до 30 см. При пониженных нормах высева сорт хорошо кустится и формирует достаточно плотный стеблестой. Способен формировать стабильно высокие урожаи при относительно низкой обеспеченности минеральным питанием, особенно азотным. При созревании зерно не устойчиво к повышенным температурам и низкой относительной влажности воздуха. Интенсивность трещинообразования увеличивается при влажности зерна 17 %	Имеет высокую полевую всхожесть семян при получении всходов из-под слоя воды, поэтому пригоден для возделывания по беспестицидной технологии. По морфологическим характеристикам, относится к техногенно-интенсивным сортам, поэтому отзывчив на применение повышенного уровня минерального питания и возделывание по пласту многолетних трав	Интенсивно растет в начальный период онтогенеза, легко преодолевая слой воды в фазу всходов. Обладает повышенной склонностью к кущению. Отзывчив на использование удобрений. Листья у растений широкие, темно-зеленой окраски, расположены под острым углом к стеблю. Интенсивность окраски листьев необходимо учитывать при диагностике потребности в азоте
Устойчивость к стрессовым факторам среды	Устойчив к пирикулярриозу, поэтому выращивают без применения химических средств защиты. Обладает высокой степенью устойчивости к полеганию растений; не осыпается даже при перестое	Устойчив к пирикулярриозу. Среднеустойчив к рисовой листовой нематоде. Высокоустойчив к полеганию растений и осыпанию колосков из метелок	Поражения пирикулярриозом не отмечено. Максимально устойчив к полеганию даже на высоких агрофонах
Урожайность	Потенциальная урожайность сорта – 9–10 т/га	Потенциальная урожайность сорта – 10–11 т/га	Урожайность достигает 9 т/га

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
<p>Особенности агротехники</p>	<p>Устойчив к полеганию, но при избыточном внесении азота это свойство теряет, в результате растения полегают, зерновки прорастают, увеличивается пустозерность метелки. Норма высева составляет 5–6 млн всхожих зерен на 1 га. Способ посева: по грубо разделанной почве – разбросной сеялкой СНЦ-500 или зерновой, со снятыми сошниками; на хорошо подготовленной почве – рядовой, с заделкой семян на глубину до 1,5 см при укороченном затоплении и на 0,5–0,7 см при получении всходов из-под слоя воды. Убирают как раздельным способом, так и в режиме прямого комбайнирования</p>	<p>Оптимальный срок посева-залива – до 10 мая. Норма высева 7–8 млн всхожих зерен на га. Способ посева: по грубо разделанной почве – разбросной, сеялкой СНЦ-500 или зерновой, со снятыми сошниками; на хорошо подготовленной почве – рядовой, с заделкой семян на глубину до 1,5 см при укороченном затоплении и на 0,5–0,7 см при получении всходов из-под слоя воды. Сорт пригоден для механизированной уборки</p>	<p>Интенсивно растет в первоначальный период, и поэтому всходы, преодолевая слой воды, обладают повышенной склонностью к куцению. Оптимальная норма высева 5–6 млн всхожих зерен на 1 га. Способ посева: по грубо разделанной почве – разбросной, сеялкой СНЦ-500 или зерновой, со снятыми сошниками; на хорошо подготовленной почве – рядовой, с заделкой семян на глубину до 1,5 см при укороченном затоплении и на 0,5–0,7 см при получении выходов из-под слоя воды</p>

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
<p>Качество зерна и крупы</p>	<p>Зерно средней крупности, округлое. Отношение длины зерновки к ширине (l/b) – 1,7. Масса 1000 зерен – 28–29 г. Стекловидность – 87–91%; выход крупы составляет 71 %, целого ядра в крупе – 65–71 %. Содержание амилозы в крупе – 18,7 %, белка в зерне – 9,1 %. Крупа имеет светло-серую окраску, обладает повышенной разваримостью, во время варки ядра растрескиваются и каша приобретает полурассыпчатую консистенцию. Рекомендуется для приготовления консервов, супов</p>	<p>средней крупности. Отношение длины зерновки к ширине (l/b) – 2,0–2,1. Масса 1000 зерен – 27–2 г. Крупа белая, стекловидность – 92–98 %; выход крупы – 69–70 %; целого ядра в крупе – 95–98 %. Каша имеет рассыпчатую консистенцию. Крупа рекомендуется для использования в консервной и кондитерской промышленности</p>	<p>Зерно средней крупности. Отношение длины зерновки к ширине (l/b) – 1,9–2,0. Масса 1000 зерен – 28–29 г. Крупа белая, стекловидность – 97 %, пленчатость – 18,2 %; выход крупы – 70–71 %, целого ядра в крупе – 96–98 %. Крупа имеет рассыпчатую консистенцию</p>

Рис (*Oryza*) относится к семейству злаковых. Соцветие – метелка с одноцветковыми колосками. Известно 17 видов дикого и 2 – культурных, при этом особое значение имеет один вид рис посевной (*Oryza sativa*). В пределах этого подвида различают две ветви: индийскую – индика (узкое зерно) и китайско-японскую – японика (широкое зерно). Возделываемый в нашей стране рис в основном относят к японской ветви, но не в значительном объеме в южных районах Закавказья возделывают сорта, принадлежащие к индийской ветви. Сорта риса в значительной степени различаются между собой. Длиннозерные сорта риса характеризуются высоким содержанием амилозы (23–27 %). Коротко- и среднезерные типы отличаются более низким содержанием амилозы (15–21 %), что в значительной степени сказывается на полезных свойствах риса, в том числе и кулинарных.

Плод риса – зерновка, довольно крупная. Масса 1000 зерен – 15–35 г. Форма зерновки является одним из важных сортовых признаков и показателем, характеризующим технологические свойства риса как сырья для выработки крупы. Она покрыта цветковыми пленками, на долю которых приходится 17–23 % массы. Они бывают от разного оттенка желтого, буро-фиолетового или буровато-красного. Плодовая и семенная оболочки у риса, как и у других культур, очень тонкие, на их долю приходится 1–2 и 2–3 % массы соответственно. Окраска риса зависит от цвета плодовой и семенной оболочки.

Алейроновый слой зерновки занимает 2–4 % и представлен одним рядом клеток. Со стороны спинки он может быть многорядным. На долю зародыша приходится 2–3 %, эндосперма 65–67 %. Консистенция последнего чаще всего бывает стекловидной, но иногда – полустекловидной или мучнистой. Это прежде всего связано с высокой долей содержания амилозы в крахмале [42, 45].

Многие отечественные и зарубежные ученые проводили исследования химического состава зерна риса и продуктов его переработки [42, 55, 60, 61, 120]. Он зависит в основном от почвенно-климатических условий, района произрастания и генетических особенностей сорта. Данные о химическом составе зерна риса, в сравнении с другими культурами, представлены в таблице 2 [55, 56, 69, 120].

Таблица 2 – Средний химический состав зерна злаковых культур (100 г)

Культура	Вода, г	Белки, г	Жиры, г	Моно- и дисахариды, г	Крахмал, г	Клетчатка, г	Зольность, г	Энергетическая ценность, ккал
Пшеница мягкая яровая	14,0	11,2	2,1	1,2	54,0	2,4	1,7	290
Овес	13,5	10,0	6,2	1,1	36,5	10,7	3,2	250
Просо	13,5	11,2	3,9	1,9	54,7	7,9	2,9	311
Ячмень	14,0	10,3	2,4	1,3	48,1	4,3	2,4	264
Рис	14,0	7,4	2,6	0,9	55,2	9,0	3,9	283
Сорго	13,5	10,2	4,1	1,6	58,0	3,5	2,2	323
Кукуруза	14,0	8,3	4,0	1,6	59,8	2,1	1,2	320

Крахмал является основным элементом зерна риса. Благодаря значительному его содержанию рис отличается высокой питательной ценностью, степенью усвояемой энергии по сравнению с другими злаками (таблица 3).

Крахмальные зерна риса по форме многоугольные, состоящие из склеенных между собой мелких крахмальных гранул, по размеру достигающих – 2–4 мкм. Клетки эндосперма тонкостенные и очень плотно заполнены многогранными составными гранулами крахмала и белком, благодаря чему они хорошо усваиваются [42, 55, 61].

Рисовая крупа является ценным диетическим продуктом, так как в ней более высокие показатели содержания

доступных углеводов и энергии, чем в зерне, а содержание грубых волокон почти равно нулю [55, 61].

Таблица 3 – Среднее содержание углеводов и их усвояемость для зерновок разных злаков

Показатель	Пшеница	Кукуруза	Обрушенный рис	Ячмень	Просо	Сорго
Доступные углеводы, %	81,1	74,0	74,8	64,9	73,7	67,4
Грубые волокна, %	1,2	2,3	0,9	4,3	1,8	4,8
Энергия, ккал/100 г	436,0	461,0	447,0	454,0	459,0	447,0
Усвояемая энергия, %	86,4	87,2	96,3	81,0	87,2	79,9

Белок – второй по содержанию компонент риса, который хорошо усваивается организмом человека (на 98 %) и содержит все незаменимые аминокислоты. Его питательная ценность намного выше по сравнению с другими зерновыми культурами (таблица 4) [70].

Таблица 4 – Содержание незаменимых аминокислот в суммарных злаковых белках и потребность в них человека (%)

Аминокислота	Пшеница	Кукуруза	Рис	Ячмень	Просо	Сорго	Потребность человека, по данным ФАО
1	2	3	4	5	6	7	8
Лизин	2,6	2,5	3,5	3,2	2,2	2,5	4,2
Метионин	1,7	2,1	2,9	1,7	2,4	1,6	2,2
Триптофан	1,3	0,6	1,3	1,2	1,4	0,9	1,4
Валин	4,6	4,4	6,5	5,4	4,8	5,2	4,2

Изолейцин	3,4	2,7	4,6	3,5	3,9	5,6	4,2
Лейцин	6,9	11,2	8,0	7,2	9,6	12,7	4,8

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8
Треонин	2,6	3,2	3,5	2,9	3,3	2,7	2,8
Фенилаланин	4,3	4,1	5,2	5,1	4,8	4,3	2,8
Сырой белок, % сухого вещества	13,5	9,5	7,8	12,5	11,0	11,2	–

Белки крахмалистого эндосперма риса содержат меньше лизина, чем белки зародыша, плодовой и семенной оболочек, алейронового слоя, что связано с неравномерным распределением фракций белков во всех частях зерна риса. Так, содержание альбуминов и глобулинов увеличивается от центра к наружным слоям крахмалистого эндосперма риса. В белках риса преобладает глютелин, называемый оризенином (около 50 %), и в значительно меньшем объеме содержатся белки из групп альбуминов (9–10 %), глобулинов (6–10 %) и проламинов (4–5 %). Белки риса клейковины не образуют [55, 120, 158].

Следует отметить, что по содержанию и биологической ценности белков рис превосходит все пищевые злаки, что связано с повышенным содержанием в нем незаменимых для человека аминокислот и с незначительным танина в зерне (таблица 5) [52, 70, 133].

Жир, содержащийся в рисе, включает много ненасыщенных жирных кислот и относится к ценным пищевым маслам. Около 80 % липидов шелушенного риса содержится в отрубях и мучке; около трети липидов приходится на зародыш. В шелушенном рисе после удаления зародыша около 70 % общих липидов находится по внешней (8 %) его фракции. Самая внешняя фракция (1,4 %) включает

40 % жира, что составляет около 40 % общих липидов шелушеного риса без зародыша [52, 55, 158].

Таблица 5 – Доля незаменимых аминокислот и показатель биологической ценности белков разных злаков

Показатель	Пшеница	Кукуруза	Обрушенный рис	Ячмень	Просо	Сорго
Белок, %	12,3	11,4	8,5	12,8	13,4	9,6
Лизин, г/16 г азота	2,3	2,5	3,8	3,2	2,7	2,7
Треонин, г/16 г азота	2,8	3,2	3,6	2,9	3,2	3,3
Метионин + цистин, г/16 г азота	3,6	3,9	3,9	3,9	3,6	2,8
Триптофан, г/16 г азота	1,0	0,6	1,1	1,1	1,3	1,0
Перевариваемость истинного белка, %	96,0	95,0	99,0	88,0	93,0	84,8
Биологическая ценность, %	55,0	61,0	74,0	70,0	60,0	59,2
Таннин в зерне, %	0,5	0,5	0,1	0,8	0,7	1,9

В зерновке основная часть липидов представлена нейтральными жирами (от 64 до 88,3 %), содержащимися в разных частях плода, а также присутствуют фосфолипиды (1,5–34 %) и гликолипиды (0,1–12,2 %).

Основными жирными кислотами липидов зерна риса и продуктов его переработки являются пальмитиновая, линолевая и олеиновая.

Наиболее важное значение для человека имеет содержание витаминов, так как они входят в состав биологических катализаторов – ферментов или гормонов, являющихся мощными регуляторами обменных процессов в организме. Зерно риса богато витаминами группы В и

содержит витамин РР. Они находятся в основном в зародыше, алейроновом слое и частях эндосперма, прилегающих к алейроновому слою (таблица 6). Технологическая обработка зерна может привести почти к полному удалению витаминов группы В и минеральных веществ [52, 60].

Таблица 6 – Содержание витаминов в зерне и продуктах его переработки, мкг/ г сухого вещества

Витамин	Обрушен ные зерновки	Крупа	Отруби	Зародыши	Мучка
Каротин	0,1	Следы	4,2	1,3	0,9
Тиамин	2,1–4,5	0,8	10,1–27,9	45,3–65,0	3,6–30,0
Рибофлавин	0,4–0,9	0,1–0,4	2,0–3,4	2,7–5,0	1,4–3,4
Пиродоксин	1,6–11,0	0,4–6,2	10,3–32,1	15,2–16,0	9,6–30,8
Ниацин	44,0–62,0	3,6–22,0	241,0–590,0	15,2–99,0	228,0–385,0
Пантотенова я кислота	6,6–18,6	3,4–7,7	27,70–71,30	3,0–30,0	26,0–92,5
Биотин	0,1	0,1	0,2–0,6	0,3–0,6	0,1–0,6
Инозит	1190–1220	100–125	4630–9270	3730–6400	4280–4540
Холин	1080–1124	450–713	1279–1700	2031–3000	1020–1134
Фолиевая кислота	0,2–0,6	0,1–0,2	0,50–1,50	0,9–4,3	0,4–1,9
Токоферол	13,1	Следы	149,20	87,3	62,9

Состав минеральных веществ в зерне риса может значительно изменяться в зависимости от химического состава почв, на которых он выращен, а в продуктах переработки – от способа обработки (таблица 7) [60, 70, 133, 158].

Таблица 7 – Содержание некоторых основных химических элементов в зерне различных культур, мг/100 г

Культура	Na	K	Ca	Mg	P	Fe
Пшеница	8	325	62	114	368	5,3
Рожь	4	424	59	0	366	5,4

Гречиха	4	325	70	258	334	8,3
Рис	30	314	40	116	328	2,1
Сорго	28	246	99	127	298	4,4
Кукуруза	27	340	34	104	301	3,7

Вышеприведенные данные относительно химического состава и биологической ценности зерна риса свидетельствуют о возможности его использования в составе продуктов функциональной направленности в качестве источника биологически активных добавок с разнообразными целебными и пищевыми свойствами. При этом с учетом возможности его выращивать на Юге России обосновано использование местного сырья, что позволит не только расширить отечественную сырьевую базу, но и уменьшить затраты на перевозку, а следовательно – снизить себестоимость продукции.

1.3 Ассортимент и существующие технологии производства хлебобулочных и мучных кондитерских изделий с использованием продуктов переработки риса

В связи с активным внедрением безотходных технологий производства в сельском хозяйстве актуальным становится вопрос о более рациональном использовании вторичных продуктов переработки сельскохозяйственного сырья для расширения ассортимента ФПП [8].

Особый интерес в связи с этим вызывает возможность использования продуктов переработки риса.

Данные, опубликованные в научно-технической литературе, а также опыт работы предприятий ряда зарубежных стран свидетельствуют о том, что рисовая мука может эффективно использоваться в производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий [33].

С учетом того, что в рисе, по сравнению с другими крупами, содержится меньше белка, клетчатки и натрия, он широко применяется в лечебном и диетическом питании

больных острым и хроническим энтероколитом, сердечно-сосудистыми и другими заболеваниями [113].

В Московском государственном университете пищевых производств (МГУПП) разработана технология паровых хлебобулочных изделий с использованием рисовой муки (35 %) и сухой пшеничной клейковины (5,5 %), позволяющая повысить пищевую ценность и антиоксидантную емкость готового продукта [98].

В результате исследований, проведенных в Кубанском государственном технологическом университете (КГТУ), установлено, что внесение липидно-белковой добавки, полученной из III и IV фракций рисовой мучки, в тесто позволяет повысить количество и качество клейковины, а также улучшить структурно-механические свойства теста за счет окисления ненасыщенных жирных кислот. Установлено, что замена пшеничной муки липидно-белковой добавкой в количестве 12 % при производстве хлебобулочных изделий обеспечивает наибольший положительный эффект. В результате не только улучшаются его органолептические и физико-химические показатели, но и повышается пищевая и физиологическая ценность, а также увеличиваются срок их сохраняемости [78, 123].

Для улучшения качества хлеба из пшеничной муки первого сорта использовали дробленый рис в виде суспензии или заварки его в хлориде натрия или молочной сыворотке [4, 126].

Добавление в тесто осахаренного ферментативного полуфабриката (ОФП), приготовленного с применением рисовой мучки, ортофосфорной кислоты, бромата калия или молочной сыворотки в количестве 5–10 %, приводит к значительной активации брожения, а также улучшению пористости [49, 51].

Для активации дрожжей также используют ОФП, приготовленный с применением рисовой мучки и порошка из яблочных выжимок, что приводит к снижению количества

применяемых дрожжей на 20 % и улучшению качества хлеба [3, 50].

Были проведены исследования по использованию рисовой муки, полученной из дробленого риса, в количестве 3 % к пшеничной муке с добавлением молочной сыворотки, что способствует увеличению объема и пористости хлеба [48].

В качестве улучшителя для пшеничной муки низких сортов использовали рисовую муку в количестве 3–5 % на первых стадиях приготовления теста. Данные способы введения рисовой муки способствуют улучшению качества хлеба [3, 5].

В Могилевском государственном университете продовольствия (МГУП) разработана технология производства хлебобулочных изделий с добавлением рисовой муки. Результаты качества хлебобулочных изделий, выработанных согласно предлагаемой технологии, показали, что с увеличением количества вносимой рисовой муки изменяются как внешний вид, так и физико-химические свойства данного вида изделий. Внесение рисовой муки до 10 % способствует увеличению объема хлебобулочных изделий, улучшению структуры и пористости. Добавление рисовой муки более 20 % приводит к ухудшению эластичности теста, а также потемнению мякиша и появлению на поверхности изделий трещин и надрывов, то есть существенному снижению качества продукции [78].

В Алматинском технологическом университете (АТУ) рекомендованы технологические решения по применению муки риса и гречихи в составе комбинированной полиштаммовой закваски. Внесение муки риса и гречихи в закваску способствует сокращению продолжительности брожения на 20–30 мин, сокращению расхода прессованных дрожжей на 15–17 %, улучшению качества хлеба [148].

Специалистами Красноярского технологического техникума пищевой промышленности разработана технология производства батончиков с добавлением рисовой муки безопасным способом. Воду, рассчитанную для замеса теста,

доводят до кипения, в нее добавляют рисовую муку в количестве 7 % от общей массы муки пшеничной, охлаждают до температуры 30...33 °С и используют при замесе теста в качестве заварки. Брожение осуществляют в течение 60–70 мин при температуре 30...33 °С. Изделия выпекают при температуре 160...180 °С в течение 20–25 мин. Способ производства батонов с использованием рисовой муки позволяет ускорить все стадии технологического процесса, повысить физиологическую, пищевую и биологическую ценность продукта, расширить ассортимент изделий с улучшенными физико-химическими и органолептическими характеристиками [114].

В Японии применяется технология производства хлеба с добавлением рисовых отрубей, предварительно обработанных ферментами (амилазой, пектиназой), горячей водой и горячими растворами кислот и щелочей. Установлено, что добавление к тесту очищенных рисовых отрубей, прошедших обработку всеми перечисленными способами, способствует улучшению качества готового хлеба, а применение пектиназы способствует получению хлеба с улучшенным вкусом и ароматом [82, 123].

В Италии при выработке мучных кондитерских изделий используют рисовую клейстеризованную муку в количестве 5–10 % для уменьшения вязкости теста и повышения рассыпчатости печенья [182].

На пищевых предприятиях Японии для увеличения выхода теста и срока свежести вносят рисовую муку в количестве 4 %, так как рисовая крупа обладает высокой водопоглощательной способностью.

В Германии изготавливают пшенично-ржаной хлеб с повышенным содержанием риса. Для этого измельченный неочищенный рис смешивают с водой в соотношении 1:1 – 1:3 и варят в течение 3 ч при температуре 80 °С. Полученную смесь измельчают до однородной массы, в которую добавляют химический разрыхлитель или закваску,

подкисляющее средство и дают ей выбродить. Далее добавляют остальные компоненты (пшеничную и ржаную муку грубого помола, соль и воду) и замешивают тесто [123].

1.4 Медицинские аспекты целиакии

Развитие производства пищевой продукции, обогащенной незаменимыми компонентами, специализированных продуктов детского питания и функционального назначения, а также диетических (лечебных и профилактических) – одна из приоритетных задач государственной политики в области здорового питания.

К одной из групп специализированных продуктов питания относят изделия, не содержащие глютен (белок злаковых культур), который служит причиной возникновения хронического заболевания – *целиакии* [107, 182].

Целиакия (или глютенотная энтеропатия) – наследственное аутоиммунное заболевание тонкой кишки, которое встречается у людей разного возраста, в том числе у детей. Симптомы заболевания: хроническая диарея, задержка физического развития (у детей), усталость. Однако могут присутствовать признаки заболевания, влияющие на деятельность других органов и систем.

Целиакия возникает в связи с негативной реакцией организма на глиадин (белок) клейковины (глутена), содержащийся в пшенице. Подобные белки обнаружены также в других зерновых культурах, таких как ячмень и рожь [40, 166].

Первые упоминания о симптомах глютенотной энтеропатии были обнаружены в индийских рукописях, датированных более 2000 лет назад. Первое упоминание заболевания встречается в I в.н.э. в работах греческих врачей Aretaios Cappadozien и Aurelian. Ими впервые описаны симптомы заболевания у детей и женщин, такие как

хроническая диарея, «жирный стул», истощение и названа эта болезнь *Diathesis coeliacus* или *Morbus coeliacus*.

В 1888 г. врач Бартоломеевского госпиталя в Лондоне Samuel Gee впервые представил детальное описание клинической картины целиакии у ребенка, ставшее классическим. S. Gee называл болезнь целиакией, что в переводе с латинского языка означает «чревная болезнь». Неврологические синдромы при целиакии впервые описал лондонский врач Карнеги Браун в 1908 г. В это же время американский врач-исследователь Herter обратил внимание на нарушения полового созревания у детей с целиакией и назвал ее интестинальным инфантилизмом. Он предполагал, что у грудных детей болезнь вызывается микробной флорой. В 1909 г. Neubner (Германия) причину возникновения целиакии связал с тяжелым нарушением пищеварения, которая получила название болезнь Джи – Хертера – Хюбнера.

Только в 1950 г. голландский педиатр W. K. Dicke впервые доказал связь между непереносимостью белка злаков и развитием целиакии. В научной работе, посвященной этому заболеванию, он впервые связал причину возникновения целиакии у детей с содержащимся в пшенице глютенем (растворимой в алкоголе фракцией белка). В 1952 г. из злаков был выделен глютен и исследован его фракционный состав, который позволил выявить наиболее токсичный для больных белок глиадин. Это положение подтвердили McIver и French, впервые применившие аглютеновую диету для лечения целиакии [25, 119, 167].

Так, в медицинской литературе понятие «глютен» является собирательным, а именно – это нерастворимый в воде комплекс белков с незначительным содержанием липидов, сахаров и минералов или наименование фракций белков (проламины и глютенины). Для разных злаков проламины имеют различное название: пшеницы – глиадины, ржи – секалинины, ячменя – гордеины, овса – авенины и т. д. Однако вопрос об авенине овса остается открытым. Наиболее

высокой концентрацией проламинов отличаются пшеница, ячмень, рожь. Наименование «проламин» характеризует аминокислотный состав белка, т. е. высокое содержание проламина и глутамина [154, 157].

Характерные изменения слизистой оболочки кишечника, наблюдающиеся при возникновении целиакии, впервые описал в 1954 г. Paulley. В 1960 г. Rubin высказал предположение о том, что целиакия – это единое заболевание детей и взрослых, а с помощью аспирационной биопсии им установлен характерный для целиакии гиперрегенераторный тип атрофии.

В 1983 г. С. O'Farrelly, J. Kelly и W. Hekkens сообщили о диагностическом значении высоких титров циркулирующих антител к глиадину, положив тем самым начало интенсивному исследованию атипичных форм целиакии и ассоциации ее с другими заболеваниями [109].

В нашей стране крупных эпидемиологических исследований этого заболевания до настоящего времени не проводилось. Однако отдельные данные, полученные по регионам, свидетельствуют о распространенности заболевания, например от 1 : 85 в группах риска в Рязани до 1,2 : 1000 в Томске и 1 : 6000 в Челябинске. Предполагаемая частота заболевания в России может составлять 1 : 250–1 : 100. По клиническим данным медико-генетического центра Санкт-Петербурга, пик диагностики целиакии приходится на возраст от 1 года до 3-х лет [119].

Скрининговые эпидемиологические исследования, проведенные за последние 20 лет, свидетельствуют о том, что частота распространения целиакии в странах Европы достигает 1 %. По данным медицинских исследовательских центров, целиакия наиболее часто встречается в Европе – в Италии (один человек на 250) и Ирландии (один человек на 300). В США частота заболевания составляет 1 человек на 4700, при этом у евроамериканцев – один на 250. У китайцев, японцев и африканцев болезнь обнаруживается редко.

Целиакия в России считается крайне редким заболеванием, хотя в среднем частота распространения составляет один случай на 100–200 человек в зависимости от региона [119, 155, 156].

Существует несколько гипотез возникновения целиакии, а именно – генетическая, иммунологическая и дипептидазная.

Согласно дипептидазной теории возникновения заболевания связано со сниженной активностью дипептидаз в щеточной кайме энтероцитов. В результате не происходит необходимое отщепление пролина от молекулы глиадина, который в последующем оказывает токсическое действие на слизистую оболочку тонкой кишки.

Полагают, что в результате нарушения метаболизма в просвете кишки накапливаются глютен и его недорасщепленные продукты (фракции глиадина), оказывающие прямое токсическое действие на энтероциты, следствием чего являются атрофия слизистой тонкой кишки и развитие симптомов целиакии.

Основу иммунологической гипотезы составляет измененный иммунный ответ на глютен. Согласно этой гипотезе, первичным фактором повреждения слизистой оболочки тонкой кишки считается развитие в ней патологической иммунной реакции на глютен.

В настоящее время Всемирной ассоциацией гастроэнтерологов наиболее признана генетическая гипотеза, согласно которой глютен связывается со специфическими рецепторами энтероцитов. В результате этого взаимодействия образуются специфические иммунные продукты, которые повреждают энтероциты ворсинок слизистой оболочки тонкой кишки [109, 143].

Основной способ лечения целиакии – это элиминационная диетотерапия, т. е. строгая пожизненная безглютеновая диета. Предполагается полное исключение из рациона питания продуктов, содержащих явный глютен, а также продуктов, которые могут содержать следовое количество глютена или

скрытый глютен. Таким образом содержание глютена не должно превышать 20 мг на 1 кг продукта в пересчете на сухое вещество, согласно требованиям Международного стандарта Codex Alimentarius ВОЗ [121, 138, 169, 183]. Дополнительно назначают медикаментозную терапию, которая включает в себя дополнительный прием пищеварительных ферментов, витаминов и минеральных веществ. Лечение торпидной целиакии производят только при помощи глюкокортикоидных препаратов.

В настоящий момент в Российской Федерации ассортимент отечественных безглютеновых мучных кондитерских изделий недостаточен. Поэтому разработка и внедрение на отечественный рынок данной продукции актуальны и своевременны.

1.5 Современное состояние и перспективы развития производства безглютеновых продуктов питания

Одно из направлений исследования в области здорового питания населения – разработка рецептур и технологий производства продуктов специального назначения, в частности для больных целиакией [12, 16].

Безглютеновая диета предполагает полное исключение пищи, содержащей глиадин (глютен). Она является единственным признанным в медицине методом лечения целиакии и связанных с этим заболеванием симптомов. Согласно докладу Всемирной организации гастроэнтерологов пациенты с целиакией не должны употреблять в пищу пшеницу, рожь или ячмень в каком-либо виде. Пациенты с активно (клинически) выраженными признаками целиакии имеют повышенный риск смерти, по сравнению с населением без признаков этого заболевания. Однако этот повышенный риск приходит в норму после 3–5 лет строгого соблюдения безглютеновой диеты.

При выборе основного и дополнительного сырья и создании безглютеновых продуктов необходимо учитывать содержание в них глютена и руководствоваться Codex Alimentarius 118. В соответствии с этим кодексом безглютеновые продукты должны содержать глютена менее 20 мг/кг [154, 161, 181].

Большинство зарубежных исследований было направлено на разработку рецептур и технологий безглютеновых хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, произведенных на основе кукурузной и рисовой муки. В основном это связано с тем, что кукурузная мука является основным сырьем для производства национальных мучных изделий в странах Африки и Южной Америки, а рисовая мука – в Японии и Китае.

Болгарские ученые разработали безглютеновые смеси для приготовления хлеба, блинов, кексов или бисквитов, в состав которых входят рисовая мука, кукурузный крахмал, пектин, сухое молоко и сахар [131].

В странах СНГ проводятся исследования по разработке рецептур безглютеновых мучных изделий. Так, например, в Национальном университете пищевых технологий г. Киева была создана технология безглютенового хлеба на основе кукурузного и картофельного крахмала с добавлением 30 % рисовой и 15 % гречневой муки вместо крахмала [66].

В Киевском национальном торгово-экономическом университете была предложена рецептура безглютенового печенья с использованием сахарозаменителей (изомальта и лактила), а также налажено производство маффинов из безглютеновой муки с структурообразователями [79]. В качестве структурообразователей были выбраны кукурузный крахмал, камедь дерева тара и рожкового дерева. Установлено оптимальное соотношение сырьевых ингредиентов – рисовой муки, картофельного крахмала, камеди дерева тара и рожкового дерева, которое составляет 100 : 42 : 0,56 : 1,68 соответственно; гречневой муки, картофельного крахмала,

камеди дерева тара и рожкового дерева – 100 : 25 : 1,12 : 1,12 соответственно [73].

В Белоруссии в Научно-производственном центре пищевых технологий УП «Унитехпром БРУ» и «Белтехнохлеб» разработаны безглютеновые смеси серии «Вита» для выпуска хлебобулочной и кондитерской продукции. В их состав входят безглютеновые виды круп – кукурузная, гречневая, рисовая, изолят соевого белка, а также кукурузный, картофельный и пшеничный крахмалы, содержание белка в которых минимизировано, сухое обезжиренное молоко, загустители – гуаровая и ксантовая камедь. При выборе ингредиентов смесей учитывали не только отсутствие в них глютена, но и минимальное содержание белка [107].

На сегодняшний день большая часть разработанных в мире рецептов и технологий безглютеновых мучных изделий принадлежит крупнейшим фирмам Америки и Европы, таким как: Dr. Schaer, Aproten, GLUTANO FARMO – Италия; GULLON – Испания; Bezglutenex, Balviten, Glutenex – Польша; Maddys – США; Milupa, Hammermühle, camidaMed – Германия; Taranis – Франция; Promin, The Bridge – Великобритания. Вся продукция этих фирм защищена патентами и имеет маркировку «*gluten-free*» на упаковке (их легко узнать по наличию на упаковке перечеркнутого колоса). К сожалению, данная категория продуктов очень дорога и не всегда доступна для людей, страдающих целиакией. В среднем стоимость таких продуктов в 2,0–2,5 раза выше по сравнению со стоимостью обычных мучных изделий [17, 153].

В нашей стране для больных целиакией в 90-е годы XX в. существовал выбор либо употреблять хлеб, нормируемый ГОСТ 25832–89 (безбелковый бессолевой и безбелковый из пшеничного крахмала), но при этом обладающий низкой пищевой ценностью, либо покупать дорогие импортные смеси для выпечки хлеба [22].

В настоящий момент в России проводятся исследования по разработке новых видов безглютеновой продукции.

В Санкт-Петербургском филиале ГосНИИ хлебопекарной промышленности утверждена нормативная документация на бесклеяковинные смеси с рисовой и кукурузной мукой для производства хлебобулочных изделий, доля муки в которых составляет 20–30 % [46].

В Московском государственном университете технологий и управления имени К. Г. Разумовского были разработаны смеси для выпечки хлеба на основе нового безглютенового сырья повышенной биодоступности, полученного путем проращивания в течение 48 ч зерен риса, кукурузы, гречихи и люпина, а также дальнейшего их размалывания по отдельности и смешивания в определенных соотношениях [153]. Созданы смеси для выпечки на основе рисовой или гречневой, или кукурузной муки и крахмала в различных соотношениях, в качестве структурообразователей использовали смесь гуаровой и ксантановой камеди в соотношении 1 : 1 – 0,2 и 0,1 % соответственно, а также пектина. Разрыхлителями служат при этом карбонаты натрия и калия в соотношении 0,85 : 1,00 в количестве 0,02 % и цитрат натрия 0,02 %. Внесение кукурузной муки взамен крахмала усиливает желтый цвет мякиша, рисовой муки – белый, гречневой муки – коричневый. Отмечено, что при добавлении кукурузной и гречневой муки уменьшается удельный объем хлеба, а пористость становится более плотной и снижается пластичность мякиша [156]. Вкусовые профили хлеба, полученного из рисовой смеси, для выпечки очень близки к пшеничному хлебу, однако он имеет выраженное послевкусие рисовой муки. Вкусовые профили кукурузного и гречневого хлеба отличаются от пшеничного хлеба. Отмечены выраженное послевкусие и запах кукурузной и гречневой муки, цвет мякиша и окрас корки более интенсивный [153].

Специалисты ООО «Макарон-Сервис» создали технологию производства безглютеновых макаронных изделий из кукурузной, рисовой и гречневой муки. Анализ качества макаронных изделий, высушенных при разных технологических параметрах, показал, что температура сушки макаронных изделий из кукурузной и рисовой муки не должна превышать 60 °С. В то время как температура сушки макаронных изделий из крахмала и гречневой муки может достигать 80 °С без снижения их качества в процессе стабилизации [155].

Сотрудниками Дальневосточного федерального университета разработаны сухие смеси с добавлением облепихового шрота, предназначенные для выработки в домашних условиях хлеба, не содержащего глютен. За основу приготовления смесей выбраны разрешенные при соблюдении аглютеновой диеты виды продуктов: мука рисовая, гречневая, гороховая, кукурузная и картофельный крахмал. В качестве дополнительного сырья использовали облепиховый шрот и плодоовощные порошки [142].

В Уральском государственном экономическом университете были разработаны и запатентованы рецептуры и технологии производства сахарного печенья и кексов на основе кукурузной и рисовой муки с введением яблочного и рябинового порошка [72].

Учеными Алтайского государственного технологического университета им. И. И. Ползунова были разработаны технологии и составлены рецептуры на производство сахарного печенья, песочного полуфабриката и сырцовых пряников на основе кукурузной муки [59].

На кафедре технологии организации питания Санкт-Петербургского государственного торгово-экономического университета в сотрудничестве с учеными ГНУ ВНИИЖ РАСХН (Санкт-Петербург), ГНУ ВИР Россельхозакадемии (Санкт-Петербург), ГНУ ВНИИЛ РАСХН (Брянск), Санкт-Петербургского филиала ГОСНИИ хлебопекарной

промышленности РАСХН разработаны рецептуры и технологии приготовления безглютеновых кексов с использованием муки и белкового изолята из семян люпина. Однако они по содержанию белка уступают традиционным кексам из пшеничной муки на 35 % и безглютеновым с применением изолята белка сои – на 33,9 %. При этом полученные изделия отличаются от традиционных более высокой степенью сбалансированности белков по основным незаменимым аминокислотам [66].

В Центре прикладных исследований компании «ЭФКО» проводятся исследования по приготовлению вафельного теста из амарантовой и нутовой муки. Полученные по данной технологии вафельные листы имеют физико-химические и структурно-механические показатели качества традиционных изделий, но отличаются развитой пористостью и обладают достаточной прочностью и хрустящими свойствами.

По органолептическим характеристикам вафельные листы на основе амарантовой муки незначительно отличаются от листов, произведенных из пшеничной муки: они обладают приятным вкусом и ароматом, слегка напоминающими ореховые. Такие вафельные листы особенно хорошо сочетаются с начинками, содержащими разнообразное ореховое сырье [104].

На российском рынке ассортимент безглютеновых мучных кондитерских изделий представлен в основном достаточно дорогой продукцией импортного производства. Тем не менее спрос на них растет с каждым годом [72, 104]. Это свидетельствует о необходимости обеспечения больших качественными и недорогими, по сравнению с зарубежными, безглютеновыми продуктами российского производства. Поэтому разработка и расширение ассортимента безглютеновых кондитерских изделий отечественного производства являются актуальной и перспективной задачей отрасли.

КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РИСОВОЙ МУЧКИ И СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ ПРИ ХРАНЕНИИ

2.1 Комплексное исследование химического состава и показателей безопасности рисовой муки

Химический состав зерна риса изучен довольно подробно [54, 59, 132]. В то же время в научной литературе имеются незначительные сведения, касающиеся химического состава рисовой муки. Большая часть исследований по химическому составу риса относится к 70–90 гг. XX в. Благодаря селекции появились новые сорта риса. Технологии производства рисовой крупы претерпели изменения в связи с внедрением нового оборудования [141].

Поэтому нами были проведены исследования химического состава побочных продуктов переработки зерна риса современных сортов (Атлант, Гарант, Флагман), отобранных на рисо заводах Краснодарского края в 2010–2011 гг. (таблица 8).

Таблица 8 – Химический состав зерна риса и продуктов его переработки (среднее 2010–2011 гг.)

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

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5	6
Мучка рисовая ОАО «Славянский КХП»	16,4	16,2	52,6	25,7	8,4
Мучка рисовая ООО «ИРИС»	17,0	15,6	51,4	24,9	8,5
Мучка рисовая ООО «ЮГАГРОРЕСУРС»	16,7	16,0	51,9	25,1	8,5

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что рисовая мучка по своему химическому составу существенно отличается от зерна и крупы риса. По содержанию белка мучка превосходит зерно риса в 2,3 раза, крупу рисовую – в 2,5 раза. Она включает также повышенное количество клетчатки и минеральных элементов.

В процессе шелушения и шлифования в мучку попадает значительное количество плодовых и семенных оболочек, что обуславливает высокое содержание клетчатки (24,9–25,7 %). Рисовая мучка богата липидами, содержание которых больше в 6,1 раза, чем в целом зерне и в 16 раз, чем в крупе рисовой.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о высокой пищевой ценности рисовой мучки.

С учетом применения дифференцированного подхода к использованию мучки был изучен химический состав ее отдельных фракций. Образцы для исследования были получены при переработке зерна риса на предприятии ООО «Щедрая Кубань» в 2011 г.

2.1.1 Белковый комплекс рисовой мучки

Изучение образцов рисовой мучки, отобранной на рисо заводах Краснодарского края, показало, что содержание белка в ней колеблется от 16,4 до 17,3 %.

Белки являются незаменимым и дефицитным компонентом пищи. Известно, что соотношение белковых фракций играет большую роль при оценке пищевой ценности белка [69, 157, 168].

В образцах зерна риса, используемого на рисоперерабатывающих предприятиях Краснодарского края, был исследован фракционный состав белков в сравнении с белками зерна пшеницы. Результаты исследования представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Фракционный состав белков зерна риса, пшеницы и рисовой муки, % СВ

Объект исследования	Альбумины	Глобулины	Проламины	Глютелины	Нерастворимая фракция
Рис	11,2	4,8	4,4	63,2	16,4
Пшеница	5,2	12,6	35,6	28,2	18,4
Рисовая мука	28,2	32,9	12,6	3,92	22,4
Шлифованный рис	4,8	9,2	6,9	79,1	–

Преобладающей фракцией белков рисовой муки являются водорастворимые альбумины и глобулины. Растворимые фракции белка способствуют повышению активности дрожжевых клеток, а следовательно, влияют на газообразующую способность муки. Доля альбуминов и глобулинов в рисовой муке в сумме составляет 61 %, в то время как в целом зерне риса – 15 %, в зерне пшеницы – 18 %. В наименьшей степени в рисовой муке представлена фракция щелочерастворимых глютелинов.

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что рисовую муку можно использовать в технологическом процессе для активации дрожжей [3, 11] .

Биологическая полноценность продукта определяется аминокислотным составом, в первую очередь, незаменимыми аминокислотами. Результаты исследования аминокислотного состава рисовой муки приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Аминокислотный состав рисовой муки, шелушеного и шлифованного зерна риса, г/100 г продукта

Аминокислота	Рисовая мука	Рис	
		шелушенный	шлифованный
Аспарагиновая кислота	9,7	9,0	9,1
Треонин	4,1	3,7	3,4
Серин	4,2	5,4	5,1
Глутаминовая кислота + пролин	17,7	23,2	21,7
Глицин + аланин	10,8	10,3	9,9
Аргинин	8,9	8,5	8,2
Фенилаланин+ тирозин	9,1	9,9	8,9
Метионин + цистин	5,8	4,1	4,3
Изолейцин	4,3	4,0	4,3
Лейцин	7,8	8,2	8,0
Лизин	5,1	3,6	3,5
Валин	6,0	6,1	6,2
Триптофан	1,1	1,2	–
Сумма незаменимых аминокислот	43,3	40,8	38,6

По сумме незаменимых аминокислот рисовая мука превосходит шелушеное и шлифованное зерно риса. Отличительной особенностью аминокислотного состава рисовой муки является высокое содержание аргинина и

лизина, дефицитного для зерновых культур и продуктов их переработки.

Для оценки биологической ценности белков рисовой муки рассчитывали аминокислотный скор относительно «идеального белка» куриного [151]. Результаты расчета представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Аминокислотный скор рисовой муки

Аминокислота	Идеальный белок		Рисовая мука	
	Содержание аминокислот, мг в 1 г белка	Аминокислотный скор, % относительно шкалы ФАО/ВОЗ	Содержание аминокислот, мг в 1 г белка	Аминокислотный скор, % относительно шкалы ФАО/ВОЗ
Изолейцин	40	100	43	107,5
Лейцин	70	100	78	111,4
Лизин	55	100	51	92,7
Метионин + цистин	35	100	58	165,7
Фенилаланин + тирозин	60	100	91	151,7
Треонин	40	100	41	102,5
Триптофан	10	100	11	110,0
Валин	50	100	60	120,0

Результаты сравнительной оценки аминокислотного сора рисовой муки относительно «идеального белка» показали, что образцы муки обладают высокой биологической ценностью.

Так как одной из целей нашего исследования является создание безглютеновых мучных кондитерских изделий, в муке определяли содержание глютена. Согласно тесту фирмы «Хема» оно составило менее 2 мг/кг, что подтвердило наше предположение о возможности использования рисовой муки в качестве рецептурного компонента для производства безглютеновых изделий.

2.1.2 Липидный комплекс рисовой мучки

Рисовая мучка содержит значительное количество жира – от 14,9 до 15,8 %. Анализ литературных источников показал, что сведения о липидах рисовой мучки ограничиваются лишь их содержанием [32].

Исследование содержания различных форм связанности липидов в рисовой мучке показало, что общих суммарных липидов в мучке находится 15,8 % СВ, из них свободных – 10,9 %, связанных – 2,6 % и прочно связанных – 2,3 %.

Помимо количественного распределения, необходимо отметить и качественные различия липидов [75]. Фракционный состав липидов рисовой мучки представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Фракционный состав липидов рисовой мучки

Фракции	Содержание %
Полярные липиды	2,39
Свободные жирные кислоты	19,23
Стероллы	5,12
Моноацилглицеролы	3,27
Диацилглицеролы	2,79
Триацилглицеролы	59,19
Воски, углеводороды, эфиры стероллов	8,01

Полярные липиды в основном представлены фосфолипидами. Так как фосфолипиды обеспечивают нормальную структуру всех без исключения биомембран организма, от них напрямую зависят все многочисленные функции клетки. Были исследованы следующие группы: фосфатидилэтаноламины – 16,27 %, фосфатидилсерины – 2,64 %, фосфатидные кислоты – 2,68 %, фосфатидилхолин –

20,89 %, лизофосфатидилхолин – 14,82 %, фосфатидилинозитол – 15,69 % и гликосодержащие фосфатидилинозиты – 7,01 %.

С целью определения биологической полноценности рисовой мучки был изучен жирнокислотный состав липидов рисовой мучки (таблица 13).

Таблица 13 – Жирнокислотный состав липидов рисовой мучки, % общего количества кислот

Жирные кислоты	Рис		Рисовая мучка
	шелушенный	шлифованный	
Миристиновая	1,0	0,9	0,22
Пальмитиновая	27,5	24,0	14,48
Пальмитолеиновая	Следы	0,1	0,03
Стеариновая	2,0	2,5	1,32
Олеиновая (ω -9)	43,0	29,6	39,56
Линолевая	25,1	41,2	41,80
Линоленовая	1,0	1,1	1,44
Арахидиновая	0,2	0,4	0,70
Эйкозеновая	–	–	0,44

Жирнокислотный состав рисовой мучки на 83,29 % состоит из ненасыщенных жирных кислот. Насыщенные жирные кислоты, не обладающие физиологической активностью и играющие роль запасного энергетического вещества, представлены в основном пальмитиновой кислотой (14,5 %) [87].

Основным представителем, мононенасыщенных жирных кислот является олеиновая кислота (39,6 %), усиливающая синергизм линолевой кислоты. Линолевая кислота является главным представителем диеновых ненасыщенных жирных кислот, содержание которой в мучке составляет 41,8 %. Она обладает высокой физиологической активностью,

обеспечивает нормальное функционирование и регенерацию кожных покровов, а также проницаемость капилляров.

К классу незаменимых жирных кислот (НЖК) относят:

– ω -3 (альфа-линоленовая кислота (АЛК), докозагексаеновая кислота (ДГК), эйкозапентаеновая кислота (ЭПК);

– ω -6 (линолевые и гамма-линолевые жирные кислоты, а также эйкозодиеновая, адреновая, тетракозатетраеновая и докозапентаеновая).

В рисовой мучке в большом количестве присутствуют полиненасыщенные жирные кислоты ω -3, ω -6 и ω -9 (таблица 13). Указанные кислоты проявляют мощные антиоксидантные свойства и способствуют снижению артериального давления, предотвращению тромбообразования, повышению устойчивости организма к инфекционным заболеваниям, нормализации психоэмоционального состояния, процессов памяти, работы желез внутренней секреции [87].

2.1.3 Углеводный комплекс рисовой мучки

В зерне риса углеводы составляют основную часть химического состава. Побочные продукты переработки риса содержат частицы оболочек, эндосперма, зародыша. Углеводный комплекс целого зерна и основных продуктов его переработки изучен достаточно широко, однако информации об углеводном составе побочных продуктов переработки риса в литературе недостаточно [5]. Изучение углеводного комплекса рисовой мучки показало, что, помимо крахмала и редуцирующих сахаров, в мучке содержатся пищевые волокна, представленные целлюлозой, входящей в состав семенных оболочек, клеточных стенок и попадающей в мучку в процессе переработки зерна в крупу (таблица 14).

Анализ данных таблицы 14 показал, что в исследуемых образцах содержание крахмала в мучке меньше, чем в шелушенном и шлифованном зерне риса, и составляет 53,6 %. Из данных таблицы 14 видно, что содержание редуцирующих сахаров в мучке достигает 1,26 мг/г СВ, что значительно выше, чем в шелушенном и шлифованном зерне риса.

Таблица 14 – Углеводный состав и активность амилаз

Показатель	Рисовая мучка	Рис	
		шелушенный	шлифованный
Содержание крахмала, %	53,60	86,30	89,80
Содержание целлюлозы, %	10,02	1,16	0,87
Содержание редуцирующих сахаров, мг/г СВ	1,26	0,12	0,09
Активность α -амилазы, мг крахмала/мг белка	17,60	1,30	0,80
Активность β -амилазы, мг крахмала/мг белка	21,30	4,60	3,10

2.1.4 Витаминный комплекс рисовой мучки

Систематизация литературных данных по химическому составу зерна риса показала, что наиболее высокая концентрация витаминов находится в зародыше и алейроновом слое [132, 151].

Однако в литературных источниках сведений о наличии витаминов в рисовой мучке очень мало. Поэтому целесообразно продолжить исследования витаминного состава шелушенного зерна риса и продуктов его переработки (таблица 15).

Таблица 15 – Содержание витаминов в зерне риса и продуктах его переработки, мкг/г

Продукт	V ₁	V ₂	V ₆	PP	E
---------	----------------	----------------	----------------	----	---

Рис шелушенный	4,5	0,86	10,2	61,8	13,10
Крупа рисовая	0,8	0,24	6,2	22,4	0,01
Рисовая мучка	29,6	3,24	28,9	347,0	61,80

Результаты исследований показали, что рисовая мучка по комплексному составу витаминов богаче шелушеного зерна риса и рисовой крупы. По содержанию витамина В₁ она превосходит рис шелушенный в 6,5 раз, крупу рисовую – в 30 раз; витамина В₂ – в 3,8 раза и в 13,5 раза соответственно. В рисовой мучке также отмечено повышенное содержание витамина В₆, в сравнении с рисом шелушеным и крупой рисовой. Витамин РР и витамин Е преобладали в образцах рисовой мучки.

2.1.5 Минеральный комплекс рисовой мучки

Научными исследованиями доказано, что максимальным содержанием минеральных веществ характеризуются зародыш и алейроновый слой зерна риса [84].

В связи с этим были проведены исследования минерального состава рисовой мучки в сравнении с шелушеным зерном риса и рисовой крупой (таблица 16).

Таким образом, рисовая мучка превосходит шелушеное зерно риса по содержанию дефицитного для всех зерновых продуктов кальция в 2,1 раза, калия – в 7,5 раз, фосфора – в 6,5 раз, железа – в 10 раз, марганца – в 2,5 раза.

Таблица 16 – Минеральный состав зерна риса и продуктов его переработки

Минеральные вещества, мг/%	Зародыш рисовый	Шелушеное зерно риса	Шлифованный рис	Мучка рисовая
Макроэлементы:				
кальций	2750	400	270	850
натрий	240	50	37	190

калий	3850	1840	874	18500
фосфор	21000	3175	1480	25000
магний	6020	775	307	2020
Микроэлементы:				
железо	489	24	6	240
селен	–	1240	130	1500
цинк	100	19	16	84
марганец	120	28	14	107

На основании полученных данных можно сделать вывод о высокой пищевой ценности рисовой муки по содержанию минеральных веществ [94].

2.1.6 Оценка безопасности рисовой муки

Возможность использования рисовой муки в качестве сырья для производства продуктов питания обуславливает необходимость проведения комплексной оценки ее санитарно-гигиенического состояния. Поэтому в образцах муки рисовой определяли показатели, предусмотренные требованиями ТР ТС 021/2011 [106], а именно – содержание пестицидов, микотоксинов, радионуклидов, токсичных элементов и микробиологические характеристики безопасности. Результаты исследования представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Характеристика санитарно-гигиенического состояния рисовой муки

Показатель	Результаты испытаний	Норма по ТР ТС 021/2011
1	2	3
Токсичные элементы, мг/кг		
свинец	0,150 ± 0,050	0,500
мышьяк	0,060 ± 0,030	0,200
кадмий	0,010 ± 0,003	0,100
ртуть	< 0,005	0,030

Пестициды, мг/кг		
ГХЦГ (сумма изомеров)	< 0,001	0,500
ДДТ и его метаболиты	< 0,005	0,020
2,4Д-аминная соль	Не обнаружено	Не допустимо
ртуть органические пестициды	Не обнаружено	Не допустимо
Радионуклиды		
стронций-90, Бк/кг	2,000	–

Продолжение таблицы 17

1	2	3
цезий-137, Бк/кг	9,400	60,000
Микотоксины, мг/кг		
афлатоксин В-1	Не обнаружено	0,005
дезоксиниваленол	Не обнаружено	0,700
зеараленон	Не обнаружено	0,200
Т-2 токсин	Не обнаружено	0,100
Микробиологические нормативы безопасности		
Количество мезофильных, аэробных и факультативных анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г, не более	$0,8 \cdot 10^2$	$5,0 \cdot 10^4$
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы) не допускаются в массе продукта, г	Не обнаружено	1,000
Патогенные (в т. ч. сальмонеллы) не допускаются в массе продукта, г	Не обнаружено	0,100
Дрожжи, КОЕ/г, не более	21,000	100,000
Плесени КОЕ/г, не более	13,000	100,000

Полученные результаты исследования показывают, что содержание токсичных элементов и пестицидов в рисовой муке значительно ниже предельно допустимых норм по ТР ТС 021/2011. В ходе эксперимента было установлено, что в рисовой муке микотоксины не содержатся, радионуклиды обнаружены в незначительных количествах.

Микробиологические нормативы безопасности были в пределах нормы. Следовательно, рисовая мука соответствует всем требованиям безопасности и может быть использована в качестве ценной натуральной биологически активной добавки для обогащения пищевых продуктов.

Таким образом, рисовая мука обладает высокой биологической и пищевой ценностью. На это указывает высокое содержание белка, отличающегося сбалансированным составом аминокислот и липидов, в состав которых входят полиненасыщенные жирные кислоты, обладающие высокой биологической активностью, а также растворимая клетчатка и слизистые вещества. Рисовая мука выгодно отличается от зерна риса и рисовой крупы по содержанию витаминов и минеральных веществ. Проведенная оценка безопасности рисовой муки показала, что она соответствует действующим требованиям безопасности продовольственного сырья и может быть рекомендована к использованию в пищевой промышленности.

2.2 Разработка способов и оптимальных режимов обработки рисовой муки с целью повышения стойкости при хранении

2.2.1 Показатели изменения микрофлоры рисовой муки в процессе хранения

Анализ литературных источников показал, что рисовая мука, по сравнению с цельным зерном, характеризуется меньшей стойкостью при хранении, так как в процессе технологической обработки зерна происходит разрушение целостности его биосистемы. Продукты переработки зерна постоянно подвержены воздействию множества неблагоприятных факторов (изменение температуры, влаги, уровня действия кислорода, микрофлоры и ферментов), что оказывает существенное влияние на интенсивность

протекания целого ряда химических и биохимических процессов [95, 98, 100, 113, 131].

В связи с вышеизложенным актуальными являются разработка способов и поиск оптимальных режимов обработки рисовой муки с целью повышения ее стойкости в процессе хранения.

В качестве объекта исследования использовали рисовую муку, образующуюся в качестве вторичного сырья при шлифовании зерна риса на предприятии ООО «Щедрая Кубань». В процессе ее хранения оценивали изменение органолептических показателей, кислотного числа липидов, микрофлоры, ферментной активности.

Поскольку в процессе хранения качество рисовой муки снижается, считалось целесообразным исследовать ее микрофлору. Анализируемые образцы хранили в течение 90 сут в эксикаторах при температуре 20 °С и относительной влажности воздуха 70 %. Полученные результаты исследования санитарно-микробиологического состояния рисовой муки в процессе хранения сравнивали с требованиями ТР ТС 021/2011 (таблица 18).

Продолжительность сроков хранения рисовой муки приводит к существенным изменениям микрофлоры. Наблюдается негативная динамика увеличения мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, так за 3 мес их количество выросло в 4,0 раза, а количество дрожжей – с 21 до 115 КОЕ/г. Следует отметить также рост плесневых грибов, так за первый месяц хранения их количество возросло в 2,7 раза, за 2 мес хранения – в 6,0 раз, за 3 мес – 8,4 раза [15, 160].

Таблица 18 – Изменение микрофлоры рисовой муки при хранении

Срок хранения, сут	Микробиологические показатели, КОЕ/г		
	КМАФАнМ*	Дрожжи	Плесневые грибы

	ТР ТС 021/201 1	при испыта ниях	ТР ТС 021/201 1	при испыта ниях	ТР ТС 021/201 1	при испыта ниях
0	5,0·10 ⁴	0,8·10 ²	Не более 100	21	Не более 100	13
30		1,7·10 ²		51		35
60		2,6·10 ²		88		78
90		4,0·10 ²		115		109
*Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов						

2.2.2 Изменение липидного комплекса рисовой мучки в процессе хранения

С учетом высокого содержания липидов в рисовой мучке, представлялось целесообразным оценить стойкость данного продукта при хранении. Наиболее подвержен изменениям показатель липидного комплекса рисовой мучки, в частности кислотное число липидов. Хранение свежеработанной рисовой мучки с исходной влажностью 10,4 % осуществляли при температурах от -20 до +20 °С. Кислотное число свежеработанного сырья составляет 7,6 мг КОН/г. Результаты исследования представлены на рисунке 2.

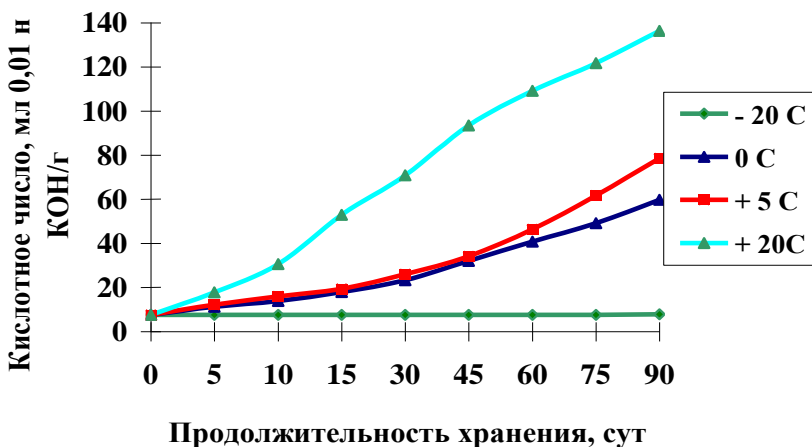


Рисунок 2 – Изменение кислотного числа липидов рисовой мучки при хранении

В результате проведенных исследований было установлено, что хранение рисовой мучки при температуре - 20 °С замедляет рост кислотного числа, однако с увеличением температуры до 0 °С оно возросло в 7,8 раза. Наиболее интенсивный рост кислотного числа липидов наблюдался при температуре 5...20 °С, оно увеличивается в 10,3 раза и в 18,0 раз соответственно.

Установлено что, органолептические показатели рисовой мучки снижаются при достижении кислотного числа липидов мучки 25 мг КОН.

Известно, что химический состав рисовой мучки представлен в основном липидами [64]. Поэтому было исследовано изменение жирнокислотного состава рисовой мучки в процессе хранения (таблица 19).

Таблица 19 – Изменение жирнокислотного состава липидов рисовой мучки при хранении

Жирная кислота, % от суммы	Продолжительность хранения, сут			
	0	30	60	90
Миристиновая кислота (C _{14:0})	0,22	0,22	0,21	0,21
Пальмитиновая кислота (C _{16:0})	14,48	14,68	14,99	15,12
Пальмитолеиновая кислота (C _{16:1})	0,03	0,04	0,04	0,05
Стеариновая кислота (C _{18:0})	1,32	1,32	1,31	1,32
Олеиновая кислота (C _{18:1})	39,58	39,39	39,39	39,17
Линолевая кислота (C _{18:2})	41,80	41,77	41,47	41,55
Линоленовая кислота (C _{18:3})	1,44	1,44	1,45	1,43
Арахидовая кислота (C _{20:0})	0,69	0,70	0,70	0,71
Эйкозеновая кислота (C _{20:1})	0,44	0,44	0,45	0,44

Из данных, приведенных в таблице 19, можно сделать вывод о том, что при хранении рисовой муки жирнокислотный состав липидов существенно не изменился.

2.2.3 Исследование активности ферментов липазы и липоксигеназы в процессе хранения рисовой муки

Следует отметить, что рисовая мука имеет активную ферментную систему, обуславливающую протекание нежелательных гидролитических и окислительных процессов липидов в процессе хранения.

Интенсивность гидролиза триацилглицеридов, в результате которого образуются свободные жирные кислоты, продиктована активностью фермента липазы [15, 26, 115]. Поэтому в ходе дальнейших исследований изучали влияние сроков хранения рисовой муки на активность липазы (рисунок 3). Начальная активность липазы в рисовой муке составляла 4,3 мл 0,01н КОН/г.

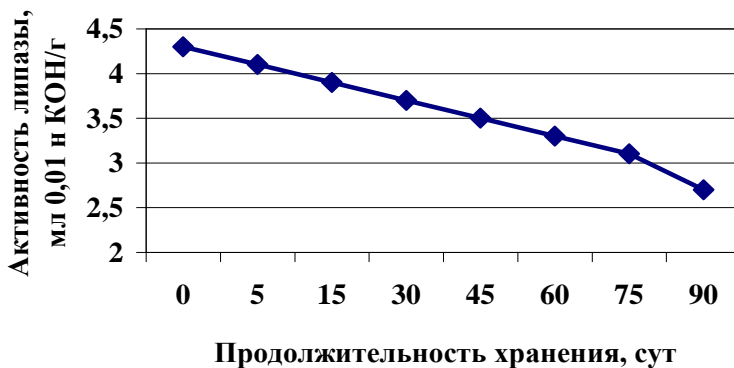


Рисунок 3 – Изменение активности фермента липазы рисовой муки в процессе хранения

Установлено, что увеличение сроков хранения рисовой муки способствует инактивации ферментов липазы, при этом с возрастанием продолжительности хранения до 90 сут указанный эффект повышается.

Помимо гидролитических процессов в липидах рисовой муки протекают окислительные процессы, которые определяются изменениями перекисного числа, как и содержание первичных продуктов окисления липидов [63, 115]. Поэтому существует взаимосвязь температуры хранения рисовой муки и ее перекисного числа. Данные по изменению перекисного числа рисовой муки в процессе хранения представлены на рисунке 4.

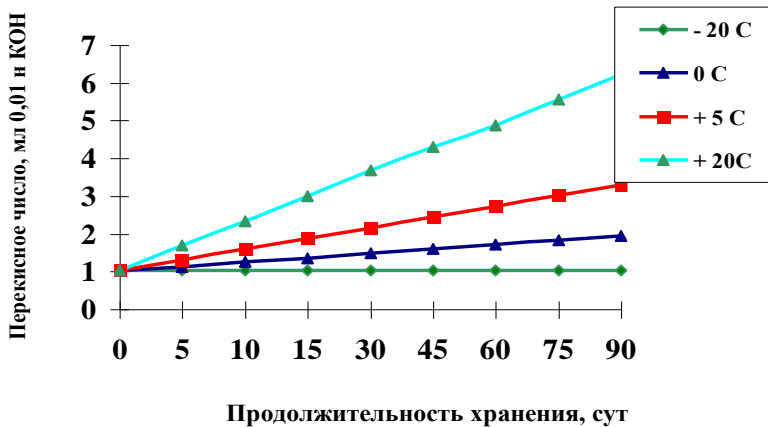


Рисунок 4 – Изменение перекисного числа рисовой муки в процессе хранения

Проведенные исследования показали, что рост перекисного числа при температуре 0°C существенно снижается, но не прекращает его полностью. Перекисное число рисовой муки, хранящейся при температуре $+5^{\circ}\text{C}$, за три месяца увеличилось в 3,2 раза, а при температуре $+20^{\circ}\text{C}$ – в 6,1 раза.

Нами были проведены исследования по изучению влияния продолжительности хранения сырья на активность фермента липоксигеназы (рисунок 5). Для свежесыработанной рисовой муки она составляла 2,86 ммоль активного кислорода на килограмм, а в процессе хранения она снижалась в 1,3 раза и составила 2,18 ммоль активного кислорода на килограмм.

Проведенные исследования показали, что активность ферментов липазы и липоксигеназы снижается в процессе хранения рисовой муки.

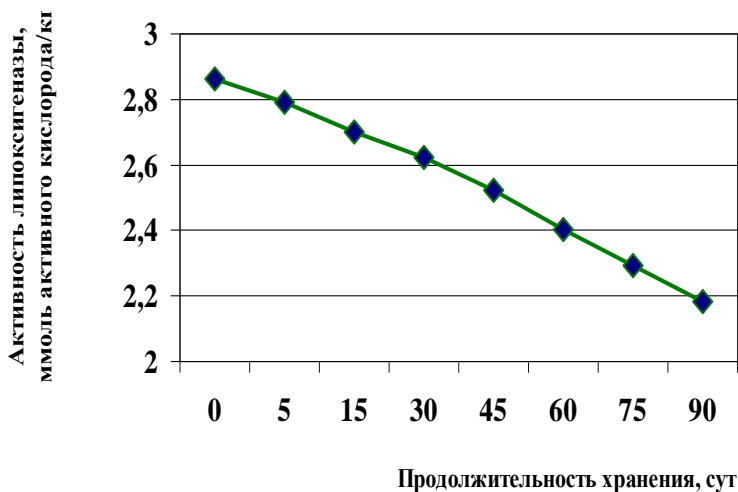


Рисунок 5 – Влияние продолжительности хранения рисовой муки на активность фермента липоксигеназы

На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что рисовая мука обсеменена микроорганизмами, имеет высокую активность ферментов липазы и липоксигеназы и отличается значительным содержанием ненасыщенных жирных кислот, что обуславливает ее низкую стойкость при хранении и является существенным препятствием к ее широкому применению [14, 26, 27].

2.2.4 Разработка способов и оптимальных режимов обработки рисовой муки при хранении

С целью сохранения качества рисовой муки в процессе хранения применяли следующие способы стабилизации: ИК-обработку, СВЧ-обработку. Их эффективность оценивали по изменению показателя кислотного числа липидов.

Обработку рисовой мучки ИК-излучением проводили в инфракрасном электрошкафу «Универсал-СД-4-40 R» с техническими параметрами: плотность лучистого потока $E = 28 \text{ кВт/м}^2$, температура в зоне сушки от 25 до 80 °С, скорость нагревания 10 °С/мин. Продолжительность обработки составляла от 3 до 6 мин. Экспериментальным путем было установлено, что для эффективной обработки толщина слоя рисовой мучки не должна превышать 3 мм.

Изменение кислотного числа липидного комплекса в процессе хранения рисовой мучки в зависимости от продолжительности и температуры обработки ИК-излучением представлено в таблице 20 [41].

Таблица 20 – Влияние ИК-излучения на изменение кислотного числа липидов рисовой мучки в процессе хранения

Время экспозиции (мин) и температура обработки, град С	Кислотное число, мл 0,01 н КОН								
	Продолжительность хранения, сут								
	0	5	10	15	30	45	60	75	90
3–60	7,6	7,6	7,6	13,2	18,2	24,8	30,3	32,5	34,0
4–60	7,6	7,6	7,6	11,6	18,0	20,7	29,6	30,8	32,5
5–60	7,6	7,6	7,6	10,8	17,6	18,8	25,4	27,7	28,9
6–60	7,6	7,6	7,6	10,2	17,0	18,4	19,9	22,3	26,6
3–70	7,6	7,6	7,6	9,8	16,2	17,5	18,8	20,1	23,4
4–70	7,6	7,6	7,6	9,3	15,3	16,5	17,8	19,0	21,7
5–70	7,6	7,6	7,6	8,7	14,1	14,7	15,7	17,4	19,9
6–70	7,6	7,6	7,6	8,5	12,8	13,5	14,4	16,2	18,9
3–80	7,6	7,6	7,6	8,1	9,6	10,9	12,5	14,8	17,1
4–80	7,6	7,6	7,6	7,8	8,0	9,5	10,8	12,8	15,5
5–80	7,6	7,6	7,6	7,6	7,8	8,1	9,5	10,4	11,7
6–80	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,9	8,3	9,0	10,4

Установлено, что обработка рисовой муки ИК-излучением в течение 6 мин при температуре +80 °С позволяет стабилизировать рост кислотного числа в течение 30 сут. При более длительной по времени обработке происходило неравномерное потемнение муки.

Как известно, изменение содержания водо- и солерастворимых фракций белков является своеобразным индикатором теплового воздействия на продукт. В связи с этим проводили исследования влияния ИК-обработки на содержание водо- и солерастворимых фракций белков. Результаты исследования представлены на рисунке 6.

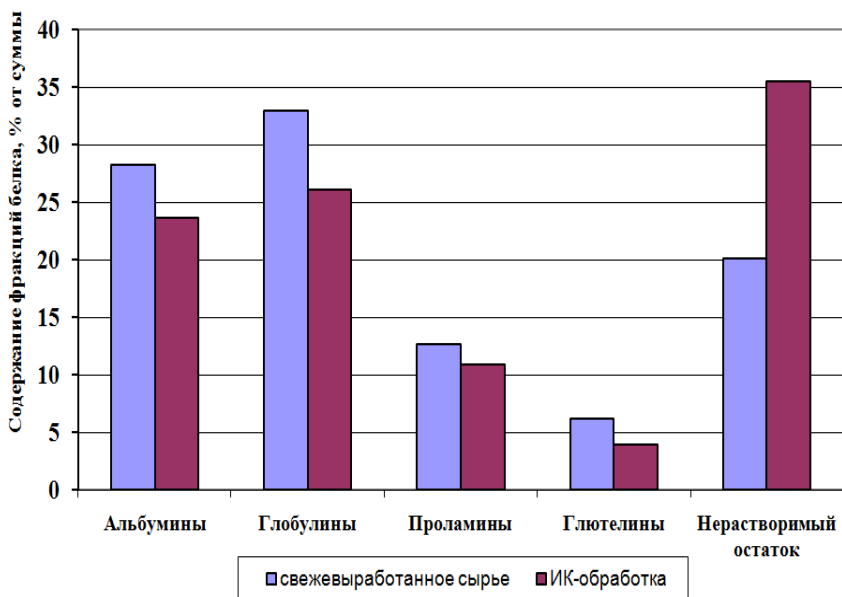


Рисунок 6 – Влияние ИК-обработки на содержание белковых фракций рисовой муки

Полученные данные свидетельствуют о том, что обработка рисовой муки ИК-излучением в течение 6 мин при температуре +80 °С вызывает изменение фракционного

состава белков, что приводит к снижению биологической ценности продукта.

Результаты анализов свидетельствуют, что ИК-облучение позволяет стабилизировать качество рисовой мучки в процессе хранения, но полностью не прекращает течение гидролитических и окислительных процессов липидов, а также ухудшает биологическую ценность продукта. Поэтому следующим этапом проведения эксперимента стала разработка режимов СВЧ-обработки рисовой мучки.

Согласно данным последних научных исследований, СВЧ-обработка нашла широкое применение в зерноперерабатывающей промышленности. Ее можно отнести к новому виду энергосберегающей электротехнологии благодаря следующим преимуществам по сравнению с обычным температурным нагревом: 1) тепловая безынерционность, то есть возможность практически мгновенного включения-выключения теплового воздействия на обрабатываемый материал; 2) высокий КПД преобразования энергии в тепловую (90 %); 3) возможность осуществления избирательного, равномерного, быстрого нагрева; 4) экологическая чистота нагрева, поскольку при его использовании отсутствуют какие-либо продукты сгорания; 5) высокое обеззараживающее действие [159, 160].

Опытным путем установлено, что положительный эффект от СВЧ-облучения рисовой мучки достигается при учете следующих параметров: влажности – 10,4 %; продолжительности экспозиции – от 1 до 4 мин; скорости нагревания – 0,90 °C/c; конечной температурной обработки – 50...85 °C; мощности – $P = 450\text{--}600$ Вт.

В ходе эксперимента исследовано влияние СВЧ-обработки на изменение кислотного числа липидов рисовой мучки (таблица 21).

Установлено, что оптимальная продолжительность СВЧ-обработки составила 4 мин при температуре 85 °C. Кислотное

число липидов рисовой мучки за указанный период хранения практически не изменилось.

Таблица 21 – Влияние СВЧ-обработки на изменение кислотного числа липидов рисовой мучки в процессе хранения

Время экспозиции (мин) и температура обработки, град С	Кислотное число липидов, мл 0,01 н КОН								
	Продолжительность хранения, сут								
	0	5	10	15	30	45	60	75	90
2-55	7,6	7,6	7,6	12,3	17,1	22,7	27,3	29,4	32,7
3-55	7,6	7,6	7,6	7,6	11,0	14,6	18,2	23,5	28,1
4-55	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	10,7	15,8	19,4	23,6
2-65	7,6	7,6	7,6	7,6	10,5	13,3	16,9	20,1	25,0
3-65	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	10,0	12,5	15,7	19,8
4-65	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	9,8	12,1	15,2
2-75	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	9,4	11,2	13,9	16,7
3-75	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	10,0	10,6	13,4
4-75	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	9,6	10,2	13,0
2-85	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	8,3	9,4	9,9	12,7
3-85	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	8,2	9,1
4-85	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	8,1

Представленные на рисунке 7 данные свидетельствуют о том, что снижение альбуминовой и глобулиновой фракций рисовой мучки при СВЧ-обработке достигло 2,5 % и 3,8 % соответственно, что объясняется невысокими показателями продолжительности и температуры обработки продукта.

Проведенные исследования по использованию СВЧ-обработки рисовой мучки показали ее высокую эффективность, так как происходит существенное снижение обсемененности микроорганизмами и стабилизируется качество рисовой мучки при хранении. Однако при этом происходит вторичное обсеменение, что приводит к увеличению содержания микроорганизмов (таблица 22).

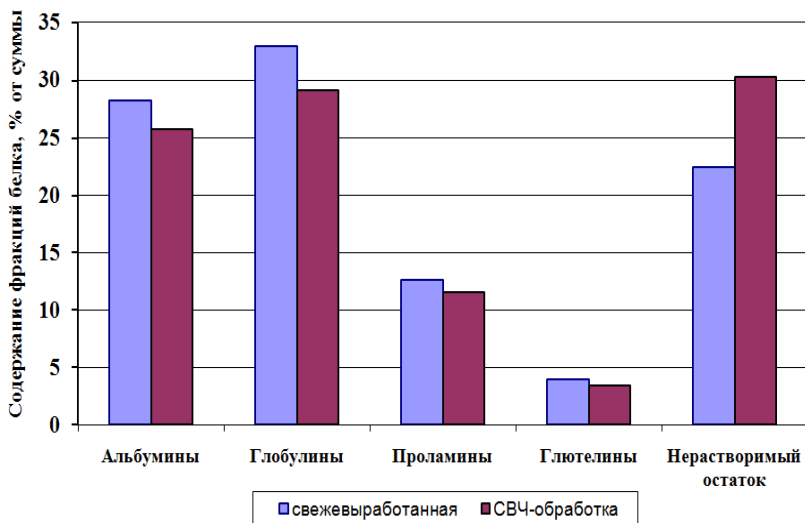


Рисунок 7 – Влияние СВЧ-обработки на содержание белковых фракций рисовой муки

Таблица 22 – Влияние режимов обработки на микрофлору рисовой муки при хранении

Микробиологический показатель, КОЕ/г	Режим обработки	Продолжительность хранения, сут			
		0	30	60	90
КМАФАнМ*	Исходное	$0,8 \cdot 10^2$	$1,7 \cdot 10^2$	$2,6 \cdot 10^2$	$4,0 \cdot 10^2$
	ИК-обработка	$0,5 \cdot 10^2$	$1,0 \cdot 10^2$	$1,6 \cdot 10^2$	$2,0 \cdot 10^2$
	СВЧ-обработка	$0,2 \cdot 10^2$	$0,3 \cdot 10^2$	$0,5 \cdot 10^2$	$0,9 \cdot 10^2$
Дрожжи	Исходное	21,0	51,0	88,0	115,0
	ИК-обработка	11,0	15,0	19,0	24,0
	СВЧ-обработка	4,0	6,0	9,0	14,0
Плесневые грибы	Исходное	13,0	35,0	78,0	109,0
	ИК-обработка	4,0	12,0	27,0	36,0
	СВЧ-обработка	1,0	3,0	6,0	8,0

* Количество мезофильных аэробных и факультативных анаэробных микроорганизмов.

Таким образом, в ходе проведенных исследований были разработаны способы стабилизации качества рисовой муки в процессе ее хранения с применением интенсивных методов. Наиболее эффективным способом стабилизации является СВЧ-обработка, ограничивающая рост кислотного числа липидов и обеспечивающая наиболее полное сохранение пищевой ценности рисовой муки и ее микробиологическую чистоту [160].

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И РЕЦЕПТУРЫ ХЛЕБА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ РИСОВОЙ МУЧКИ

3.1 Изучение влияния рисовой муки на хлебопекарные свойства пшеничной муки

Полученные результаты исследований по изучению химического состава рисовой муки, показателей безопасности позволяют рекомендовать ее в качестве натурального биокорректора для использования в хлебопекарной промышленности. С целью подбора оптимальной дозировки рисовой муки в производстве хлебобулочных изделий было исследовано ее влияние на хлебопекарные свойства пшеничной муки и качество хлеба.

3.1.1 Влияние рисовой муки на белково-протеиназный и углеводно-амилазный комплексы пшеничной муки

Как известно, одним из основных факторов, характеризующих хлебопекарные свойства пшеничной муки, является сила муки. Она определяет не только содержание в ней клейковины, но и ее качество, от которого в значительной степени зависит способность муки поглощать влагу при замесе, формировать тесто, удерживать диоксид углерода при его образовании. На показатель сила муки оказывают влияние такие факторы, как содержание пентозанов, липидов, крахмала, наличие ферментов [85].

Для изучения влияния рисовой муки на силу пшеничной муки определяли количество сырой клейковины и ее качество на приборе ИДК в зависимости от дозировки вносимой добавки. Были использованы следующие дозировки рисовой

мучки в тесто: 5, 10; 15, 20 % к массе муки. Для исследования применяли муку пшеничную хлебопекарную общего назначения и муку пшеничную хлебопекарную высшего сорта. Полученные в ходе эксперимента результаты представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Влияние рисовой мучки на количество и качество клейковины пшеничной муки

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

По данным таблицы 23 с увеличением дозировки и заменой части пшеничной муки на рисовую мучку происходит изменение показателей массовой доли клейковины и ее качества на приборе ИДК. Уменьшение доли клейковинных белков пшеничной муки происходит за счет их замены белковыми веществами рисовой мучки, не способными образовывать связанную структуру, а именно – из-за отсутствия белков глиадина и глютенина. Наблюдалась тенденция снижения массовой доли клейковины при замене муки пшеничной на рисовую мучку в зависимости от ее

дозировки. Нами были рассчитаны соответствующие уравнения регрессии, которые подтвердили влияние добавки на изменение массовой доли сырой клейковины (рисунки 8–9).

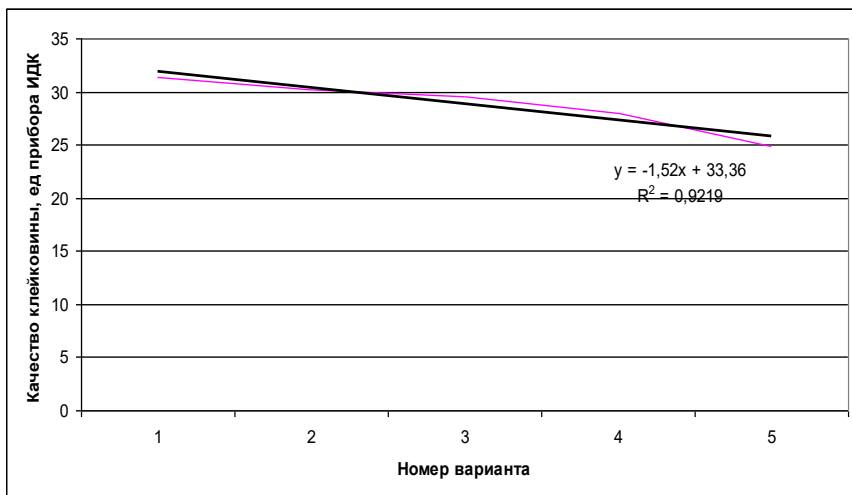


Рисунок 8 – Зависимость содержания клейковины в пшеничной хлебопекарной муке высшего сорта от дозировки рисовой мучки: 1 – контроль, 2 – 5 %, 3 – 10 %, 4 – 15 %, 5 – 20 %

Отмечено значительное укрепление клейковины пшеничной муки за счет высокого содержания в рисовой мучке ненасыщенных жирных кислот, которые под действием фермента липоксигеназы в присутствии кислорода воздуха превращаются в перекисные соединения, окисляющие –SH-группы пшеничного белка до –S=S- групп. В результате происходит укрепление клейковины [11, 126, 167, 168].

При внесении в пшеничную муку 20 % рисовой мучки клейковину отмывать было достаточно сложно, поэтому при использовании с этой целью инструментальных методов добавляли 10 и 15 % мучки.

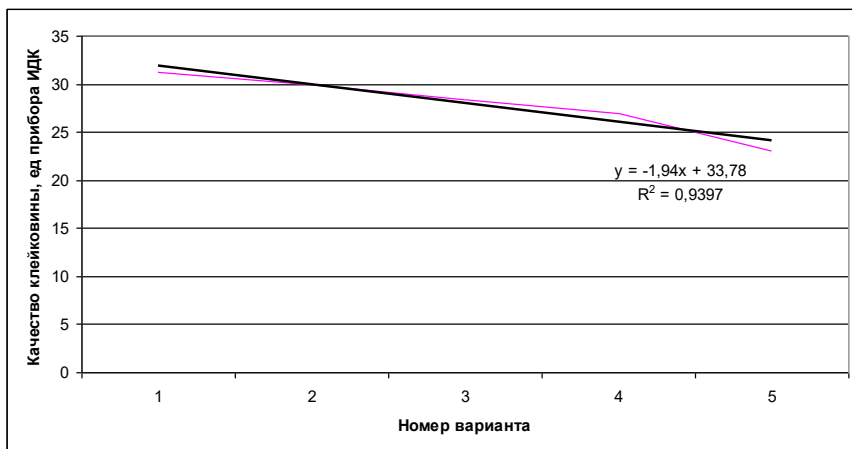


Рисунок 9 – Зависимость содержания клейковины в пшеничной хлебопекарной муке М55–23 от дозировки рисовой мучки:
 1 – контроль, 2 – 5 %, 3 – 10 %, 4 – 15 %, 5 – 20 %

Углеводно-амилазный комплекс пшеничной муки и смесей с добавлением рисовой мучки характеризуют следующие показатели: число падения, автолитическая активность и газообразующая способность.

Далее представляло интерес изучение влияния рисовой мучки на показатель «число падения» (ЧП), характеризующий углеводно-амилазный комплекс муки. Под ЧП понимают общий отрезок времени (в секундах), затраченный на клейстеризацию (60 с) и погружение вискозиметрического плунжера в пробирке с клейстеризованной водно-мучной суспензией.

В последние годы из-за засушливой погоды особенностью товарной пшеницы в России является высокий показатель числа падения, характеризующий состояние углеводно-амилазного комплекса зерна и свидетельствующий о пониженной активности важного в процессах хлебопечения фермента α -амилазы. Благодаря ее способности расщеплять

длинные цепочки крахмала на декстрины образуется субстрат для фермента β -амилазы, расщепляющей декстрины до сахаров, сбраживаемых дрожжами.

Зависимость показателя ЧП от дозировки рисовой муки приведена на рисунках 10–11.

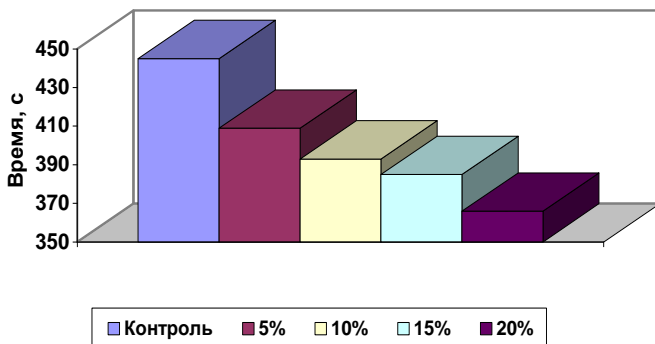


Рисунок 10 – Влияние дозировки рисовой муки на число падения пшеничной муки высшего сорта

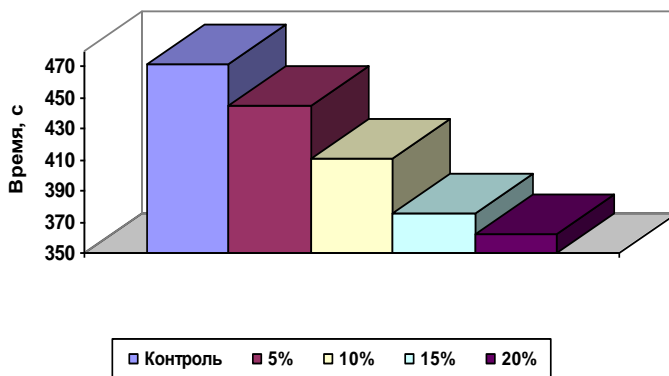


Рисунок 11 – Влияние дозировки рисовой муки на число падения

пшеничной муки М55–23

Данные, представленные на рисунках 10–11, показывают, что с увеличением дозировки рисовой мучки в смеси показатель ЧП снижается, что, несомненно, сказывается на ее хлебопекарных свойствах. При этом немаловажную роль играет исходная активность амилолитических ферментов пшеничной муки, составляющих основу смеси.

Изучали влияние рисовой мучки на автолитическую активность муки и газообразующую способность теста. Под автолитической активностью понимают способность муки образовывать водорастворимые вещества при прогреве водно-мучнистой суспензии. Газообразующая способность муки имеет определяющее значение в процессе производства хлеба. Она влияет на изменение объема, степени разрыхления мякиша и формирование цвета корки. Зависимость вышеназванных показателей от дозировки рисовой мучки приведена на рисунках 12–13.

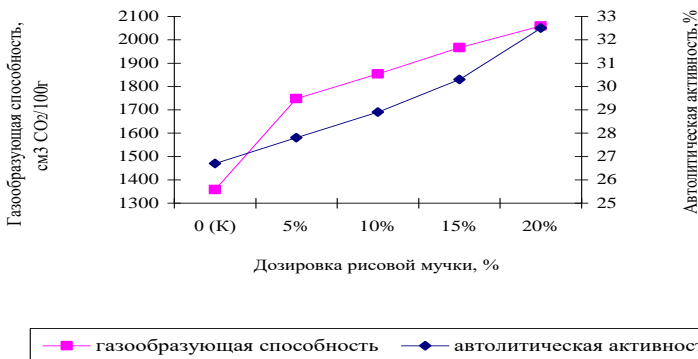


Рисунок 12 – Зависимость показателя автолитической активности и газообразующей способности муки высшего сорта от дозировки рисовой мучки

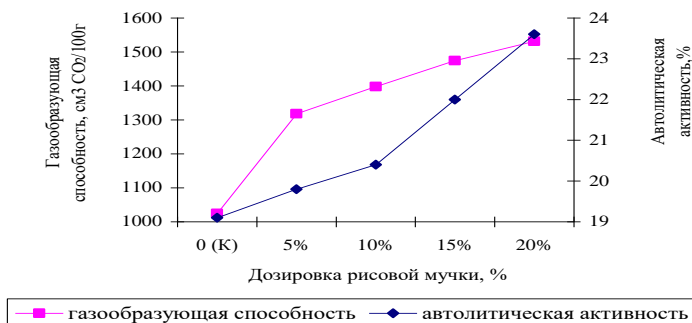


Рисунок 13 – Зависимость показателя автолитической активности и газообразующей способности муки М55–23 от дозировки рисовой муки

Как видно из данных, представленных на рисунках 12–13, при увеличении вносимой дозировки рисовой муки в муку пшеничную высшего сорта и общего назначения газообразующая способность теста увеличивается на 52 %. Это связано с тем, что рисовая мука имеет повышенное содержание легко усвояемых сахаров и азотсодержащих веществ, которые активируют процесс брожения и являются дополнительным питанием для дрожжей [12, 169].

Комплексным показателем качества муки является ее сорт, регламентированный соответствующей нормативно-технической документацией [23, 170].

Одним из показателей, характеризующих сорт пшеничной муки, является ее белизна (цвет). Она зависит от цвета эндосперма зерна, а также от цвета и количества содержащихся в муке периферийных (отрубистых) частиц зерна.

Поэтому дальнейшие исследования были направлены на изучение влияния дозировки рисовой муки на показатель

белизны пшеничной муки с помощью прибора РЗБПЛ (рисунок 14–15).

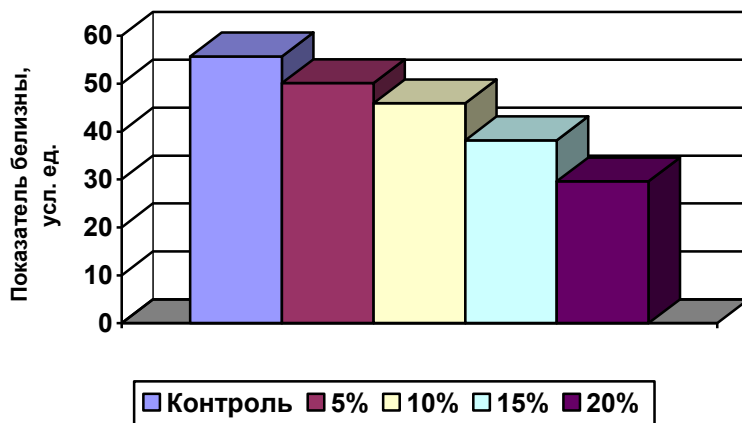


Рисунок 14 – Влияние дозировки рисовой мучки на показатель белизны пшеничной муки высшего сорта

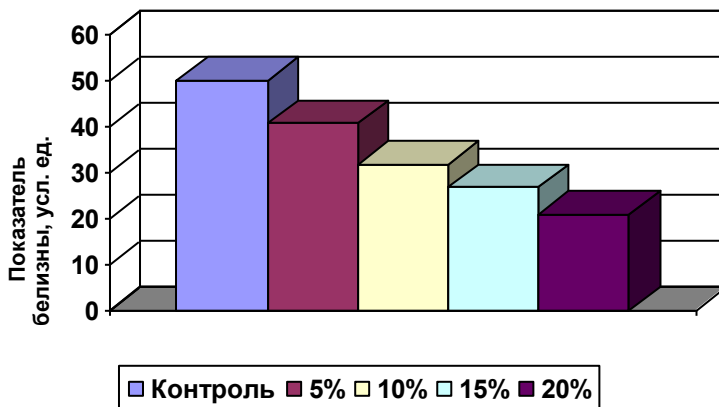


Рисунок 15 – Влияние дозировки рисовой мучки на показатель белизны пшеничной муки М 55–23

Результаты исследований показали, что с увеличением дозировки рисовой муки показатель белизны смеси муки существенно снижается.

На основании комплексной оценки влияния рисовой муки на хлебопекарные свойства пшеничной муки было принято решение об исследовании влияния рисовой муки в дозировке 10 и 15 % на реологические свойства теста.

3.1.2 Исследование влияния рисовой муки на реологические свойства теста

Приготовление теста – одна из важнейших операций в технологическом процессе производства хлеба. От свойств теста зависит качество хлеба. В период замеса теста формируется его структура в результате развития физико-химических, коллоидных и биохимических процессов.

Как известно, соотношение отдельных фаз в тесте обуславливает его реологические свойства: повышение доли свободной жидкой фазы ослабляет тесто, делая его более жидким и текучим, а также является одной из причин повышенной липкости [109, 123].

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

Для определения физических свойств теста, обусловленных сопротивлением механическому воздействию лопастей тестомесилки при замесе, использовали фаринограф Брабендера. Он позволяет определить такие показатели теста, как водопоглотительная способность, разжижение теста, время сопротивляемости теста, время образования и устойчивости теста. Исследования физических свойств теста проводили при внесении рисовой муки в дозировке 10 и 15 %, а в качестве контроля использовали муку без рисовой муки. Результаты экспериментов представлены на рисунке 16 и в таблице 24.

Таблица 24 – Влияние рисовой муки на реологические свойства теста

Проба	Водопоглотительная способность, %	Время образования и устойчивости теста, мин	Разжижение теста, е.ф.*	Валориметрическая оценка, %
Мука пшеничная общего назначения М 55–23	61,6	2,5	90	58
		5,5		
Дозировка рисовой муки 10 %	62,3	3,5	90	62
		6,0		
Дозировка рисовой муки 15 %	62,6	3,5	110	62
		6,5		
Мука пшеничная высшего сорта	58,0	3,0	85	80
		9,0		
Дозировка рисовой муки 10 %	58,3	3,0	85	68
		9,5		
Дозировка рисовой муки 15 %	58,7	3,0	90	64
		7,0		

* е.ф. – единица фаринографа Брабендера

Исследования структурно-механических свойств теста, проводимые на фаринографе, показали, что замена пшеничной муки как общего назначения, так и высшего сорта на рисовую муку приводит к повышению водопоглотительной способности. При добавлении рисовой муки и использовании муки пшеничной высшего сорта валориметрическая оценка теста снижается, а в случае применения муки пшеничной общего назначения – увеличивается. Поэтому необходимо применять технологию, способную повышать его начальную кислотность и улучшать реологические свойства.

Исследование физических свойств теста на альвеографе Шопена показало, что внесение добавки оказывает влияние на упругоэластичные свойства теста, что очень важно для процесса расстойки и первой фазы выпечки хлеба (рисунок 17).

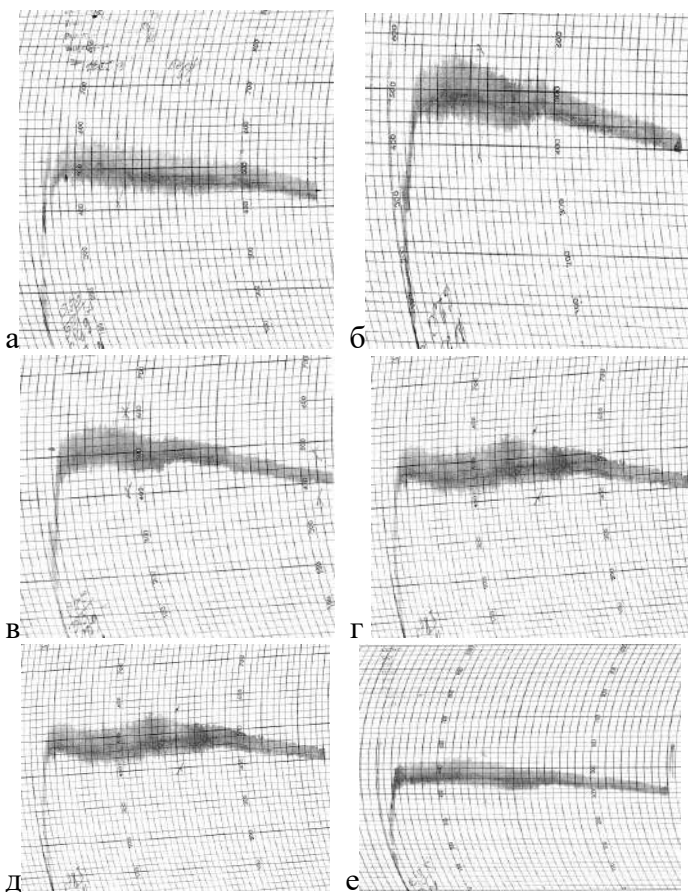


Рисунок 16 – Фаринограммы влияния рисовой мучки на реологические свойства теста:

- а – контроль – мука общего назначения М 55–23;
- б – мука общего назначения М 55–23 + 10 % рисовой мучки;
- в – мука общего назначения М 55–23 + 15 % рисовой мучки;
- г – контроль – мука пшеничная в/с;
- д – мука пшеничная в/с + 10 % рисовой мучки;
- е – мука пшеничная в/с + 15 % рисовой мучки

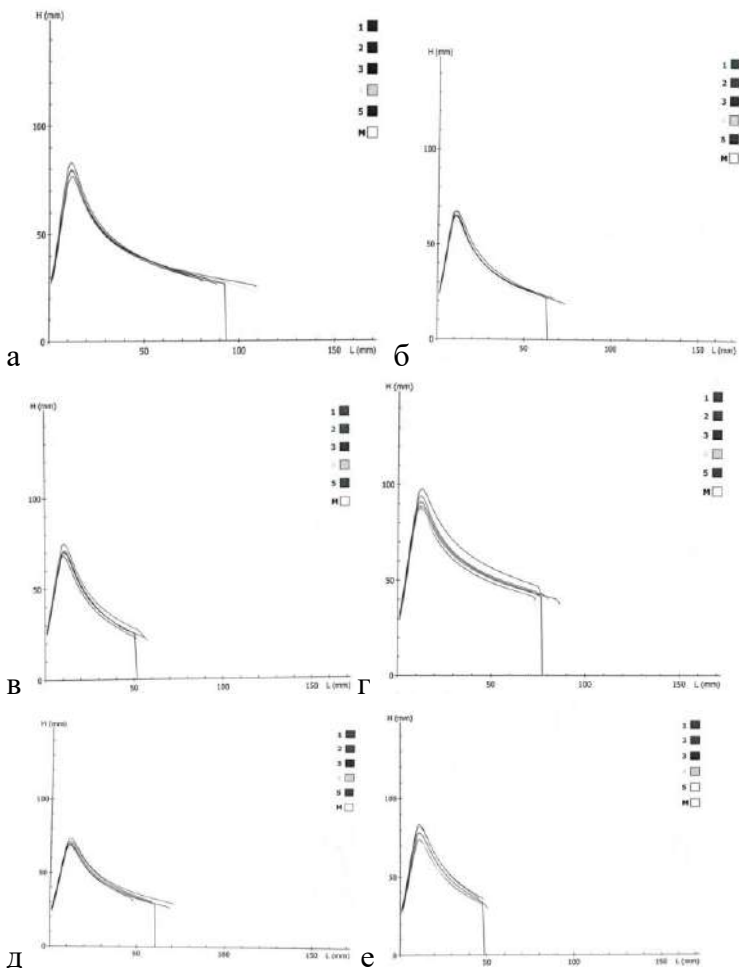


Рисунок 17 – Альвеограммы влияния рисовой мучки на реологические свойства теста:

- а – контроль – мука общего назначения М 55–23;
- б – мука общего назначения М 55–23 + 10 % рисовой мучки;
- в – мука общего назначения М 55–23 + 15 % рисовой мучки;
- г – контроль – мука пшеничная в/с;
- д – мука пшеничная в/с + 10 % рисовой мучки;
- е – мука пшеничная в/с + 15 % рисовой мучки

Показатели структурно-механических свойств теста с добавлением рисовой муки приведены в таблице 25.

Таблица 25 – Влияние рисовой муки на реологические свойства теста

Проба	Показатели альвеографа		
	сила муки, е.а	упругость (р), мм	отношение упругости к растяжимости
Мука пшеничная общего назначения М 55–23	259	87	0,95
Дозировка 10 % рисовой муки	152	72	1,16
Дозировка 15 % рисовой муки	141	78	1,56
Мука пшеничная высшего сорта	290	100	1,32
Дозировка 10 % рисовой муки	172	77	1,31
Дозировка 15 % рисовой муки	159	86	1,83

Согласно полученным на альвеографе показателям, например отношение упругости к растяжимости, эластичные свойства теста ухудшаются при добавлении рисовой муки и использовании муки пшеничной общего назначения М 55–23 и хлебопекарной высшего сорта. Следовательно, при замесе теста с добавлением рисовой муки необходим интенсивный замес, что согласуется с результатами, полученными с помощью фаринографа.

Таким образом, зная физические свойства теста, можно принять технологическое решение об интенсивном замесе, в которое рекомендуется вносить рисовую муку в количестве 10 и 15 % с целью обеспечения функционального продукта [11].

3.1.3 Влияние рисовой муки на активность размножения дрожжевых клеток при брожении теста

Вызываемое дрожжами спиртовое брожение – основополагающий процесс при производстве хлеба из пшеничной муки. Для приготовления полуфабрикатов особенно важны процессы размножения микроорганизмов и накопления метаболитов. В результате накапливаются продукты метаболизма дрожжей и молочнокислых бактерий – спирт, углекислый газ, органические кислоты и другие вещества, формирующие структуру, вкус и аромат хлебобулочного изделия.

За счет выделенного углекислого газа обеспечивается разрыхление теста. Процесс брожения в значительной степени влияет на процессы набухания, пептизации, реологию теста и ферментативный гидролиз [109, 116].

Операторная модель метаболизма бродильной микрофлоры и процессов размножения в полуфабрикате приведена на рисунке 18.

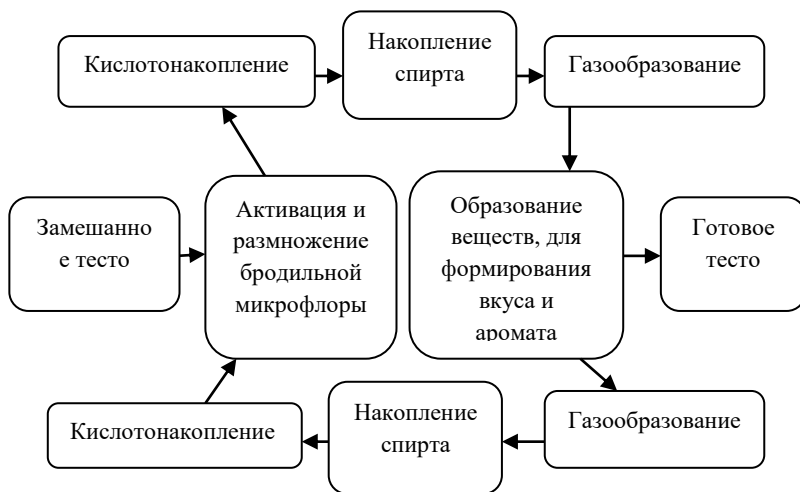


Рисунок 18 – Операторная модель процесса размножения и

метаболизма бродильной микрофлоры

Во время брожения теста происходит процесс размножения дрожжевых клеток, от которого зависит кислотность теста и продолжительность технологического процесса производства хлеба. Изучение влияния рисовой муки на размножение дрожжевых клеток стало следующим этапом исследований. Активность жизнедеятельности дрожжевых клеток определяли ускоренным методом (по скорости всплывания шарика теста), предложенным А. И. Островским [35, 118]. Тесто замешивали с добавлением различной дозировки рисовой муки: 10 и 15 % к массе муки, контролем служил образец без муки. Экспериментальные данные представлены в таблицах 26–27.

Таблица 26 – Влияние рисовой муки на активность размножения дрожжевых клеток

Вариант опыта	Подъем шарика, мин
Контроль – мука общего назначения М 55–23	8,17
Тесто с 10 % рисовой муки	4,47
Тесто с 15 % рисовой муки	3,55

Таблица 27 – Влияние рисовой муки на активность размножения дрожжевых клеток

Вариант опыта	Подъем шарика, мин
Контроль – мука пшеничная высшего сорта	7,42
Тесто с 10 % рисовой муки	4,27
Тесто с 15 % рисовой муки	3,36

Было установлено, что максимальной подъемной силой обладает тесто из пшеничной муки с добавлением 15 % рисовой муки. Продолжительность подъема шарика – 3,55 мин и 3,36 мин соответственно. Она обусловлена благоприятной питательной средой для дрожжевых клеток за

счет дополнительных водорастворимых белков и сахаров, присутствующих в рисовой муке.

В связи с вышеизложенным, было принято решение об использовании пшеничной муки общего назначения с внесением 15 % рисовой муки, так как данный образец показал наилучшие структурно-механические свойства, обладал лучшей подъемной силой. С экономической точки зрения, наилучшим вариантом разработки функционального хлеба с использованием рисовой муки, является смесь пшеничной муки общего назначения М 55–23 с добавлением 15 % рисовой муки.

3.2 Разработка технологии и рецептуры хлеба с использованием рисовой муки

3.2.1 Влияние дозировки рисовой муки на качество хлеба

Хлебопекарные свойства муки можно характеризовать по показателям качества хлеба при проведении пробных лабораторных выпечек, поэтому исследовали влияние различных дозировок рисовой муки на качество хлеба, приготовленного из пшеничной муки общего назначения М 55–23. Пробные выпечки проводили по общепринятой методике. Тесто готовили безопарным способом. При замесе теста рисовую муку вносили в дозировке 5, 10, 15 и 20 % к массе муки в тесте. Контролем служил образец, приготовленный из муки пшеничной общего назначения М 55–23. Выпеченные образцы анализировали по органолептическим и физико-химическим показателям. Влияние дозировки рисовой муки на качественные показатели хлебобулочных изделий показано в таблице 28. Органолептические показатели качества представлены в таблице 29.

Результаты анализа полученных образцов хлеба показали, что при увеличении концентрации вносимых добавок влажность всех опытных образцов увеличивается в среднем на 1–3 %. Это связано с тем, что при внесении рисовой муки

добавляется определенное количество нерастворимых волокон, которые благодаря своей структуре обладают способностью связывать свободную влагу. Рисовая мука более прочно удерживается ими, и при выпечке в изделии она остается в большом количестве.

Таблица 28 – Влияние дозировки рисовой муки на качественные показатели хлеба

Показатель качества хлеба	Вариант				
	Контроль	5 %	10 %	15 %	20 %
Удельный объем, см ³ /100 г	248,00	257,00	269,00	278,00	252,00
Формоустойчивость, Н/Д	0,53	0,54	0,56	0,56	0,52
Пористость, %	69,00	71,00	74,00	76,00	69,00
Кислотность, град	2,60	2,60	2,80	2,90	3,10
Влажность мякиша после 48 ч хранения, %	43,10	43,20	43,40	43,60	44,10
Органолептическая оценка, балл	72,00	84,00	95,00	98,00	82,00

Из данных таблиц 28–29 следует, что внесение рисовой муки в количестве 15 % является наиболее оптимальным, так как позволяет получить продукт с высокими органолептическими и физико-химическими показателями.

3.2.2 Математическое моделирование качества хлеба при внесении рисовой муки

Для принятия технологических решений по применению рисовой муки в качестве натуральной биологически активной добавки при производстве хлеба и определения ее влияния на качество готового хлеба было проведено комплексное исследование влияния силы муки, числа падения (ЧП) и дозировки рисовой муки на показатели качества хлеба

из пшеничной муки общего назначения М 55–23, такие как органолептическая оценка (балл) и удельный объем выхода готовой продукции.

Таблица 29 – Характеристика органолептических показатели качества хлеба при внесении различных дозировок рисовой муки

Наименование показателя	Контроль	5 %	10 %	15 %	20 %
Внешний вид: форма	Типичная	Типичная	Типичная	Типичная	Типичная
поверхность	Гладкая без трещин и подрывов	Гладкая без трещин и подрывов	Гладкая без трещин и подрывов	Гладкая без трещин и подрывов	Слегка шероховатая, есть небольшие трещинки
Цвет	Светло-желтый	Светло-желтый	Светло-коричневый	Светло-коричневый	Светло-коричневый
Состояние мякиша: поперечность	Пропеченный, эластичный, не влажный на ощупь	Пропеченный, эластичный, не влажный на ощупь	Пропеченный, эластичный, не влажный на ощупь	Пропеченный, эластичный, не влажный на ощупь	Пропеченный, эластичный, не влажный на ощупь
промес	Без комочков и следов непромеса	Без комочков и следов непромеса	Без комочков и следов непромеса	Без комочков и следов непромеса	Без комочков и следов непромеса
пористость	Развитая, тонкостенная без пустот	Развитая, тонкостенная без пустот	Развитая, тонкостенная без пустот	Развитая, тонкостенная без пустот	Неравномерная и уплотненная
Вкус	Свойственный данному виду продукта	Свойственный данному виду продукта	Свойственный данному виду продукта	Свойственный данному виду продукта	С привкусом рисовой муки
Запах	Свойственный данному виду продукта	Свойственный данному виду продукта	Свойственный данному виду продукта	Свойственный данному виду продукта	Свойственный данному виду продукта с ярко выраженным запахом

					рисовой мучки
--	--	--	--	--	---------------

Математическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием программ Statistika 6.0.

Экспериментальные исследования выполняли по плану Рехтшафтнера. В качестве функции отклика приняли z – органолептическую оценку в баллах (первый вариант) и удельный объем выхода хлеба (второй вариант). Изучаемыми факторами были качество клейковины (x) и число падения (y).

После исключения незначимых членов получили уравнения регрессии, адекватность которых проверяли по критерию Фишера на уровне значимости 0,95 при относительной ошибке моделей не более 4,8 %. В первом варианте при внесении рисовой муки было получено уравнение регрессии, описывающее зависимость органолептической оценки от качества клейковины и числа падения (трехмерный график зависимости), имеет вид:

$$z = a + bx + cy,$$

где x – качество клейковины, ед. прибора ИДК

y – число падения;

z – органолептическая оценка, балл;

a, b, c – коэффициенты регрессии;

$$z = 148,37 + 1,93x - 0,48y.$$

Графическая интерпретация уравнения в зоне лучшей желательности органолептической оценки представлена на рисунке 19.

Коэффициент множественной корреляции в этом случае R равен 0,975, коэффициент множественной детерминации R^2 – 0,951. Это означает, что качественный показатель органолептической оценки хлеба при добавлении рисовой муки на 95,1 % зависит от изменения исследуемых факторов. Таким образом, можно сделать вывод, что точность уравнения регрессии очень высока. В зоне лучшей органолептической

оценки установлена оптимальная дозировка рисовой мучки к массе муки по рецептуре 15 %.

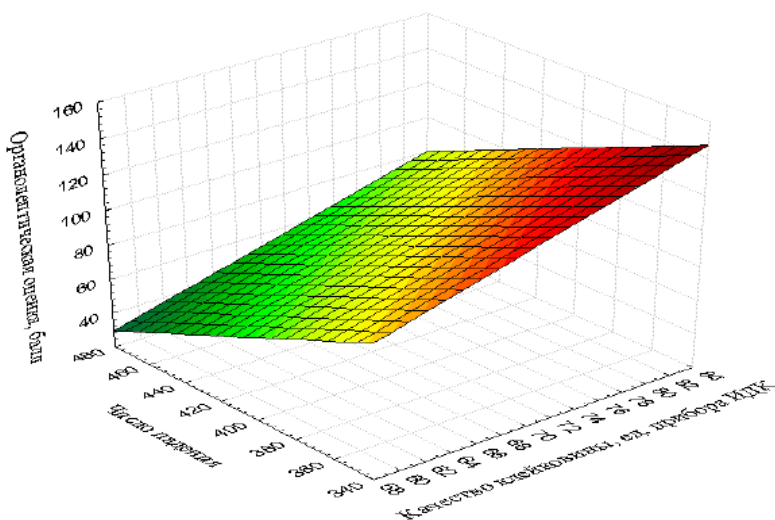


Рисунок 19 – Зависимость органолептической оценки хлеба от качества клейковины и числа падения при внесении рисовой мучки

Уравнение регрессии, описывающее удельный объем хлеба от таких показателей, как качество клейковины и число падения (трехмерный график зависимости), имеет вид:

$$z = a + bx + cy,$$

где x – качество клейковины, ед. прибора ИДК

y – число падения;

z – удельный объем выхода хлеба, см³/100 г;

a, b, c – коэффициенты регрессии;

$$z = 324,35 + 3,39x - 0,73y.$$

Коэффициент множественной корреляции R равен 0,932, коэффициент множественной детерминации $R^2 = 0,869$. Это значит, что изменение удельного объема хлеба на 86,9 %

зависит от изменения исследуемых факторов. Таким образом, что точность уравнения регрессии достаточно высока.

Графическая интерпретация уравнения представлена на рисунке 20.

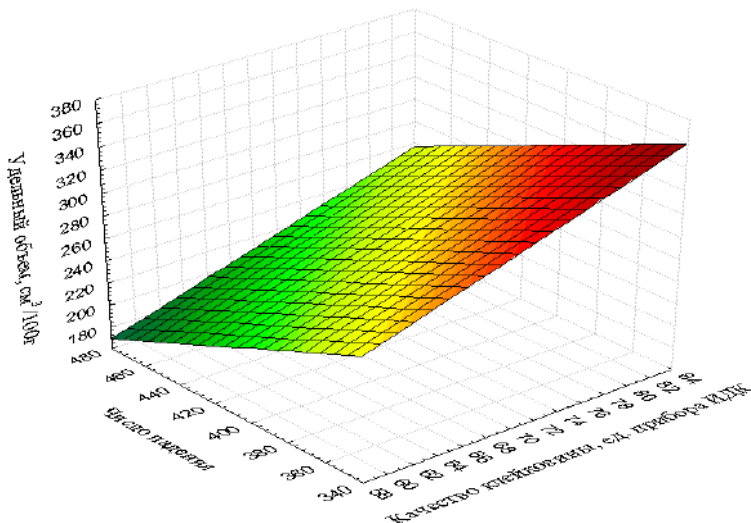


Рисунок 20 – Зависимость показателя удельного объема хлеба от качества клейковины и числа падения при внесении рисовой муки

Таким образом, качество хлеба при внесении рисовой муки в тесто зависит от изменения показателей – качества клейковины, характеризующего силу муки и числа падения, обуславливающего газообразующую способность.

Уравнение регрессии, описывающее зависимость органолептической оценки от качества клейковины и дозировки рисовой муки (трехмерный график), имеет вид:

$$z = a + bx + cy,$$

где X – качество клейковины, ед. прибора ИДК;

Y – дозировка рисовой муки, %;

Z – органолептическая оценка, балл;

a, b, c – коэффициенты регрессии;

$$z = -122,13 + 2,48x + 3,31y .$$

Графическая интерпретация уравнения в зоне лучшей желательности органолептической оценки представлена на рисунке 21.

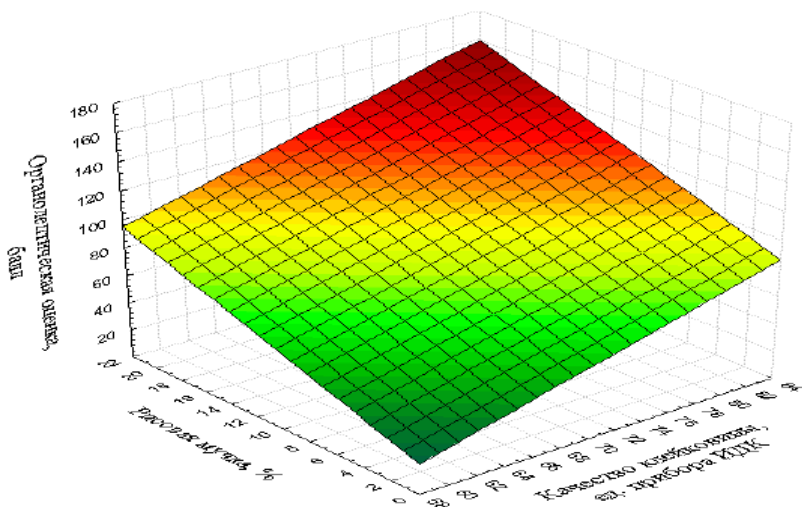


Рисунок 21 – Зависимость показателя органолептической оценки хлеба от качества клейковины и дозировки рисовой муки при внесении рисовой муки

Коэффициент множественной корреляции R равен 0,901, коэффициент множественной детерминации $R^2 = 0,812$. Это обозначает, что изменение органолептической оценки хлеба на 81,2 % зависит от изменения исследуемых факторов. Таким образом, точность уравнения регрессии достаточно высокая.

Уравнение регрессии, описывающее зависимость удельного объема выхода хлеба от качества клейковины и дозировки рисовой муки (трехмерный график), имеет вид:

$$z = a + bx + cy ,$$

где x – качество клейковины, ед. прибора ИДК;

y – дозировка рисовой муки, %;

z – удельный объем выхода хлеба, $\text{см}^3/100\text{г}$;

a, b, c – коэффициенты регрессии;

$$z = -119,69 + 4,62x + 5,47y.$$

Коэффициент множественной корреляции R равен 0,857, коэффициент множественной детерминации $R^2 = 0,734$. Это значит, что изменение удельного объема хлеба на 73,4 % зависит от изменения исследуемых факторов, а точность уравнения регрессии достаточно высока.

Графическая интерпретация уравнения в зоне лучшей желательности удельного объема хлеба представлена на рисунке 22.

В итоге качество хлеба при внесении рисовой муки в тесто зависит от изменения качества клейковины, характеризующего силу муки, и дозировки рисовой муки, влияющей на ее газообразующую способность.

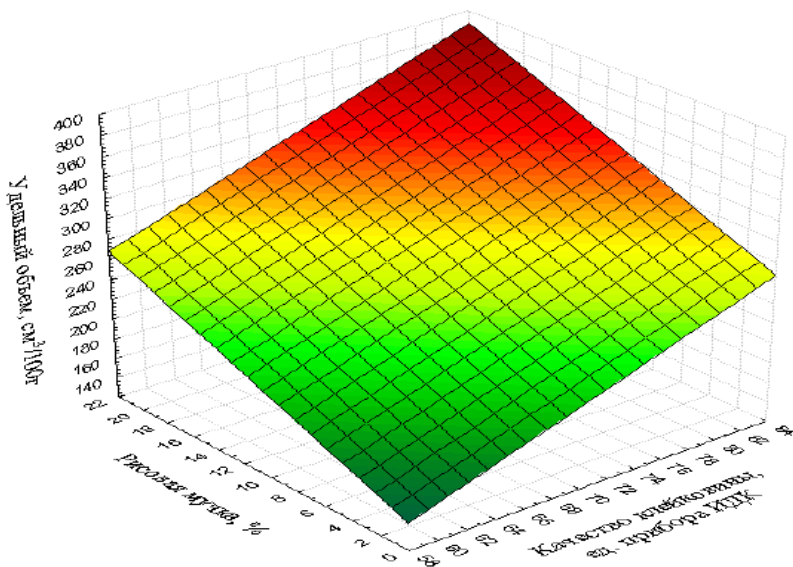


Рисунок 22 – Зависимость удельного объема хлеба от качества клейковины и дозировки рисовой муки при внесении рисовой муки

3.2.3 Влияние способов приготовления теста и пофазного внесения рисовой мучки на качество хлеба

Проведенные исследования позволили разработать рецептуру хлеба «Мечта», в состав которой включена рисовая мучка (таблица 30).

При разработке технологии хлебных изделий из муки пшеничной общего назначения М 55–23 с применением рисовой мучки были исследованы различные схемы тестоведения, которые применяются в настоящее время в хлебопекарной промышленности.

Таблица 30 – Рецептура хлеба «Мечта», кг

Сырье	Расход
Мука пшеничная общего назначения М 55–23	85,0
Рисовая мучка	15,0
Дрожжи прессованные	0,5
Соль поваренная пищевая	1,3
Итого	101,8

Для определения оптимального варианта внесения и способа приготовления теста было проведено сравнительное изучение влияния оптимальной дозировки рисовой мучки на качество хлеба в зависимости от способа приготовления теста и пофазного внесения продуктов [6, 110, 118, 141].

Тесто готовили из пшеничной муки общего назначения с внесением 15 % рисовой мучки на густой, большой густой, жидкой опаре и на охлажденном дрожжевом полуфабрикате (ОДП) [108, 149]. Рисовую мучку добавляли как в опару, так и в тесто. Полученные данные представлены в таблице 31.

Как видно из данных, приведенных в таблице 31, вне зависимости от способа приготовления теста, внесение 15 % рисовой мучки в опару или тесто всегда способствовало

повышению качества хлеба по основным показателям, но оно проявлялось в различной степени.

Наиболее эффективные результаты были получены при приготовлении теста на большой густой опаре и ОДП при внесении рисовой муки в опару. В этих образцах объем теста увеличивался на 13–17 %, пористость – на 5–8 %. Пробы хлеба, приготовленные на жидкой, обычной и большой густой опаре и ОДП с внесением муки в тесто, уступали по этим показателям хлебу из теста на основе густой большой опары и ОДП с внесением рисовой муки при замесе опары.

Балловая оценка качества хлеба была максимальной при внесении муки в ОДП.

Для приготовления ОДП берется мука в количестве 40 %, дрожжевая суспензия из 2/3 дрожжей по рецептуре, рисовая мука, расчетное количество воды, обеспечивающее влажность 48–50 %, температура полуфабриката 20–22 °С. Дозирование сырья осуществляют дозаторами сухих и жидких компонентов. Полуфабрикат замешивают в тестомесильной машине до получения однородной консистенции и подвергают брожению в течение 12–15 ч. На готовом полуфабрикате замешивают тесто из 60 % пшеничной муки общего назначения М 55–23, дрожжевой суспензии с использованием 1/3 дрожжей по рецептуре, солевого раствора и воды.

Продолжительность замеса теста зависит от хлебопекарных свойств используемой муки, применяемой технологии и марки тестомесильной машины. Замешенное тесто бродит 30 мин до кислотности 3,0 град. Время брожения теста сокращается благодаря внесению рисовой муки и интенсивной механической обработке. Температура теста поддерживается в пределах 30...32 °С. Контроль за брожением теста осуществляют по органолептическим показателям (запах, вкус, структура, увеличение объема в 1,5–2 раза). Выброженное тесто разделяют на заготовки с учетом упека и усушки, подвергают расстойке и выпекают [6].

В таблице 32 приведены основные параметры технологического процесса производства хлебобулочных изделий с добавкой рисовой муки.

Таблица 31 – Сравнительная оценка качества хлеба при внесении рисовой муки по фазам и в зависимости от способа приготовления теста

Показатели	Охлажденный дрожжевой полуфабрикат (ОДП)			Жидкая опара			Густая опара			Большая густая опара		
	контроль	в опару	в тесто	контроль	в опару	в тесто	контроль	в опару	в тесто	контроль	в опару	в тесто
Удельный объем хлеба, см ³ /100 г	311,00	371,00	348,00	247,00	275,00	251,00	300,00	339,00	328,00	311,00	350,00	336,00
Формоустойчивость, (Н/Д)	0,50	0,56	0,52	0,43	0,46	0,45	0,47	0,47	0,43	0,48	0,51	0,46
Влажность, %:												
через 24 ч	42,00	42,30	42,40	42,10	42,50	42,50	42,00	42,40	42,70	42,50	43,00	43,00
через 48 ч	41,90	42,20	42,10	41,80	42,20	42,30	41,80	42,10	42,30	42,20	42,50	42,70
через 72 ч	41,70	41,90	41,90	41,50	41,70	41,60	41,60	41,70	41,90	41,80	42,40	42,50
Пористость, %	78,00	81,00	81,00	70,00	72,00	69,00	72,00	77,00	75,00	77,00	80,00	80,00
Кислотность, град	2,40	2,60	2,50	2,10	2,20	2,20	2,40	2,40	2,50	2,50	3,00	2,90
Балловая оценка, балл	82,00	87,00	84,00	72,00	73,00	72,00	76,00	78,00	78,00	78,00	82,00	80,00

Таблица 32 – Режимы производства хлеба с использованием охлажденного дрожжевого полуфабриката и внесением рисовой муки

Технологический режим	Контроль	Хлеб «Мечта»
Приготовление охлажденного дрожжевого полуфабриката: влажность, % начальная температура, °С продолжительность брожения, ч кислотность конечная, град	48,0 22,0 15,0 3,5	50,0 22,0 11,0 3,5
Приготовление теста: влажность теста, % продолжительность замеса, мин начальная температура, °С продолжительность брожения, мин кислотность конечная, град	45,0 15,0 30,0 60,0 2,5	46,0 10,0 30,0 30,0 3,0,0
Расстойка: продолжительность, мин температура, °С относительная влажность воздуха, %	60,0 40,0 85,0	35,0 40,0 82,0–85,0
Выпечка: температура паровоздушной среды, °С продолжительность выпечки, мин	230,0 25,0–30,0	210,0 25,0–30,0

Таким образом, для обеспечения высокого качества хлебобулочных изделий при двухсменной работе предприятия рекомендуется приготовление теста по интенсивной технологии на охлажденном дрожжевом полуфабрикате с введением в рецептуру рисовой муки. Такое технологическое решение позволит сократить расход дрожжей в рецептуре и повысить рентабельность производства. Кроме того, введение в рецептуру хлебобулочных изделий рисовой муки способствует улучшению пищевой ценности продукта.

С учетом полученных данных была разработана технологическая схема производства хлебобулочных изделий с добавлением рисовой муки (рисунок 23)

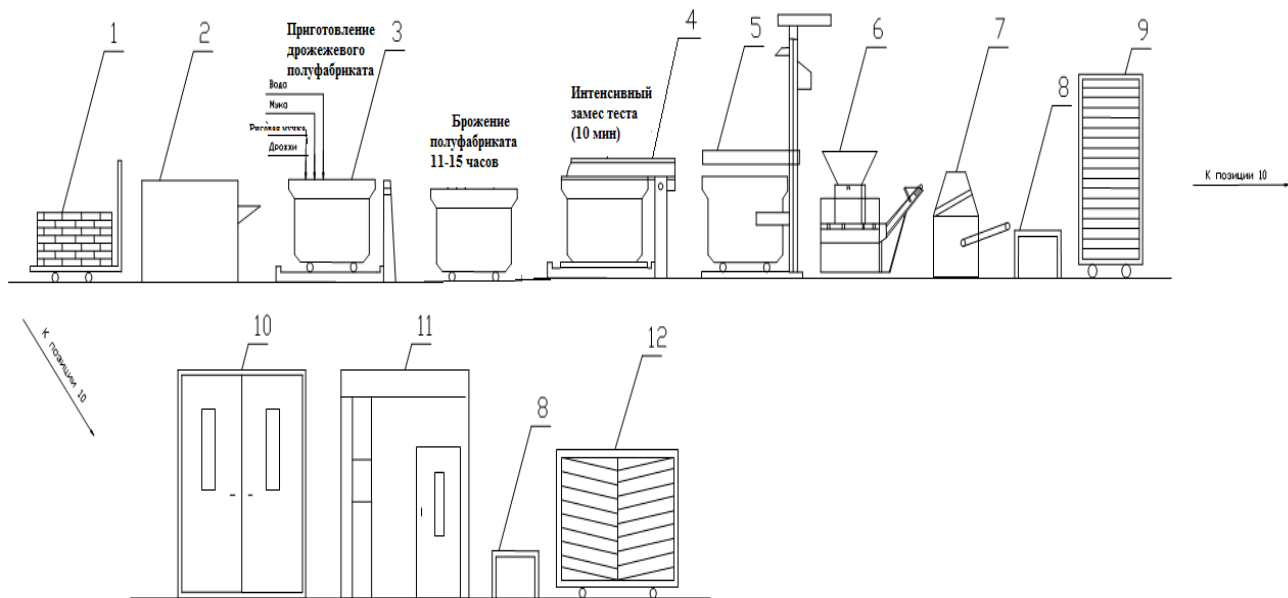


Рисунок 23 – Технологическая схема производства хлеба:

- 1 – подвоз муки, 2 – мукопросеиватель, 3 – дежа на весах, 4 – тестомесильная машина,
 5 – дежепрокидыватель, 6 – тестоделитель, 7 – тестоокруглитель, 8 – стол, 9 – стеллажная тележка,
 10 – шкаф расстойный, 11 – печь, 12 – вагонетка лотковая

3.3 Оценка качества обогащенного рисовой мукой хлеба функциональной направленности

По разработанной рецептуре и технологии проводили пробную лабораторную выпечку хлеба. Контролем служила проба, приготовленная по стандартной рецептуре для хлеба пшеничного из муки хлебопекарной общего назначения М 55–23. Опытный образец – хлеб пшеничный «Мечта», содержащий рисовую муку.

В настоящее время органолептической оценке качества продукции придается такое же значение, как и аналитическим методам анализа ее свойств. Отдельные показатели качества хлеба (внешний вид, состояние мякиша, вкус, аромат и др.), формирующие его потребительские свойства, значительно изменчивы в зависимости от качества основного и дополнительного сырья, применения различных добавок, технологического процесса приготовления и других факторов. Поэтому о качестве изделия можно судить лишь по совокупности свойств, определяющих его потребительские свойства [32, 84, 87, 95, 141].

Для определения и количественного выражения отдельных показателей качества хлеба была применена органолептическая балловая оценка по определенным шкалам, позволившая количественно выразить качество хлеба по совокупности его важнейших показателей.

Коэффициенты весомости (K_w) используют в связи с различной значимостью единичных показателей в общем восприятии товарного качества продукции. Они выражают долевое участие признака в формировании качества продукта и служат множителями в расчете обобщенных балловых оценок.

Для назначения коэффициентов весомости прежде всего должны быть выделены показатели, наиболее полно отражающие способность хлебобулочного изделия выполнять основное назначение (аромат, вкус и состояние мякиша).

Согласно рекомендациям, сумма коэффициентов весомости должна быть равна 20, чтобы 5-балловые шкалы при любом количестве показателей трансформировались в 100-балловые и комплексные показатели можно было воспринимать в процентах от оптимального качества (эталона) [7].

При дегустации учитывались следующие показатели: состояние поверхности корки, окраска корки, характер пористости, цвет мякиша, эластичность мякиша, вкус и аромат, форма изделий (таблица 33).

Таблица 33 – Результаты дегустационной оценки качества хлебобулочных изделий

Показатель	Без учета коэффициента весомости		Коэффициент весомости (Кв)	С учетом коэффициента весомости	
	контроль (без добавок)	хлеб «Мечта»		контроль (без добавок)	хлеб «Мечта»
Вкус	4,60	4,95	3,5	16,10	17,33
Аромат	4,35	4,90	3,5	15,22	17,15
Эластичность мякиша	4,45	4,82	3,5	15,58	16,87
Цвет мякиша	4,85	4,75	3,0	14,55	14,25
Характер пористости	4,65	4,90	2,0	9,30	9,80
Окраска корки	4,80	4,90	1,5	7,20	7,35
Форма изделия	4,80	4,95	1,5	7,20	7,43
Состояние поверхности	4,65	4,90	1,5	6,96	7,35
Сумма баллов	–	–	20,0	92,11	97,53

Как показали результаты дегустационной оценки, опытные образцы хлебобулочных изделий по органолептическим показателям незначительно превосходят контрольные. Хлеб с добавлением рисовой муки, по сравнению с контрольным образцом, имел более выраженную окраску корки, вкус, аромат, равномерную тонкостенную пористость, мягкий эластичный мякиш.

После проведения органолептической оценки оба образца хлебобулочных изделий исследовали на соответствие их физико-химических показателей требованиям ГОСТ 31805–2012 «Изделия хлебобулочные из пшеничной муки. Общие технические условия» [22, 120], полученные результаты представлены в таблице 34.

Таблица 34 – Физико-химические показатели качества хлебобулочных изделий

Показатель	Требования ГОСТ 31805–2012 [22]	Контроль	Хлеб «Мечта»
Влажность, %	19,0–46,0	42,0	42,3
Пористость, %	Не менее 65,0	78,0	81,0
Кислотность, град.	Не более 4,5	2,4	2,6
Удельный объем, см ³ /100 г	–	311,0	371,0

Анализ данных, представленных в таблице 34, свидетельствует о том, что оба образца соответствуют требованиям стандарта, при этом внесение рисовой муки улучшает физико-химические показатели качества хлеба по сравнению с контролем. Пористость мякиша увеличивается на 3,8 %, удельный объем хлеба возрастает на 19,3 %. Это, вероятно, можно объяснить тем, что рисовая мука имеет повышенное содержание углеводов и минеральных веществ,

что способствует улучшению условий брожения теста за счет дополнительных субстратов для дрожжей.

Известно, что в процессе хранения хлеба наблюдаются изменения в строении его белково-углеводного матрикса, обусловленные как ретроградацией амилозы и синерезисом крахмала, так и взаимодействием молекул пшеничного белка, амилозы и амилопектина с образованием новых связей, а также перераспределением влаги между вышеперечисленными полимерами, что в конечном итоге приводит к уплотнению структуры мякиша и изменению его реологических свойств [6, 10, 19, 58].

Влияние рисовой муки на изменение свойств мякиша в процессе хранения хлеба изучали в лабораторных условиях. Образцы хранили в полиэтиленовых пакетах при комнатной температуре в течение 72 ч. Анализ качества проб хлеба исследовали по изменению степени деформации мякиша и его крошковатости. Полученные экспериментальные данные приведены в таблице 35.

Таблица 35 – Изменение реологических свойств мякиша в процессе хранения хлеба

Показатель	Контроль (без добавок)	Хлеб «Мечта»
Крошковатость мякиша, %:		
через 4 ч	3,65	3,10
через 24 ч	5,21	3,60
через 48 ч	7,28	4,71
через 72 ч	9,01	5,12
Сжимаемость мякиша, ед. прибора:		
через 4 ч	85,40	113,00
через 24 ч	64,60	99,10
через 48 ч	51,50	86,20
через 72 ч	37,10	81,80

Анализ данных, представленных в таблице 35, свидетельствует о том, что внесение рисовой муки улучшает

качество хлеба при хранении. Сжимаемость мякиша у образца хлеба, приготовленного с внесением рисовой муки, через 24 ч после выпечки увеличивалась, по сравнению с контролем, на 55,7 %, крошковатость уменьшилась на 15,1 %. Через 72 ч хранения данные показатели по отношению к контрольной пробе изменились следующим образом: сжимаемость мякиша увеличилась на 120,5 %, крошковатость снизилась на 43,2 %. Таким образом, внесение рисовой муки способствует сохранению свежести мякиша хлеба в процессе хранения, вероятно, за счет присутствия пищевых волокон и модифицированных форм крахмала, обладающих высокой влагоудерживающей способностью [37, 58].

Картофельная болезнь вызывается развитием в мякише хлеба бактерий подвида *Bacillus Subtilis ssp. mesentericus* (картофельная палочка). При благоприятных условиях бактерии картофельной палочки быстро размножаются. Оптимальными условиями для развития спор картофельной палочки являются температура около 40 °С, наличие влаги, питательной среды, пониженная кислотность. Ее клетки не выдерживают нагревания до 80 °С, а споры остаются жизнеспособными при 120 °С. Поэтому бактерии при выпечке хлеба погибают, а споры остаются жизнедеятельными [54]. Картофельная палочка широко распространена в Краснодарском крае, так как климат благоприятен для ее развития. Результаты исследования указаны в таблице 36.

Таблица 36 – Появление картофельной болезни хлеба в процессе хранения

Наличие через, ч	Контроль (без добавок)	Хлеб «Мечта»
24	–	–
36	–	–
60	+	–
210	–	+

Определение зараженности хлеба картофельной палочкой показало, что в контрольном образце признаки картофельной болезни были выявлены через 60 ч после выпечки, в хлебе «Мечта» они появились лишь после 210 ч хранения. Это можно объяснить присутствием основных факторов, ингибирующих развитие картофельной болезни в хлебе, таких как повышенная кислотность, пониженная влажность, увеличенное содержание сахара.

Таким образом, добавление рисовой муки при производстве хлеба из пшеничной муки соответствует принципам здорового питания и позволяет получать хлебобулочные изделия с высокими потребительскими свойствами, сохраняемыми без использования дополнительных ингредиентов, улучшающих его качество.

3.4 Расчет пищевой и энергетической ценности разработанных сортов хлеба

Пищевую и энергетическую ценность хлеба определяли по содержанию пищевых веществ в 100 г изделия.

В таблице 37 приведены данные по химическому составу и пищевой ценности хлебобулочных изделий.

Таблица 37 – Химический состав и пищевая ценность хлебобулочных изделий

Пищевые ингредиенты	Содержание в 100 г изделия	
	Контроль (без добавок)	Хлеб «Мечта»
1	2	3
Белки, г	8,17	8,65
Жиры, г	0,99	2,25
Углеводы, г	44,35	41,58

Пищевые волокна, г	2,63	2,79
--------------------	------	------

Продолжение таблицы 27

1	2	3
Минералы, мг, в т. ч.:		
калий	94,84	333,90
натрий	381,71	375,80
кальций	17,35	26,00
железо	0,95	4,08
магний	12,54	143,50
фосфор	67,48	377,80
цинк	–	1,10
Витамины, мг, в т. ч.:		
В ₁ (тиамин)	0,13	1,86
В ₂ (рибофлавин)	0,03	0,60
РР (ниацин)	0,42	15,78
В ₆	–	2,02
Е	–	14,90
Энергетическая ценность, ккал	219,00	221,17

Данные, представленные в таблице 37, показывают, что внесение в рецептуру хлеба «Мечта» рисовой муки способствует повышению калия – на 252,0 %, кальция – на 49,8 %, фосфора – на 459,9 %, железа – на 329,5 %. Кроме того, добавление рисовой муки позволяет обогатить хлеб витаминами группы В, РР, Е.

Была также определена степень удовлетворения человека в пищевых веществах при потреблении хлеба «Мечта» в соответствии с МР 2.3.12432–08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ» [105].

В таблице 38 приведены данные, свидетельствующие о суточной физиологической потребности человека в основных пищевых веществах и энергии при потреблении 250 г хлебобулочных изделий.

На основании полученных результатов установлено, что

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

Таблица 38 – Покрытие суточной потребности физиологической потребности человека в основных пищевых веществах и энергии при потреблении 250 г хлебобулочных изделий

Пищевые ингредиенты	Суточная потребность [107]	Контроль (без добавок)		Хлеб «Мечта»	
		г	%	г	%
Белки, г	75,0	20,4	28,3	21,6	30,0
Жиры, г	83,0	2,5	3,1	5,6	6,9
Углеводы, г	365,0	110,9	31,0	103,9	29,0
Пищевые волокна, г	30,0	6,6	32,9	6,9	34,9
Минералы, мг, в т. ч.:					
калий	3500,0	237,1	9,5	834,8	33,4
натрий	2400,0	954,3	73,4	939,5	72,3
кальций	1000,0	43,4	4,3	65,0	6,5
железо	14,0	2,4	23,8	10,2	102,0
магний	400,0	31,4	7,8	358,8	89,7
фосфор	1000,0	168,7	21,1	944,5	118,1
цинк	12,0	–	–	2,8	22,9
Витамины, мг, в т. ч.:					
В ₁ (тиамин)	1,5	0,3	18,7	4,7	310,0
В ₂ (рибофлавин)	1,8	0,1	4,2	1,5	83,3
РР (ниацин)	20,0	1,1	5,3	39,5	197,3
В ₆	2,0	–	–	5,1	252,5
Е	10,0	–	–	37,3	248,3
Энергетическая ценность, ккал	2500,0	547,5	22,4	552,9	22,6

Для оценки относительной биологической ценности хлебобулочных изделий использовали микробиологический метод с помощью тест-организма инфузория *Tetrahymena pyriformis* [53]. Результаты исследования представлены в таблице 39.

Таблица 39 – Степень размножения инфузории и относительной биологической ценности хлебобулочных изделий

Продукт	Количество клеток в 1 мл	Относительная биологическая ценность, %
Контроль	$61 \cdot 10^4$	70,9
Хлеб «Мечта»	$74 \cdot 10^4$	86,0
Казеин (стандартный белок)	$86 \cdot 10^4$	100,0

Как видно из данных таблицы 39, разработанный хлеб «Мечта» имеет более высокую биологическую ценность, чем хлеб пшеничный из муки общего назначения М 55–23, так как вносимые белки риса легче усваиваются организмом человека и частично компенсируют недостаток незаменимых аминокислот.

Анализ состава физиологически функциональных ингредиентов разработанных изделий подтвердил их способность нормализовать пищевой статус человека [124]. Таким образом, полученные данные позволяют позиционировать разработанный сорт хлеба как функциональный продукт.

3.5 Оценка критериев безопасности хлеба «Мечта»

Одним из основных факторов, определяющих здоровье человека и сохраняющих целостность его генофонда, является

обеспечение безопасности продовольственного сырья и продуктов питания.

Согласно определению, данному в Техническом регламенте Таможенного Союза (ТР ТС) 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [106] и утвержденному решением комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 880, безопасность пищевой продукции – это состояние пищевой продукции, свидетельствующее об отсутствии недопустимого риска, связанного с вредным воздействием на человека и будущие поколения.

Под безопасностью продуктов питания понимают отсутствие опасности для здоровья человека при их употреблении, острого негативного воздействия (пищевые инфекции и отравления) и отдаленных последствий (мутагенных, тератогенных и канцерогенных) [101].

Безопасность пищевых продуктов должна соответствовать гигиеническим требованиям безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов, отраженным в ТР ТС 021/2011 [106], а также единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю). Они утверждены решением комиссии Таможенного союза от 28.05.2010.

Согласно вышесказанному, была проведена комплексная оценка санитарно-гигиенического состояния вновь разработанного хлеба «Мечта». Поэтому в образцах определяли предусмотренные требованиями ТР ТС 021/2011 показатели, а именно – содержание пестицидов, микотоксинов, радионуклидов, токсичных элементов и микробиологические характеристики безопасности. Результаты оценки представлены в таблице 40.

Таблица 40 – Основные критерии безопасности хлеба «Мечта»

Показатель	Значение	Значение
------------	----------	----------

	показателя при испытаниях	показателя по ТР ТС 021/2011
1	2	3
Токсичные элементы, мг/кг		
свинец	0,100 ± 0,050	0,350
мышьяк	0,050 ± 0,030	0,150
кадмий	0,010 ± 0,003	0,070

Продолжение таблицы 40

1	2	3
ртуть	< 0,001	0,015
Пестициды, мг/кг		
ГХЦГ (сумма изомеров)	< 0,002	0,500
ДДТ и его метаболиты	< 0,003	0,020
2,4Д-аминная соль	Не обнаружено	Не допустимо
ртуть органические пестициды	Не обнаружено	Не допустимо
Радионуклиды		
стронций-90, Бк/кг	1,000	20,000
цезий-137, Бк/кг	2,400	40,000
Микотоксины, мг/кг		
афлатоксин В-1	Не обнаружено	0,005
дезоксиниваленол	Не обнаружено	0,700
зеараленон	Не обнаружено	0,200
Т-2 токсин	Не обнаружено	0,100
охратоксин А	Не обнаружено	0,005
Микробиологические нормативы безопасности		
Количество мезофильных, аэробных и факультативных анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г, не более	<1,000·10 ²	1,000·10 ³
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы), не допускаются в массе продукта, г	Не обнаружено	0,100
Патогенные (в том числе сальмонеллы), не допускаются	Не обнаружено	0,100

в массе продукта, г		
<i>S. aureus</i> не допускаются в массе продукта, г	Не обнаружено	1,000
Бактерии рода <i>Proteus</i> , не допускаются в массе продукта, г	Не обнаружено	0,100
Плесени КОЕ/г, не более	11,000	50,000

Результаты проведенных исследований показали, что содержание наиболее опасных токсичных тяжелых металлов в образце хлеба не превышает допустимых значений, установленных санитарными правилами и нормами для хлебобулочных изделий. Таким образом, по основным критериям безопасности созданный новый сорт хлеба с использованием рисовой муки полностью соответствует установленным требованиям.

РАЗРАБОТКА НАУЧНО ОБОСНОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕЦЕПТУР БЕЗГЛУТЕНОВЫХ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ РИСОВОЙ МУЧКИ

4.1 Разработка рецептур безглютеновых мучных кондитерских изделий с использованием рисовой муки

Кондитерская продукция принадлежит к числу наиболее любимых компонентов пищевого рациона, как детей, так и взрослого населения России. Результаты эпидемиологического исследования, проведенного сотрудниками лаборатории по изучению и планированию структуры питания населения НИИ питания РАМН, показали, что 20–25 % детского и 6–13 % взрослого населения регулярно потребляют мучные кондитерские изделия [31].

При выборе сырья с целью разработки рецептур печенья для больных целиакией учитывали требования CODEX STAN 118-1979 Объединенного комитета экспертов ФАО/ВОЗ комиссии Кодекс Алиментариус и ТР ТС 027/2012 [12, 162, 169, 180].

Для разработки рецептур безглютенового печенья с применением рисовой муки и кукурузной муки были использованы технологические инструкции по производству мучных кондитерских изделий и рецептура сахарного печенья «Солнышко» [65, 66].

Анализ рецептурного состава печенья «Солнышко» позволил принять технологическое решение о замене в рецептуре муки пшеничной на муку кукурузную, так как она не содержит клейковинных белков и богата полиненасыщенными жирными кислотами; о введении в

рецептуру в качестве натуральной биологически активной добавки растительного происхождения рисовой мучки с целью повышения содержания биологически активных веществ в конечном продукте.

Для отработки рецептуры были составлены смеси на основе кукурузной муки с частичной заменой на рисовую мучку в соотношениях: 80:20, 60:40, 50:50, 40:60, 20:80 соответственно. В качестве контроля использовали печенье, изготовленное по базовой рецептуре на основе пшеничной муки [80, 93]. Из составленных смесей выпекали печенье по технологической схеме, представленной на рисунке 24 [30, 46, 77]. Качество печенья оценивали по органолептическим (методом профилирования с применением дескриптивного анализа) и физико-химическим показателям.



Рисунок 24 – Технологическая схема приготовления печенья

«Солнышко ясное»

В основу построения профилограмм легли дескрипторы вкуса, аромата, формы изделия, состояния поверхности, цвета и текстуры сахарного печенья.

Результаты органолептической оценки сахарного печенья по всем вариантам эксперимента представлены в виде профилограмм (рисунок 25).

Замена в рецептуре сахарного печенья пшеничной муки на муку кукурузную и внесение растительной добавки в виде рисовой мучки существенно улучшают органолептические показатели и в большей степени вкус и аромат изделий.

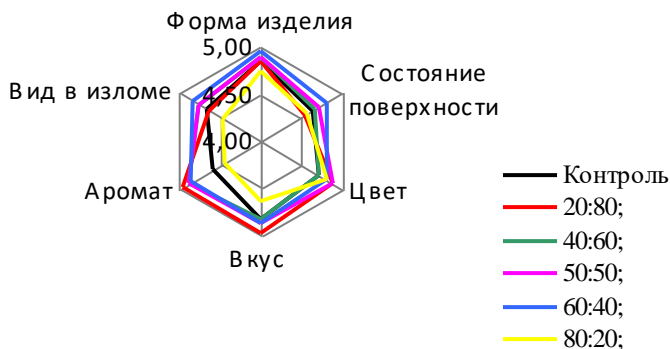


Рисунок 25 – Профилограмма органолептических показателей сахарного печенья из смеси кукурузной муки и рисовой мучки

Контрольный образец, в соответствии со шкалой градации качества мучных кондитерских изделий, согласно которой средний балл составил 4,71, уступал образцам печенья на основе кукурузной муки и рисовой мучки.

Из всех вариантов эксперимента был отмечен лучший по комплексу органолептических показателей образец печенья, приготовленного из смеси кукурузной муки и рисовой муки в соотношении 60:40 соответственно.

Физико-химические показатели качества печенья по всем вариантам опыта представлены в таблице 41.

Таблица 41 – Физико-химические показатели печенья из смеси кукурузной муки и рисовой муки

Показатель	Контроль	Смесь кукурузной муки и рисовой муки в соотношении, %				
		20:80	40:60	50:50	60:40	80:20
Массовая доля влаги, %	4,99	5,12	5,34	5,46	5,51	5,78
Щелочность, град.	0,70	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Намокаемость, %	148,00	150,00	153,00	155,00	158,00	164,00
Плотность, г/см ³	0,83	0,94	0,97	0,99	1,02	1,06

В ходе исследований было выявлено, что с увеличением процентного соотношения в смеси рисовой муки массовая доля влаги в готовых изделиях возросла. Это обусловлено присутствием рисового крахмала, амилоза которого занимает промежуточное положение между амилозой остальных типов крахмала и амилопектина. Амилоза рисового крахмала, благодаря большому количеству ответвлений, более прочно связывает воду и характеризуется низкой ретроградацией. Прочное связывание влаги позволяет уменьшить ломкость печенья на линии.

Щелочность изделий во всех вариантах эксперимента практически не отличалась от контроля и разница была в пределах допустимой ошибки опыта.

Показатель намокаемости печенья с увеличением дозировки рисовой муки в тесте возрастал, что также обусловлено гидроколлоидными свойствами рисовой муки.

Учитывая полученные результаты, по комплексу органолептических и физико-химических показателей был выбран образец с соотношением кукурузной муки и рисовой мучки 60:40. Он отличался приятным вкусом, ароматом, привлекательным внешним видом и лучшими показателями влажности и намокаемости печенья.

Однако следует отметить, что и в выбранном варианте, наряду с другими, на поверхности печенья присутствовали небольшие трещинки и обнаруживалось небольшое его расслоение. Это связано с плохой растяжимостью теста, в нем отсутствовали белки клейковины и, с нашей точки зрения, присутствовало повышенное содержание химического разрыхлителя. Он применяется в производстве печенья для придания пористой структуры.

Для устранения дефектов печенья нами была проведена работа по снижению дозировки разрыхлителя в рецептуре. Выпечка безглютенового печенья проводилась с внесением гидрокарбоната натрия в дозировке 20 %, 40 %, 60 %, 80 % и 100 % от количества по рецептуре. Влияние дозировки разрыхлителя на органолептические (в виде профилограмм) показатели качества печенья представлено на рисунке 26.

По результатам органолептической оценки качества было выявлено, что все образцы имеют правильную форму, золотисто-желтый цвет, приятный аромат и вкус. При использовании гидрокарбоната натрия дозировках 40 и 20 % поверхность печенья была гладкая и без трещин.

При внесении 100 % разрыхлителя печенье сильно крошилось. Уменьшение количества разрыхлителя привело к снижению крошимости. Однако при внесении гидрокарбоната натрия в тесто в дозировке 20 %, происходило уплотнение изделия.

Согласно данным рисунка 26, максимальными показателями качества отличается печенье с дозировкой гидрокарбоната натрия 40 % (средний балл был 4,86) в сравнении с контрольным образцом (4,72 балла).

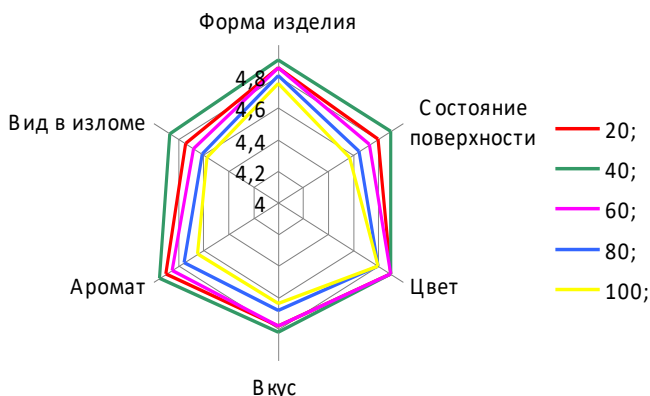


Рисунок 26 – Профилограмма органолептических показателей печенья с различной дозировкой гидрокарбоната натрия

Физико-химические показатели качества печенья с различной дозировкой гидрокарбоната натрия представлены в таблице 42.

Таблица 42 – Зависимость физико-химических показателей качества печенья от различных дозировок гидрокарбоната натрия

Показатель	Гидрокарбонат натрия %, от количества в рецептуре				
	20	40	60	80	100
Массовая доля влаги, %	5,8	5,7	5,7	5,6	5,5
Щелочность, град	0,5	0,5	0,7	0,8	0,8
Намокаемость, %	195,0	189,0	176,0	164,0	158,0

В ходе исследования было выявлено, что с увеличением дозировки гидрокарбоната натрия массовая доля влаги, а также намокаемость печенья уменьшаются. Щелочность изделий повышается при увеличении дозы внесения гидрокарбоната натрия.

По результатам оценки качества печенья был выделен образец безглютенового печенья с дозировкой 40 % гидрокарбоната натрия от общего количества, так как он имел лучшие показатели балловой оценки и физико-химические показатели. На основании полученных данных была предложена новая рецептура сахарного безглютенового печенья «Солнышко ясное» (таблица 43).

Таблица 43 – Рецептура сахарного печенья «Солнышко ясное»

Сырье	Содержание сухих веществ, %	Норма расхода, кг	
		в натуре	в сухих веществах
Мука кукурузная	86,00	251,970	216,690
Мучка рисовая	89,60	167,640	150,210
Сахарный песок	99,85	167,640	167,390
Маргарин	60,00	352,050	211,230
Яйцо куриное	27,00	58,680	15,840
Соль поваренная пищевая	97,00	1,680	1,630
Гидрокарбонат натрия	50,00	0,335	0,168
Выход	96,00	1000,000	960,000

На основе рецептуры сахарного печенья «Кукурузка» была разработана рецептура безглютенового печенья с заменой пшеничной муки на рисовую мучку [66]. Изделие выпекали по технологической схеме, представленной на рисунке 27.

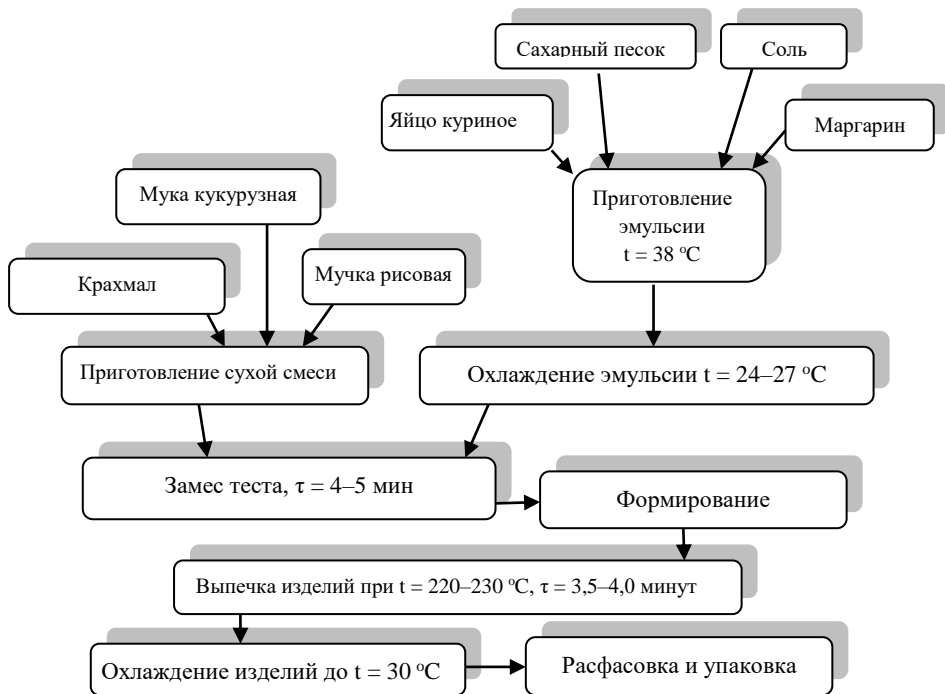


Рисунок 27 – Технологическая схема производства печенья «Улыбка»

Органолептические показатели качества печенья на основе пшеничной муки и с добавлением рисовой муки отражены в таблице 44.

Таблица 44 – Органолептические показатели качества печенья с пшеничной мукой и рисовой мукой

Показатель	Печенье	
	с пшеничной мукой	с рисовой мукой
1	2	3
Форма	Правильная, соответствующая данному наименованию, без вмятин	
Поверхность	Гладкая, с четким рисунком, неподгорелая, без вкраплений крошек	Шероховатая, с крупными трещинами, неподгорелая, без вкраплений крошек

Продолжение таблицы 44

1	2	3
Цвет	Золотисто-желтый, равномерный	Золотисто-коричневый, равномерный
Вкус, запах	Свойственные данному наименованию, без посторонних запаха и привкуса	
Вид в изломе	Пропеченное печенье с равномерной пористостью, без пустот и следов непромеса	

Физико-химические показатели качества печенья представлены в таблице 45.

Таблица 45 – Характеристика физико-химических показателей качества печенья

Показатель	Печенье	
	с пшеничной мукой	с рисовой мукой
Массовая доля влаги, %	6,7	5,4
Щелочность, град	0,7	0,7
Намокаемость, %	199,0	146,0
Массовая доля общего сахара в пересчете на сухое вещество (по сахарозе), %, не более	18,6	24,3

Тестовые заготовки печенья с рисовой мукой плохо подвергались формированию, а готовые изделия имели крупные трещины на поверхности. Печенье с пшеничной мукой отличалось большей массовой долей влаги и намокаемостью.

Для повышения качества печенья были составлены партии смеси на основе рисовой муки с последующей частичной заменой на кукурузный крахмал в соотношении: 20:80, 40:60, 50:50, 60:40, 80:20 соответственно. Контролем являлось печенье с рисовой мукой.

Из составленных смесей выпекали печенье, качество которого оценивали по органолептическим (методом

профилирования с применением дескриптивного анализа) и физико-химическим показателям.

Результаты органолептической оценки качества печенья по всем вариантам эксперимента представлены в виде профилограмм (рисунок 28).

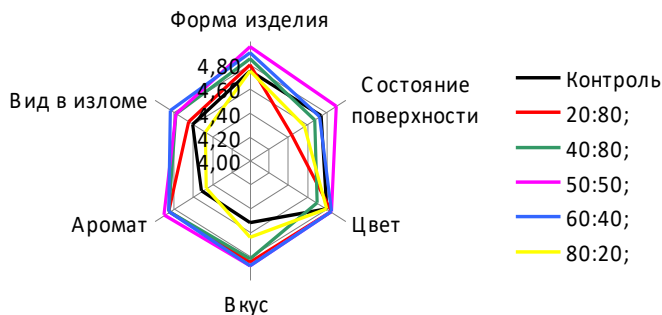


Рисунок 28 – Профилограмма органолептических показателей качества печенья с кукурузным крахмалом

Высоким показателем качества отличается печенье с соотношением в смеси рисовой муки и кукурузного крахмала 60:40 и 50:50 (средний балл был 4,85 и 4,88 в сравнении с контрольным образцом – 4,65).

Физико-химические показатели качества печенья с различной дозировкой кукурузного крахмала представлены в таблице 46.

В ходе исследования было выявлено, что в смеси с увеличением в процентном соотношении кукурузного крахмала массовая доля влаги в готовых изделиях возросла, что объясняется его свойствами. Щелочность во всех вариантах была в пределах допустимой ошибки опыта и не отличалась от контроля. Показатель намокаемости печенья с увеличением дозировки кукурузного крахмала повышался,

что обусловлено также свойствами кукурузного крахмала и его составляющими компонентами.

Таблица 46 – Физико-химические показатели качества печенья из смеси рисовой муки и кукурузного крахмала

Показатель	Кон троль	Соотношение рисовой муки и кукурузного крахмала, %				
		20:80	40:60	50:50	60:40	80:20
Массовая доля влаги, %	5,4	5,9	5,8	5,7	5,6	5,5
Щелочность, град	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Намокаемость, %	146,0	159,0	155,0	153,0	151,0	148,0

Согласно полученным в ходе исследований результатам, вариант смеси рисовой муки и кукурузного крахмала с соотношением 50:50 отличался приятным вкусом, ароматом и привлекательным внешним видом.

Это позволило создать новую рецептуру безглютенового печенья «Улыбка» (таблица 47).

Таблица 47– Рецептура безглютенового сахарного печенья «Улыбка»

Сырья	Содержание сухих веществ, %	Норма расхода, кг	
		в натуре	в сухих веществах
1	2	3	4
Мука рисовая	89,60	52,39	46,94
Мука кукурузная	86,00	314,33	270,32
Крахмал кукурузный	87,00	52,39	45,58
Сахарный песок	99,85	167,64	167,39

Продолжение таблицы 47

1	2	3	4
Маргарин	60,00	352,05	211,23
Яйцо куриное	27,00	58,68	15,84
Соль поваренная пищевая	97,00	1,68	1,63
Гидрокарбонат натрия	50,00	0,84	0,42
Итого	–	1027,70	–
Выход	96,00	1000,00	960,00

Для расширения ассортимента безглютенового печенья разрабатывают рецептуры на основе кукурузной муки и с добавлением рисовой мучки, для больных целиакией – на основе рецептуры печенья «Бийское» [66].

В качестве эксперимента также составлялись партии опытных смесей, основу которых составляли рисовая мучка и кукурузная мука в следующих соотношениях: 20:80, 40:60, 50:50, 60:40, 80:20 соответственно.

Из составленных смесей выпекали печенье по технологической схеме, представленной на рисунке 29. Качество изделия оценивали по органолептическим (методом профилирования с применением дескриптивного анализа) и физико-химическим показателям.

Результаты органолептической оценки качества печенья, приготовленного из смеси кукурузной муки и рисовой мучки по всем вариантам эксперимента, представлены в виде профилограмм (рисунок 30).

Как видно из данных, представленных на профилограммах, по качеству выделяется печенье с соотношением в смеси кукурузной муки и рисовой мучки 40:60 (средний балл составил 4,87 по сравнению с 4,79 баллами контрольного образца).

Физико-химические показатели качества печенья, приготовленного из смеси кукурузной муки и рисовой мучки, представлены в таблице 48.

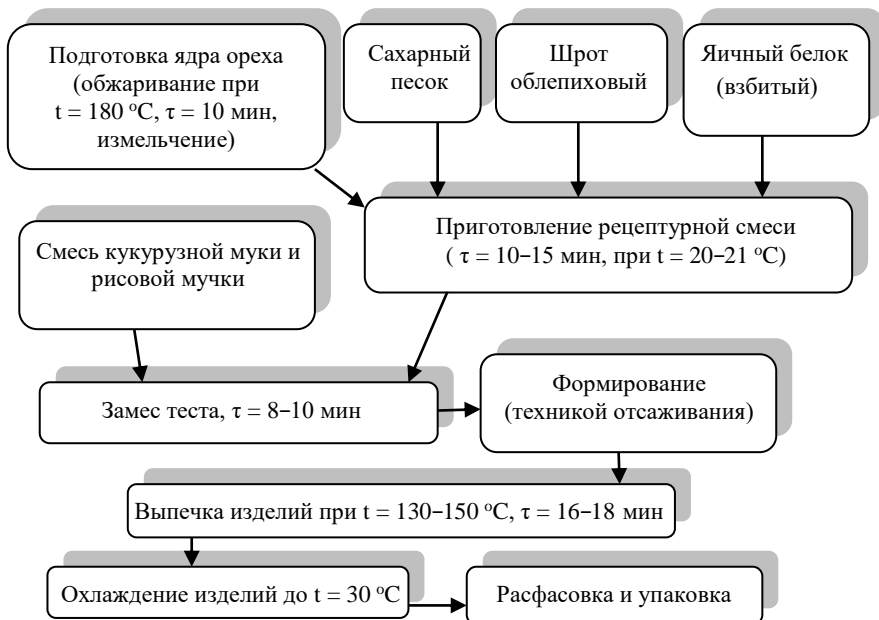


Рисунок 29 – Технологическая схема приготовления печенья «Праздник»

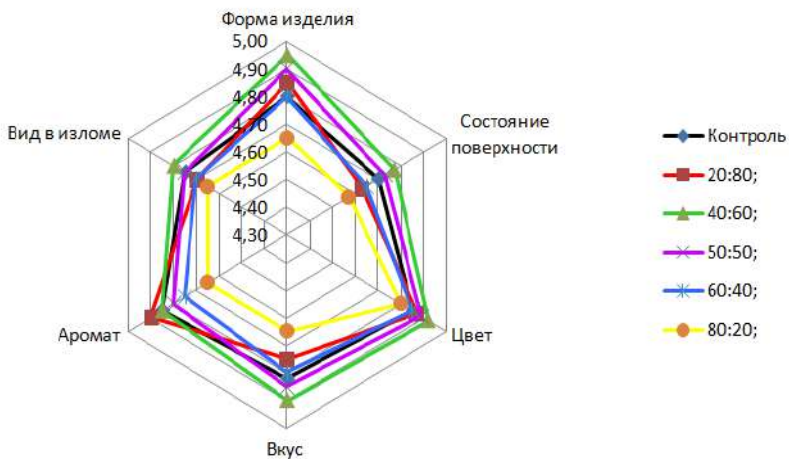


Рисунок 30 – Профилограмма органолептических показателей безглютенового печенья из смеси кукурузной муки и рисовой муки

Таблица 48 – Физико-химические показатели печенья с различным соотношением в смеси рисовой муки и кукурузной муки

Показатель	Контроль	Соотношение рисовой муки и кукурузной муки, %				
		20:80	40:60	50:50	60:40	80:20
Массовая доля влаги, %	8,3	8,5	8,7	8,9	9,1	9,2
Намокаемость, %	136,0	148,0	159,0	165,0	170,0	176,0

После оценки физико-химических показателей было установлено, что с увеличением процентного соотношения в смеси рисовой муки массовая доля влаги в готовых изделиях возросла, что обусловлено свойствами рисового крахмала и наличием в ней пищевых волокон. Показатель намокаемости печенья с увеличением дозировки муки возрастает, что обусловлено свойствами рисовой муки и ее составных компонентов.

Учитывая результаты, полученные в исследованиях, следует отметить вариант с соотношением рисовой муки и кукурузной муки 40:60, по органолептическим и физико-химическим показателям превосходящий остальные образцы.

В результате была создана новая рецептура безглютенового печенья «Праздник» (таблица 49) [13].

Таблица 49 – Рецептура печенья «Праздник»

Сырье	Содержание сухих веществ, %	Норма расхода, кг	
		в натуре	в сухих веществах
Мука кукурузная	86,00	39,76	34,19
Мука рисовая	89,60	25,51	22,86
Белок яичный	12,00	265,26	31,83
Сахарный песок	99,85	663,17	662,17
Ядро ореха арахиса	92,00	238,73	217,68
Шрот облепиховый	95,00	26,526	25,50
Выход	80,63	1060,0	836,08

4.2 Изучение влияния длительности хранения на доброкачественность безглютенового печенья

Для обоснования сроков хранения разработанных новых видов безглютенового печенья проводилась санитарно-эпидемиологическая оценка качества рецептур. Образцы закладывали на хранение в течение 30, 60, 90, 105 сут с учетом коэффициента резерва для нескоропортящихся продуктов, который составляет 1,15, согласно методическим указаниям МУК 4.2.1847–04 «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов» [125].

Образцы (каждый по отдельности) хранили в герметичных полиэтиленовых пакетах при температуре $(18 \pm 5)^\circ\text{C}$ и при относительной влажности не выше 75 %. После этого оценивали качество изделий [125].

Для оценки изменений органолептических показателей качества новых сортов печенья в процессе хранения использовали 5-балловую шкалу (рисунок 31).

Органолептическая оценка качества печенья показала, что на протяжении всего периода хранения у изделия сохранились форма, состояние поверхности и цвет. Изменения произошли в интенсивности запаха, а также на 90-е сут появился горьковатый привкус, что свидетельствует о возникновении окислительных процессов за счет присутствия в изделиях рисовой муки.

В таблице 50 показано изменение физико-химических показателей качества безглютенового печенья в процессе хранения.

Из анализа данных таблицы 50 видно, что с увеличением срока хранения также повышалась хрупкость, снизились такие показатели, как массовая доля влаги и намокаемость.

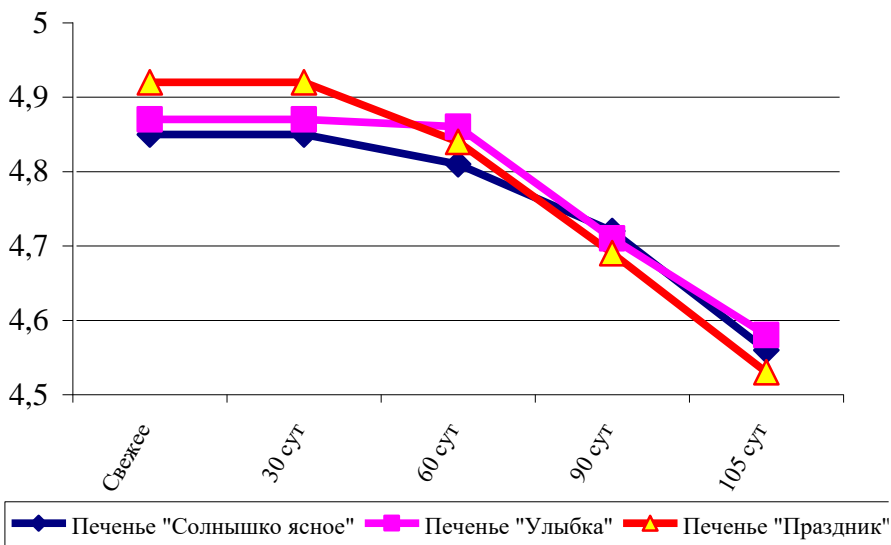


Рисунок 31 – Оценка органолептических показателей качества безглютенового печенья в процессе хранения

Таблица 50 – Физико-химические показатели качества печенья с рисовой мукой в процессе хранения

Показатель	Сорт печенья		
	«Солнышко ясное»	«Улыбка»	«Праздник»
1	2	3	4
Свежевыработанное печенье			
Массовая доля влаги, %	5,7	5,6	8,7
Намокаемость, %	189,0	151,0	156,0
Щелочность, град.	0,5	0,7	–
30 суток хранения			
Массовая доля влаги, %	5,6	5,4	8,6
Намокаемость, %	188,0	151,0	156,0
Щелочность, град.	0,5	0,7	–

Продолжение таблицы 50

1	2	3	4
60 суток хранения			
Массовая доля влаги, %	5,5	5,3	8,4
Намокаемость, %	188,0	148,0	154,0
Щелочность, град.	0,5	0,7	–
90 суток хранения			
Массовая доля влаги, %	5,4	5,2	8,3
Намокаемость, %	185,0	145,0	153,0
Щелочность, град.	0,5	0,7	–
105 суток хранения			
Массовая доля влаги, %	5,3	5,1	8,2
Намокаемость, %	182,0	141,0	151,0
Щелочность, град.	0,5	0,7	–

Одним из показателей доброкачественности является также микробиологическая безопасность [29]. Во всех образцах после снятия с хранения определяли микробиологические показатели безопасности. Результаты критериев безопасности по микробиологическим параметрам представлены в таблице 51.

Как видно из данных таблицы 51, во всех образцах печени микробиологические показатели безопасности были в пределах нормы и соответствовали требованиям ТР ТС 021/2011, что позволяет рекомендовать отработанные сроки хранения в технические условия и технические инструкции. С учетом требований CODEX STAN 118-1979 и ТР ТС 027/2012 во всех образцах печени определяли содержание глютена, результаты исследований составили менее 2 мг/кг. Были разработаны нормативные документы на новые сорта безглютенового печенья: «Солнышко ясное» (ТУ 9131-201-0493202-15), «Улыбка» (ТУ 9131-202-0493202-15) и «Праздник» (ТУ 9131-203-0493202-15).

Таблица 51 – Критерии микробиологической безопасности разработанных сортов безглютенового печенья

Микробиологические показатели, КОЕ/г		Требования ТР ТС 027/2012	Продолжительность хранения, сут				
			0	30	60	90	105
1		2	3	4	5	6	7
Печенье «Праздник»							
Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, не более		1,0·10 ⁴	1,2·10 ²	1,4·10 ²	1,7·10 ²	2,0·10 ²	2,4·10 ²
Масса продукта (г), в котором не допускается	Бактерии группы кишечных палочек (колиформы)	0,1	Не обнаружено				
	Патогенные (в т. ч. сальмонеллы)	25,0	Не обнаружено				
	<i>S. aureus</i>	Не допустимо	Не обнаружено				
Дрожжи		50,0	22,0	27,0	31,0	35,0	39,0
Плесневые грибы		100,0	16,0	21,0	27,0	34,0	41,0
Печенье «Улыбка»							
Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, не более		1,0·10 ⁴	1,1·10 ²	1,3·10 ²	1,5·10 ²	1,9·10 ²	2,2·10 ²

Продолжение таблицы 51

1		2	3	4	5	6	7
Масса продукта (г), в котором не допускается	Бактерии группы кишечных палочек (колиформы)	0,1	Не обнаружено				
	Патогенные (в т. ч. сальмонеллы)	25,0	Не обнаружено				
	<i>S. aureus</i>	Не допустимо	Не обнаружено				
Дрожжи		50,0	8,0	13,0	19,0	23,0	28,0
Плесневые грибы		100,0	14,0	19,0	25,0	29,0	34,0
Печень «Солнышко ясное»							
Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, не более		$1,0 \cdot 10^4$	$1,3 \cdot 10^2$	$1,5 \cdot 10^2$	$1,6 \cdot 10^2$	$1,9 \cdot 10^2$	$2,3 \cdot 10^2$
Масса продукта (г), в котором не допускается	Бактерии группы кишечных палочек (колиформы)	0,1	Не обнаружено				
	Патогенные (в т. ч. сальмонеллы)	25,0	Не обнаружено				
	<i>S. aureus</i>	Не допустимо	Не обнаружено				
Дрожжи		50,0	25,0	28,0	32,0	34,0	39,0
Плесневые грибы		100,0	19,0	23,0	27,0	32,0	37,0

Таблица 52 – Химический состав и пищевая ценность разработанных сортов печенья

Пищевые ингредиенты	Суточная потребность [109, 139]	Печенье					
		«Солнышко ясное»		«Праздник»		«Улыбка»	
		г	%	г	%	г	%
Белки, г	75,0	5,63	7,82	12,94	17,98	4,17	5,79
Жиры, г	83,0	33,44	41,28	14,53	17,94	32,02	39,53
Углеводы, г	365,0	44,91	12,54	90,47	25,27	48,43	13,53
Пищевые волокна, г	30,0	2,09	10,45	3,45	17,25	1,83	9,15
Минералы, мг, в т. ч.:							
калий	3500,0	453,90	18,15	344,84	9,86	220,16	6,29
натрий	2400,0	160,78	12,37	74,29	5,70	164,48	6,85
кальций	1000,0	31,33	3,13	32,68	3,27	21,46	2,15
железо	14,0	6,22	62,20	2,99	29,90	4,09	40,90
магний	400,0	219,02	54,70	66,66	16,70	140,59	35,10
фосфор	1000,0	548,03	68,50	210,96	26,40	205,24	25,65
Витамины, мг, в т. ч.:							
В ₁ (тиамин)	1,5	0,86	57,33	0,72	48,00	0,89	59,30
В ₂ (рибофлавин)	1,8	1,03	57,20	0,39	21,70	0,35	19,40
РР (ниацин)	20,0	7,56	37,80	6,22	31,10	7,78	38,90
В ₆	2,0	1,18	59,00	0,58	29,00	0,99	49,50
Е	10,0	7,50	75,00	4,24	28,30	7,25	48,30
Энергетическая ценность, ккал	2500,0	503,13	20,13	544,43	21,77	498,61	19,94

4.3 Расчет пищевой и энергетической ценности разработанных новых сортов безглютенового печенья

Печенье пользуется большим спросом среди потребителей разных возрастных категорий. Высокое содержание сахара и жира, а также низкое содержание физиологически активных компонентов свидетельствуют о необходимости корректировки химического состава в направлении увеличения содержания витаминов, пищевых волокон, минеральных веществ при одновременном снижении энергетической ценности.

С целью повышения конкурентоспособности разработанных сортов печенья как продукта функционального назначения изучали химический состав и содержание функциональных ингредиентов (таблица 52).

Как видно из данных, представленных в таблице 52, использование рисовой муки при производстве мучных кондитерских изделий позволяет обогатить изделия витаминами группы В, Е, РР, а также минеральными веществами, такими как калий, кальций, магний, фосфор, цинк.

Для оценки относительной биологической ценности безглютеновых мучных кондитерских изделий применяли микробиологический метод, с помощью тест-организма инфузория *Tetrahymena pyriformis* [53]. Результаты представлены в таблице 53.

Как видно из данных таблицы 53, разработанные сорта безглютенового печенья имеют более высокую биологическую ценность, чем печенье, произведенное по базовым рецептурам, так как вносимые белки риса лучше усваиваются организмом человека и частично компенсируют недостаток незаменимых аминокислот. Анализ состава физиологически функциональных ингредиентов разработанных изделий подтвердил их способность нормализовать пищевой статус человека. Таким образом,

можно считать разработанные сорта печенья функциональным продуктом.

Таблица 53 – Степень размножения инфузории и относительная биологическая ценность разработанных сортов безглютенового печенья

Продукт	Количество клеток в 1 мл	Относительная биологическая ценность, %
Печенье «Солнышко ясное»	$78 \cdot 10^4$	90,7
Печенье «Солнышко» (контроль)	$51 \cdot 10^4$	59,3
Печенье «Праздник»	$74 \cdot 10^4$	86,0
Печенье «Бийское» (контроль)	$57 \cdot 10^4$	66,3
Печенье «Улыбка»	$73 \cdot 10^4$	84,9
Печенье «Кукурузка» (контроль)	$61 \cdot 10^4$	70,9
Казеин (стандартный белок)	$86 \cdot 10^4$	100,0

4.4 Оценка критериев безопасности безглютеновых мучных кондитерских изделий

В образцах безглютеновых изделий определяли показатели, предусмотренные требованиями ТР ТС 021/2011, а именно – содержание пестицидов, микотоксинов, радионуклидов, токсичных элементов и микробиологические характеристики безопасности [106]. Результаты оценки представлены в таблице 54.

Результаты проведенных исследований показали, что по основным критериям безопасности в образцах печенья показатели не превышают допустимые значения, установленные санитарными правилами и нормами для мучных кондитерских изделий. Таким образом, произведенные виды безглютенового печенья с

использованием рисовой муки полностью соответствуют установленным требованиям.

Таблица 54 – Основные критерии безопасности разработанных сортов безглютенового печенья

Показатель	Требования ТР ТС 021/2011	Печенье «Солнышко ясное»	Печенье «Улыбка»	Печенье «Праздник»
1	2	3	4	5
Токсичные элементы, мг/кг				
свинец	0,500	0,070 ± 0,020	0,100 ± 0,040	0,090 ± 0,040
мышьяк	0,300	0,040 ± 0,020	0,030 ± 0,020	0,030 ± 0,020
кадмий	0,100	0,010 ± 0,004	0,020 ± 0,002	0,020 ± 0,003
ртуть	0,020	<0,005	<0,005	<0,005
Пестициды, мг/кг				
ГХЦГ (сумма изомеров)	0,200	<0,001	<0,001	<0,001
ДДТ и его метаболиты	0,020	<0,005	<0,005	<0,005
Радионуклиды				
стронций-90, Бк/кг	–	1,000	2,100	1,600

Продолжение таблицы 54

1		2	3	4	5
цезий-137, Бк/кг		–	9,000	10,700	8,400
Микотоксины, мг/кг					
афлатоксин В-1		0,005	<0,001	<0,001	<0,001
дезоксиниваленол		0,700	<0,100	<0,100	<0,100
Микробиологические нормативы безопасности					
Количество мезофильных, аэробных и факультативных анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г, не более		1,000·10 ³	1,300·10 ²	1,000·10 ²	1,000·10 ²
Масса продукта (г), в котором не допускается	Бактерии группы кишечных палочек (колиформы)	0,100	Не обнаружено		
	Патогенные (в том числе сальмонеллы)	Не допустимо	Не обнаружено		
	<i>S. aureus</i>	Не допустимо	Не обнаружено		
Плесени КОЕ/г, не более		100,000	19,000	22,000	13,000
Дрожжи КОЕ/г, не более		50,000	12,000	16,000	11,000

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненный комплекс теоретических и экспериментальных исследований позволил научно обосновать и на практике подтвердить целесообразность использования рисовой муки в производстве хлебобулочных изделий функционального назначения и безглютеновых мучных кондитерских изделий специализированного назначения.

Комплексное исследование химического состава рисовой муки показало ее биологическую и пищевую ценность, на что указывает высокое содержание белка, сбалансированного по аминокислотному составу, полиненасыщенных жирных кислот, обладающих повышенной биологической активностью, а также растворимой клетчатки. Рисовая мука выгодно отличается от зерна риса и рисовой крупы по содержанию витаминов и минеральных веществ.

Разработаны и оптимизированы интенсивные методы стабилизации качества рисовой муки в процессе хранения. Наиболее эффективным способом является СВЧ-обработка продолжительностью 4 мин и при температуре 85 °С, останавливающая рост кислотного числа липидов и обеспечивающая максимальное сохранение пищевой ценности и микробиологической чистоты рисовой муки.

Установлено, что внесение в рецептуру хлебобулочных изделий рисовой муки позволяет улучшить хлебопекарные свойства муки. Исследование влияния рисовой муки на «силу» пшеничной муки проявилось в укрепляющем действии клейковины. Определена оптимальная дозировка рисовой муки в рецептуре хлеба – 15 % к массе муки.

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

Благодаря полученным в ходе исследований показателям кислотности и с учетом реологических свойств теста определены оптимальные рецептуры и режимы процесса его приготовления на основе охлажденного дрожжевого полуфабриката и с внесением рисовой муки. Установлено влияние этого фактора на качество готового изделия. Принятое технологическое решение позволило сократить расход прессованных дрожжей по рецептуре на 30 %.

Научно обоснована возможность применения рисовой муки в производстве кондитерских изделий с внесением от 12,5 до 40 % к массе муки по рецептуре. Установлено, что введение в композитную смесь безглютенового печенья кукурузного крахмала и рисовой муки в соотношении 50:50 и снижение содержания гидрокарбоната натрия до 40 % от рецептурного количества в тесте способствуют улучшению физико-химических и органолептических показателей качества кондитерских изделий.

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

Предложенные подходы предназначены для решения стоящих перед специалистами сложных задач по освоению технологий производства хлеба и безглютеновых мучных кондитерских изделий, обогащенных рисовой мукой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артемьева, Н. К. Анализ, оптимизация и коррекция пищевого статуса велосипедистов-шоссейников / Н. К. Артемьева, А. А. Колесникова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – № 06 (080). – С. 518–528. – IDA [article ID]: 0801206043. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/06/pdf/43.pdf>.
2. Артемьева, Н. К. Интергальный критерий оптимизации пищевых рационов для различных групп населения / Н. К. Артемьева, Г. А. Макарова, С. В. Усатиков // Известия вузов. Пищевая технология. – 1995. – № 3–4. – С. 68–70.
3. Асмаева, З. И. Влияние заварки из дробленого риса на качество активированных пресованных дрожжей и пшеничного хлеба / З. И. Асмаева, А. С. Зюзько, М. Т. Токмакова. – Краснодар: Изд-во Политехн. ин-та ЦНИИТЭИпищепром. – Краснодар, 1985. – №1252.
4. Асмаева, З. И. Влияние совместного внесения дробленого риса и молочной сыворотки на качество хлеба / З. И. Асмаева, Т. Н. Прудникова, Н. Т. Осадчая, М. В. Твердая // Известия вузов. Пищевая технология. – 1985. – С. 40–42.
5. Асмаева, З. И. Использование дробленного риса при выработке пшеничного хлеба / З. И. Асмаева, Т. Н. Прудникова, Г. А. Остапенко // Известия вузов. Пищевая технология. – 1984. – № 3. – С. 104–105.
6. Ауэрман, Л. Я. Технология хлебопекарного производства: учебник / Л. Я. Ауэрман; под общ. ред. Л. И. Пучковой – 9-е изд., перераб. и доп. – СПб: Профессия, 2005. – 416 с.
7. Аюшева, Р. Б. Разработка технологии и оценка качества пшеничного хлеба, обогащенного селеном / Р. Б. Аюшева, Т. А. Будаева // Технологии и оборудование химической,

биотехнологической и пищевой промышленности :
Материалы III Всероссийской научно-практической
конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с
международным участием. – Бийск, 2010. – С. 96–102.

8. Бакал, С. С. Рациональные пути использования отходов
крупозаводов / С. С. Бакал. – М. : ЦИНГИ Госкомзага, 1969. –
69 с.

9. Бакуменко, О. Е. Инновационные ингредиенты
обогащенных продуктов для питания различных возрастных
групп населения / О. Е. Бакуменко, Л. Н. Шатнюк // Пищевые
ингредиенты, сырье и добавки. – 2013. – № 1. – С. 39–43.

10. Богатырева, Т. Г. Способы и средства,
предотвращающие плесневение хлеба / Т. Г. Богатырева, Р. Д.
Поландова, С. П. Полякова, А. А. Атаев // Хлебопечение
России. – 1999. – № 3. – С. 16–17.

11. Болдина, А.А. Влияние рисовой мучки 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.

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

13. Болдина, А. А. Использование рисовой мучки в
качестве биологически активной добавки и изучение ее
влияния на реологию теста / А. А. Болдина, Н. В. Сокол // *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. – Мичуринск : Издательско-полиграфический центр «МичГАУ», 2014. – С. 71–74.

14. Болдина, А. А. Разработка рецептуры и технологии
производства безглютенового печенья на основе кукурузной
муки и рисовой мучки / А. А. Болдина // *Научное обозрение* –
М. : Издательский дом «Наука образования», 2014. – № 6. –
С. 79–83.

15. Болдина, А. А. Разработка рецептуры и технологии производства безглютенового печенья с использованием рисовой муки / А. А. Болдина, М. Ю. Рудь // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – Мичуринск : Издательско-полиграфический центр «МичГАУ», 2015. – С. 14–16.

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

17. Братерский, Ф. Д. Ферменты зерна / Ф. Д. Братерский. – М. : Колос, 1994. – 256 с.

18. Вишняк, М. Н. Разработка и оценка потребительских свойств безглютеновых мучных кондитерских изделий : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.15 / Вишняк Мария Николаевна. – Барнаул, 2011. – 181 с.

19. Влияние вида пектиновых веществ на физические свойства теста из муки тритикале / Л.В. Донченко, Н.В. Сокол, Н.С. Храмова и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – №07(015). С. 104 – 112. – IDA [article ID]: 0150507008. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2005/07/pdf/08.pdf>, 0,562 у.п.л.

20. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (СанПиН 2.3.2.1078-01). – М. : Минздрава России, 2001. – 352 с.

21. Горпиченко, Т. В. Сортовые ресурсы российского риса / Т. В. Горпиченко, З. Ф. Аниканова // Пищевая пром-ть. – 2000. – № 6. – С. 46–49.

22. Горячева, А. Ф. Сохранение свежести хлеба / А. Ф. Горячева, Р. В. Кузьминский. – М. : Легкая и пищевая пром-ть, 1983. – 23 с.

23. ГОСТ 14176-69 Мука кукурузная. Технические условия. – М. : Стандартинформ, 2008. – 3 с.

24. ГОСТ 25832-89 Изделия хлебобулочные диетические. Технические условия. – М. : Стандартинформ, 1990. – 14 с.

25. ГОСТ 31805-2012 Изделия хлебобулочные из пшеничной муки. Общие технические условия. – М. : Стандартинформ, 2013. – 20 с.

26. ГОСТ Р 52189-2003 Мука пшеничная. Общие технические условия. – М. : Стандартинформ, 2003. – 11 с.

27. ГОСТ Р 52349-2005 Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения. – М. : Стандартинформ, 2005. – 8 с.

28. Греко, Л. Эволюция целиакии / Л. Греко // Жизнь без глютена. – 2006. – № 3. – С. 6–7

29. Давиденко, Е. К. Исследование липидного комплекса зерна риса при послеуборочной обработке, хранении и технологической переработке и его влияние на качество рисовой крупы : автореф дис. ... канд. техн. наук / Е. К. Давыденко – Краснодар, 1975. – 28 с.

30. Диксон, М. Ферменты / М. Диксон, Э. Уэбб. – М. : Мир, 1982. – 1118 с.

31. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации на период до 2020 г. Указ Президента РФ от 30 января 2010 г. № 120. [Электронный ресурс]. 2010. – Режим доступа : <http://graph.document.kremlin.ru>.

32. Донченко, Л. В. Безопасность пищевой продукции / Л. В. Донченко, В. Д. Надыкта. – М. : Пищепромиздат, 2001. – 528 с.

33. Донченко Л. В. Использование гидратопектинов из дикорастущего сырья в хлебопечении / Л. В. Донченко, Н. В. Сокол, Н. С. Храмова, О. П. Гайдукова // Хлебопечение России. – 2007. – № 1 – С. 14–16.

34. Доронин, А. Ф. Функциональное питание / А. Ф. Доронин, Б. А. Шендеров. – М. : Грантъ, 2002. – 296 с.

35. Драгилев, А. И. Производство мучных кондитерских изделий : учеб. пособие / А. И. Драгилев, Я. М. Сезанаев. – М. : ДеЛи, 2000. – 448 с.

36. Драчева, Л. В. Пути и способы обогащения хлебобулочных изделий / Л. В. Драчева // Хлебопечение России. – 2002. – № 2. – С. 20–21.

37. Дробот, В. И. Использование нетрадиционного сырья в хлебопекарной промышленности / В. И. Дробот. – Киев : Урожай, 1988. – 152 с.

38. Дубцов, Г. Г. Ингредиенты для продуктов здорового питания / Г. Г. Дубцов // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2008. – № 2. – С. 24–27.

39. Дубцов, Г. Г. Научные основы технологий мучных изделий для профилактического и лечебного питания : автореф. дис. ... д-ра техн. наук / Г. Г. Дубцов. – М., 1995. – 57 с.

40. Дудкин, М. С. Новые продукты питания / М. С. Дудкин. – М. : Наука, 1998. – 304 с.

41. Дудкин, М. С. Пищевые волокна / М. С. Дудкин, Н. К. Черно. – Киев : Урожай, 1988. – 325 с.

42. Егоров, Г. А. Технологические свойства зерна / Г. А. Егоров. – М. : Агропромиздат, 1985. – 333 с.

43. Егоров, Г. А. Технология муки, технология крупы / Г. А. Егоров. – М. : КолосС, 2005. – 296 с.

44. Елькин, Н. Инфракрасные технологии в переработке зернового сырья при производстве продуктов питания / Н. Елькин, В. Кирдяшкин // Агробизнес и пищевая промышленность. – 2001. – № 8. – С. 26–27.

45. Ерыгин, П. С. Физиология риса / П. С. Ерыгин. – М. : Колос, 1981. – 208 с.

46. Зайцева, Л. В. Производство хлебобулочных изделий для здорового питания с использованием заменителя молочного жира энзимной переэтерификации / Л. В. Зайцева, Т. А. Юдина, М. В. Клевец // Пищевая пром-ть. – 2012. – № 5. – С. 70–72.

47. Здоровое питание и проблемы целиакии / Р. Р. Егорова [и др] // Пищевая пром-ть. – 2013. – № 1. – С. 54–55.

48. Зеленский, Г. Л. К вопросу о производстве миллиона тонн кубанского риса: история и перспективы / Г. Л. Зеленский // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – № 06 (070). С. 408–430. – Шифр Информрегистра : 0421100012\0244, IDA [article ID]: 0701106029. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/06/pdf/29.pdf>.

49. Зеленский, Г. Л. Рис как продукт для диетического и лечебного питания / Г. Л. Зеленский // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – № 08 (072). С. 28–42. – Шифр Информрегистра : 0421100012\0346, IDA [article ID]: 0721108002. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/08/pdf/02.pdf>.

50. Зубченко, А. В. Технология кондитерского производства : учебник / А. В. Зубченко. – 2-е изд., перераб. – Воронеж : Воронеж. гос. технол. акад., 2001. – 430 с.

51. Зубченко, А. В. Физико-химические основы технологии кондитерских изделий : учебник / А. В. Зубченко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Воронеж : Воронеж. гос. технол. акад., 2001. – 389 с.

52. Зюзько, А. С. Возможность использования продуктов переработки риса при производстве хлеба / А. С. Зюзько, В. В.

Гапотченко // Известия вузов. Пищевая технология. – 1988. – № 4. – С. 114–115.

53. Зюзько, А. С. Влияние совместного внесения рисовой муки и бромата калия на качество хлеба / А. С. Зюзько, Л. К. Бочкова, Е. Н. Краева. – Краснодар : Краснодар. политех. ин-т, 1986. – Деп. Агро ЦНИИТЭИПищпром.19.12.86, № 1965.

54. Зюзько, А. С. Влияние ферментативного гидролизата рисовой муки на качество хлеба из пшеничной муки / А. С. Зюзько, В. Т. Короткова. – Краснодар : Краснодар. политех. ин-т, 1978. – Деп. ЦНИИТЭИПищепром.

55. Зюзько, А. С. Ферментативная активность рисовой муки / А. С. Зюзько, Н. А. Иванова. – Краснодар : Краснодар. политех. ин-т, 1984. – Деп. ЦНИИТЭИПищепром 04.05.84, № 449.

56. Иванова, Т. Н. Товароведение и экспертиза зерномучных товаров / Т. Н. Иванова. – М. : Издательский центр «Академия», 2004. – 288 с.

57. Игнатъев, И. Д. Использование инфузорий *Tetrahymena rugiformis* как тест-объекта при биологических исследованиях в сельском хозяйстве / И. Д. Игнатъев, В. Я. Щаблин. – М. : Колос, 1978. – С. 1–51.

58. Инструкция по предупреждению картофельной болезни хлеба // М. : ГосНИИХП. – 1998. – 31 с.

59. Казаков, Е. Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Е. Д. Казаков, В. Я. Кретович. – М. : Агропромиздат, 1989. – 368 с.

60. Казаков, Е. Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов / Е. Д. Казаков, Г. П. Карпиленко. – СПб. : ГИОРД, 2005. – 512 с.

61. Каталог сортов риса селекции Всероссийского научно-исследовательского института риса : справочно-метод. издание. – Краснодар, 2007. – 56 с.

62. Кветный, Ф. М. Производство хлеба длительного хранения / Ф. М. Кветный // Хлебопродукты. – 2000. – № 2. – С. 23.

63. Козубаева, Л. А. Разработка безглютеновых пряников / Л. А. Козубаева, М. Н. Вишняк // Кондитерское производство. – 2013. – № 3. – С. 25.

64. Козьмина, Е. П. Хранение и переработка риса / Е. П. Козьмина. – М. : Колос, 1966. –160 с.

65. Козьмина, Н. П. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Н. П. Козьмина. – М. : Колос, 1976. – 375 с.

66. Концепция государственной политики в области здорового питания населения РФ на период до 2020 года // СЗ РФ. – № 34. – 21.08.98. – С. 7882–7888.

67. Копейковский, В. М. Гидролитические процессы при хранении рисовых отрубей / В. М. Копейковский, В. Л. Поскурина // Масложировая промышленность. – 1971. – № 6. – С. 4.

68. Копейковский, В. М. Изменение состава липидов при хранении рисовых отрубей / В. М. Копейковский, В. Л. Поскурина // Масложировая промышленность. – 1971. – № 2. – С. 11.

69. Корячкина, С. Я. Новые виды мучных и кондитерских изделий / С. Я. Корячкина, В. Я. Красников. – Орел: Труд, 1996. – 183 с.

70. Корячкина, С. Я. Новые виды мучных и кондитерских изделий. Научные основы, технологии, рецептуры / С. Я. Корячкина. – Орел : Труд, 2006. – 480 с.

71. Красина, И. Б. Биохимические особенности побочных продуктов переработки риса и их использование с целью повышения биологической ценности хлебобулочных изделий : дис. ... канд. техн. наук : 03.00.04 / Красина Ирина Борисовна. – Краснодар, 1993. – 149 с.

72. Краткий обзор российского рынка функциональных (обогащенных) продуктов // Исследования ИА «Крединформ», – [Электронный ресурс]. 2014. – URL: <http://chin-ru.com/funkcionalnie-produkti>.

73. Кретович, В. Л. Биохимия зерна и хлеба / В. Я. Кретович. – М. : Наука, 1991. – 136 с.

74. Кретович, В. Л. Растительные белки и их биосинтез / В. Л. Кретович. – М. : Наука, 1975. – 170 с.

75. Кудрин, А. Н. Пища как лекарство / А. Н. Кудрин // Пища, вкус и аромат. – 1998. – № 4. – С. 2–3.

76. Кудряшова, А. А. Секреты хорошего здоровья и активного долголетия / А. А. Кудряшова. – М. : Пищепромиздат, 2000. – 320 с.

77. Лейберова, Н. В. Разработка рецептур и оценка качества безглютеновых мучных кондитерских изделий : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.15 / Лейберова Наталия Викторовна. – Кемерово, 2012. – 20 с.

78. Лисицин, А. Б. Научное обеспечение инновационных технологий при производстве продуктов здорового питания / А. Б. Лисицин, И. М. Чернуха, Н. А. Горбунова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. – № 10. – С. 8–14.

79. Лурье, И. С. Технохимический контроль сырья в кондитерском производстве / И. С. Лурье. – М. : Агропромиздат, 1987. – 271 с.

80. Мартовщук, Е. В. Исследование отходов переработки риса и содержание в них липидов как сырья для извлечения восков и разработка промышленного способа из получения : дис. ... канд. техн. наук / Е. В. Мартовщук. – Краснодар, 1976. – 147 с.

81. Маршалкин, Г. А. Производство кондитерских изделий / Г. А. Маршалкин. – М. : Колос, 1994. – 272 с.

82. Матвеева, И. В. Пищевые добавки и хлебопекарные улучшители в производстве мучных изделий / И. В. Матвеева, И. Г. Белявская – М. : Издательский комплекс МГУПП, 2001 – 115 с.

83. Матвеева, Т. В. Физиологически функциональные пищевые ингредиенты для хлебобулочных и кондитерских изделий : монография / Т. В. Матвеева, С. Я. Корячкина. – Орел : ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК», 2012. – 947 с.

84. Морозова (Болдина), А. А. Безглютеновое сахарное печенье из смеси кукурузной муки и рисовой мучки / А. А.

Морозова (Болдина), Н. В. Сокол, М. П. Бородина // Вестник Мичуринского филиала Российского университета кооперации». – Мичуринск, 2013. – С. 34–36.

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

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

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

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

89. Морозова (Болдина), А. А. Использование рисовой мучки в производстве мучных кондитерских изделий / А. А. Морозова (Болдина), Н. В. Сокол, Н. Ф. Синченко // Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI

века : материалы II Международной научно-практической конференции. – Краснодар : КубГТУ, 2011. – С. 167–169.

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

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

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

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

94. Морозова (Болдина), А. А. Побочные продукты мукомольного и крупяного производства как ингредиенты функциональных продуктов питания / А. А. Морозова (Болдина), Н. В. Сокол, Н. Ф. Синченко // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : материалы IV

Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Краснодар : КубГАУ, 2010. – С. 303–304.

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

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

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

98. Морозова (Болдина), А. А. Рисовая мука – как функциональный пищевой ингредиент / А. А. Морозова (Болдина), Н. В. Сокол // Инновационные направления в пищевых технологиях : материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Пятигорск : РИА-КВМ, 2013. – С. 177–179.

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

100. Морозова (Болдина), А. А. Химический состав и биохимические свойства вторичных сырьевых ресурсов мукомольной и крупяной промышленности / А. А. Морозова

(Болдина), Н. В. Сокол // Тезисы докладов XXXVI научной конференции студентов и молодых ученых вузов Южного федерального округа, посвященной 40-летию юбилею Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма. – Краснодар, 2009. – С. 189.

101. Надежднова, Л. А. Исследования пищевой ценности и качества основных круп : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Л. А. Надежднова. – М., 1972. – 21 с.

102. 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. – М., 2012. – 26 с.

103. Нечаев, А. П. Липиды зерна / А. П. Нечаев, Ж. Я. Сандлер. – М. : Колос, 1975. – 157 с.

104. Нечаев, А. П. Липиды зерновых культур и их изменение при хранении и переработке зерна : автореф. дис. ... д-ра техн. наук / А. П. Нечаев. – М., 1971. – 70 с.

105. Никифорова, Т. Е. Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания : учеб. пособие / Т. Е. Никифорова. – Иваново : ГОУ ВПО «Иван. гос. хим.-технол. ун-т», 2007. – 132 с.

106. Никифорова, Т. А. Стабилизация качества просяной муки при хранении / Т. А. Никифорова // Обеспечение продовольственной безопасности человечества : материалы Рос. науч.-практ. конф. – М., 2001. – С. 185–186.

107. Нилов, Д. Ю. Современное состояние и тенденции функциональных продуктов питания // Д. Ю. Нилов, Т. Э. Некрасова // Пищевые ингредиенты, сырье и добавки. – 2005. – № 2. – С. 28–29.

108. Нилова, Л. П. Товароведение и экспертиза зерномучных товаров : учебник. – 2-е изд. – М. : ИНФРА-М, 2011. – 448 с.

109. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации : метод. рекомендации МР 2.3.1.2432-

08. – М. : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2008. – 45 с.

110. О безопасности пищевой продукции. Технический регламент Таможенного союза 021/2011. Утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 880. – М. : 2011. – 242 с.

111. Островерхова, Т. Н. Некоторые аспекты производства безглютеновых изделий / Т. Н. Островерхова // Кондитерское производство. – 2012. – № 5. – С. 22–23.

112. Паландова, Р. Д. Примечание ферментативного полуфабриката из рисовой муки в хлебопекарном производстве / Р. Д. Паландова, А. С. Демидов, Л. И. Пучкова. – М. : ЦНИИТЭИ пищепром, 1983. – Серия 14, вып. 6.

113. Парфенов, А. И. Глютеновая энтеропатия (целиакия) / А. И. Парфенов // Медицинская газета. – 2001. – № 29, 20 апреля.

114. Пащенко, Л. П. Технология хлебобулочных изделий / Л. П. Пащенко, И. М. Жаркова. – М. : Колос, 2008. – 392 с.

115. Поляев, С. Н. Влияние пофазного внесения рисовой муки на качество хлеба / С. Н. Поляев, А. С. Зюзько, Г. Ф. Горобчук // Известия вузов. Пищевая технология. – 1980. – № 4 – С. 29–31.

116. Постановление Правительства РФ № 1873-р «Основы государственной политики в области здорового питания населения на период до 2020 года» от 25.10.2010 г.

117. Применение рисовой муки при производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий : обз. информация. – М : ЦНИИТЭИхлебопродуктов, 1991. – 24 с.

118. Проскураина, В. Л. Влияние некоторых факторов на активность липазы и пероксидазы при хранении рисовых отрубей / В. Л. Проскураина, В. М. Копейковский // Материалы Северо-Кавказской биохим. конф. – Махачкала, 1970. – С. 351–352.

119. Проскураина, В. Л. Гидролитические и окислительные процессы при хранении рисовых отрубей / В. Л. Проскураина,

В. М. Копейковский // Масложировая промышленность. – 1971. – № 6. – С. 4–5.

120. Проскурина, В. Л. Исследование процессов и разработка режимов стабилизации качества рисовых отрубей при хранении и получение из них масла методом экстракции : автореф. дис. ... канд. техн. наук / В. Л. Проскурина. – Краснодар, 1971. – 28 с.

121. Пряхина, Л. Н. Новый метод определения активности липазы зерновых культур / Л. Н. Пряхина, Г. Г. Романюк, Г. Т. Собина // Известия вузов СССР. Пищевая технология. – 1980. – № 2. – С. 102–104.

122. Пучкова, Л. И. Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий / Л. И. Пучкова, Р. Д. Поландова, И. В. Матвеева. – М. : ГИОРД, 2005. – 560 с.

123. Ревна, М. О. Целиакия у детей: клинические проявления, диагностика, эффективность безглютеновой диеты : дис. ... д-ра мед. наук : 14.00.09 / М. О. Ревна. – СПб.; 2005. – 346 с.

124. Рис и его качество / под общ. ред. Е. П. Козьминой; перевод с англ. Г. М. Бардышева и Н. А. Емельянова. – М. : Колос, 1976. – 453 с.

125. Рославцева, Е. А. Целиакия: проблема диагностики и лечения / Е. А. Рославцева // Yourlife. – 2009. – № 11. – С.14

126. Росляков, Ю. Ф. Потребительский спрос населения на хлебобулочные изделия, вырабатываемые в Краснодарском крае / Ю. Ф. Росляков, В. В. Тишковский // Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века : материалы Межд. науч.-практич. конф. – Краснодар : КубГТУ, 2009. – С. 9–14.

127. Рябуха, Н. П. Разработка и оценка потребительских свойств липидно-белковой добавки на основе рисовой муки для хлебобулочных изделий : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.15, 05.18.06 / Рябуха Нелли Петровна. – Краснодар, 2005. – 149 с.

128. Санина, Т. Повышение пищевой ценности хлебобулочных изделий массового потребления / Т. Санина, Е. Пономарева, О. Воропаева // Хлебопечение России. – 2006. – № 6. – С. 28–29.

129. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов : метод. указания МУК 4.2.1847-04. – М. : Федеральный центр госэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 32 с.

130. Северина, С. М. Разработка метода рационального использования рисовой муки на основе изучения ее химического состава / С. М. Северина, Ю. И. Воробьева, Н. Е. Джерембаева // Новое в технике и технологии пищевых производств. – 1984. – Вып. 3. – С. 12–16.

131. Скальный, А. В. Основы здорового питания: пособие по общей нутрициологии / А. В. Скальный, И. А. Рудаков, С. В. Нотова, Т. И. Бурцева, В. В. Скальный, О. В. Баранова. – Оренбург : ГОУ, 2005. – 117 с.

132. Скляренко, В. Л. Экономика предприятия : учебник – М. : ИНФРП-М, 2009. – 528 с.

133. Скурихин, И. М. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник / под ред. член-корр. МАИ, проф. И. М. Скурихина и академика РАМН, проф. В. А. Тутельяна. – М. : ДеЛи принт, 2002. – 236 с.

134. Сокол, Н. В. Как сделать простой продукт функциональным / Н. В. Сокол, Н. С. Храмова, О. П. Гайдукова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – № 7 (31). С. 96 – 107. – IDA [article ID]: 0310707008. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/7/pdf/08.pdf>.

135. Сокол Н.В. Исследование пектиновых веществ плодов дикорастущих культур / Н.В. Сокол, Н.С. Храмова, О.П. Гайдукова // Новые технологии. – 2008. – № 6. – С. 27–30.

136. Сокол Н.В. Роль пектиновых веществ в производстве продуктов питания лечебно-профилактического назначения / Н.В. Сокол, Н.С. Храмова, Ю.А. Ракова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2006. – №01(017). С. 41 – 49. – Шифр Информрегистра: 0420600012\0005, IDA [article ID]: 0170601006. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2006/01/pdf/06.pdf>.

137. Тодорова, М. Н. Производство диетических продуктов питания на зерновой основе в НРБ / М. Н. Тодорова, Н. К. Котова, С. А. Иванова // НИИТЭИПП. Пищевая промышленность. Сер. 14. Хлебопекарная, макаронная, дрожжевая промышленность. – М., 1989. – Вып. 3. – 17 с.

138. Трисвятский, Л. А. Технология приема, обработки, хранения зерна и продуктов его переработки / Л. А. Трисвятский, Б. Е. Мельник. – М. : Колос, 1983. – 351 с.

139. Трисвятский, Л. А. Товароведение зерна и продуктов его переработки / Л. А. Трисвятский, И. Б. Шатилов. – М. : Колос, 1992. – 386 с.

140. Тутельян, В. А. Коррекция микронутриентного дефицита – важнейший аспект концепции здорового питания населения России / В. А. Тутельян, В. Б. Спиричев, Л. Н. Шатнюк // Вопросы питания. – 1999. – № 1. – С. 3–12.

141. Тутельян, В. А. Реализация концепции государственной политики здорового питания населения России : науч. обеспечение / В. А. Тутельян, В. А. Княжев // Вопросы питания. – 2000. – № 3. – С. 4–10.

142. Тутельян, В. А. Новые стратегии в лечебном питании / В. А. Тутельян, Т. С. Попова. – М. : Медицина, 2002. – 140 с.

143. Урюпин, Е. А. Современные тенденции повышения потребительского спроса на хлебобулочную продукцию / Е. А. Урюпин // Хлебопечение России. – 2006. – № 4. – С. 22.

144. Хишенхубер, К. Количество глютена, безопасного для больного целиакией / К. Хишенхубер и др. // Жизнь без глютена. – 2006. – № 4. – С. 9–11.

145. Цыганова, Т. Б. Комплексный подход к разработке функциональных хлебобулочных и кондитерских изделий / Т. Б. Цыганова // Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар : КубГТУ, 2009. – С. 27–32.

146. Цыганова, Т. Б. Новый вид обогащенного хлебобулочного изделия с функциональными добавками / Т. Б. Цыганова, Е. А. Соловьева // Хлебопечение России. – 2006. – № 6. – С. 32–33.

147. Цыганова, Т. Б. Технология хлебопекарного производства / Т. Б. Цыганова. – М. : ПрофОбрИздат, 2002. – 432 с.

148. Чеботарев, О. Н. Технология муки, крупы и комбикормов / О. Н. Чеботарев, А. Ю. Шаззо, Я. Ф. Мартыненко. – М. : ИКЦ «Март»; Ростов-н/Д, 2004. – 688 с.

149. Чижикова, О. Г. Сухие смеси с добавлением облепихового шрота для безглютеновых хлебобулочных изделий / О. Г. Чижикова, Л. О. Коршенко, Е. С. Смертина, Л. А. Текутьева, О. М. Сон, С. А. Мухоморов, Н. Н. Алексеев // Пищевая промышленность. – 2013. – № 3. – С. 18–19.

150. Чижова, К. Н. Технохимический контроль хлебопекарного производства / К. Н. Чижова, Т. И. Шкваркина, Н. В. Запенина, И. Н. Маслов, Ф. И. Заглодина – М. : Пищевая промышленность, 1975 – 480 с.

151. Чубенко, Н. Т. Ассортимент хлебобулочных изделий – что изменилось? / Н. Т. Чубенко // Хлебопечение России. – 2005. – № 2. – С. 8.

152. Чубенко, Н. Т. Структура ассортимента хлебобулочных изделий по новой классификации / Н. Т. Чубенко // Хлебопечение России. – 2011. – № 6. – С. 9–11.

153. Шаззо, Р. И. Функциональные продукты питания / Р. И. Шаззо, Г. И. Касьянов. – М. : Колос, 2000. – 246 с.

154. Шаншарова, Д. Пшеничный хлеб с использованием рисовой и гречневой муки / Д. Шаншарова // Хлебопродукты. – 2010. – № 8. – С. 14–17.

155. Шаткин, Л. Н. Применение рисовой муки при производстве хлебобулочных и кондитерских изделий / Л. Н. Шаткин, В. Б. Спиричев, Л. И. Пучкова. – М.: АгроНИИТЗИПП, 1991. – С. 5–26.

156. Шатнюк, Л. Н. Научные аспекты использования инновационных ингредиентов в производстве специализированных продуктов питания / Л. Н. Шатнюк, Т. В. Спиричева // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2010. – № 2. – С. 54–57.

157. Шатнюк, Л. Н. Хлеб и хлебобулочные изделия как источник и носитель микронутриентов в питании россиян / Л. Н. Шатнюк, В. М. Коденцова, О. А. Вржесинская // Хлебопечение России. – 2012. – № 3. – С. 20–23.

158. Швецова, И. А. Производство муки из зерна и семян крупяных и нетрадиционных культур / И. А. Швецова. – М.: ЦНИИТЭИ хлебопродуктов, 1994. – 55 с.

159. Шиловский, В. Н. Селекция и сорта риса на Кубани / В. Н. Шиловский, Е. М. Харитонов, А. Х. Шеуджен. – Майкоп, 2001. – 34 с.

160. Шнейдер, Д. В. Безглютеновые смеси для выпечки из кукурузной, рисовой и гречневой муки / Д. В. Шнейдер, Е. И. Крылова // Пищевая промышленность. – 2012. – № 8. – С. 63–65.

161. Шнейдер, Д. В. Разработка безглютеновых пищевых ингредиентов повышенной биодоступности / Д. В. Шнейдер, И. В. Казенов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. – № 9. – С. 50–52.

162. Шнейдер, Д. В. Разработка технологий безглютеновых макаронных изделий / Д. В. Шнейдер // Пищевая промышленность. – 2012. – № 9. – С. 40–41.

163. Шнейдер, Д. В. Формирование рецептуры безглютеновых смесей для выпечки / Д. В. Шнейдер // Пищевая промышленность. – 2012. – № 2. – С. 55–57.

164. Шухнов, А. Ф. Исследование качества и питательной ценности отечественного риса и продуктов его переработки : автореф. дис. ... канд. техн. наук / А. Ф. Шухнов. – М., 1966. – 22 с.

165. Юсупова, Г. Г. Использование СВЧ-энергии при разработке технологии диетических сортов хлеба / Г. Г. Юсупова, Г. И. Цугленок, О. А. Коман // Экономика и социум на рубеже веков : материалы науч.-практ. конф. – Челябинск, 2003. – С. 100–104.

166. Юсупова, Г. Г. Особенности влияния электромагнитного поля СВЧ на развитие микробов зерна и продуктов его переработки / Г. Г. Юсупова, О. А. Коман, В. Н. Цугленок // КрасГАУ. – Красноярск, 2005. – 107 с.

167. Патент 2308194 Российская Федерация. МПК С1 А 21 D 2/36, А 21 D 8/02. Композиция для приготовления теста для хлебобулочных изделий / Л.В. Донченко, Н.В. Сокол, Н.С. Храмова, С.Н. Силко; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 2006100217/13; заявл. 10.01.2006; опубл. 20.10.2007, Бюл. № 29. – 7 с.

168. Патент 2333648 Российская Федерация. МПК С1 А 21 D 2/36, А 21 D 8/02. Композиция для приготовления теста для хлебобулочных изделий / Н.В. Сокол, Л.В. Донченко, Н.С. Храмова, О.П. Гайдукова, Л.Г. Влащик; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 2007111596/13; заявл. 29.03.2007; опубл. 20.09.2008, Бюл. № 26. – 6 с.

169. Патент 2316964 Российская Федерация. МПК С1 А 21 D 2/36, А 21 D 8/02. Композиция для приготовления теста для хлебобулочных изделий / Л.В. Донченко, Н.В. Сокол, Н.С. Храмова, В.В. Гирина; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 2006107311/13; заявл. 27.09.2007; опубл. 20.02.2008, Бюл. № 5. – 7 с.

170. Патент 2316965 Российская Федерация. МПК С1 А 21 D 2/36, А 21 D 8/02. Композиция для приготовления теста для хлебобулочных изделий / Л.В. Донченко, Н.В. Сокол, Н.С. Храмова, Г.С. Храмов; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 2006110882/13; заявл. 04.04.2006; опубл. 20.02.2008, Бюл. No 5. – 8 с.

171. Alex, A. Hydrocolloids in gluten-free bread: A review / A. Alex, A. Art-field, S. D. Artfield // *International Journal of Food Science and Nutrition*. – 2008. – № 1. – С. 11–23.

172. Arilla, E. Modification of somatostatin. Content and binding in jejunum from celiac children / E. Arilla, M. Hernander, T. Polanco // *J. Pediatr. Gastroentero. Nutr.* – 1987. – Vol. 6. – № 2. – С. 228–233.

173. Boldina, A. A. Developing methods and optimal conditions of rice bran processing with the purpose of increasing its storage stability / A. A. Boldina // *European online journal of natural and social sciences*. – 2014. – Vol. 3. – № 3. – P. 619–627.

174. Bolling, H. Changes in physical and chemical characteristics of rice during prolonged storage / H. Bolling, H. Haanepel, A. W. Bays // *Rice*. – 1977. – V. 26. – № 1. – P. 65–69.

175. Cagampang, G. D. A gel consistency test for rating quality of rice / G. D. Cagampang, C. M. Perez, B. O. Yuliano // *Y. Shi Food Agric.* – 1973. – V. 24. – P. 1589.

176. Carroccio, A. Exocrine pancreatic function in children with celiac disease and after a gluten free diet / A. Carroccio et al. // *Gut*. – 1991. – Vol. 32, before № 7. – P. 796–799.

177. Catassi, C. Antiendomysium versus Antigliadin Antibodies in Screening the General Population for Coeliac Disease / C. Catassi, G. Fanciulli, A. R. D'Appello et al. // *Am. J. Gastroenterol.* – 2000. – № 7. – P. 732–736.

178. Catassi, C. Dose dependent effects of protracted ingestion of small amounts of gliadin in coeliac disease children: A clinical and jejunal morphometry study / C. Catassi, M. Rossini, I.-M. Ratsch et al. // *Gut*. – 1993. – Vol. 34. – P. 1515–1519.

179. CODEX STAN 118-1979, Rev.1-2008. Standard for Foods for Special Dietary Use for Persons Intolerant to Gluten (Пищевые продукты специального диетического назначения для людей, не переносящих глютен). – 2009. – 3 p.

180. Fasano, A. Current approaches to diagnosis and treatment of celiac disease: an evolving spectrum / A. Fasano, A. Catassi // *Gastroenterology*. – 2001. – Vol. 120. – № 3. – P. 636–651.

181. Edema, M. Evaluation of maize-soybean flour blends for sour maize bread production in Nigeria / M. Edema, L. Sanni, A. Sanni // *African Journal of Biotechnology*. – 2005. – № 4. – P. 911–918.

182. Gallaher, E. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products / E. Gallaher, T. R. Gormley, E. K. Arendt // *Trends in Food Science & Technology*. – 2004. – № 15. – P. 143–152.

183. James, C. Functional properties of edible rice bran in model systems / C. James, S. Sloan // *J. FoodSci.* – 1984. – V. 49. – № 41. – P. 310–311.

184. Lee, A. R. Economic burden of a gluten-free diet / A. R. Lee, D. L. Ng, J. Zivin // *The British Dietetic Association*. – 2007. – № 20. – P. 423–430

185. Mitsuda, H. Protein isolate from rice bran and its nutritive value / H. Mitsuda, K. Murakami, S. Tagaki // *EiyōTo Shokurūo*. – 1970. – Vol. 23. – 80 p.

186. Normand, F. L. Content of certain nutrients and amino acids pattern in high-protein rice flour / F. L. Normand, D. M. Solgnat, J. T. Hogan, H. T. Devald // *Rice J.* – 1966. – Vol. 69. – № 13.

187. Garsed, K. Can oats be taken in a gluten-free diet? A systematical review / K. Garsed, B. B. Scott // *Scandinavian J. of Gastroenterology*. – 2007. – Vol. 42. – № 2. – P. 171–178.

188. Gee, S. On the celiac affection / S. Gee // *Saint Bartholomew's Hospital Reports*. – 1988. – № 24. – P. 17–20.

189. Hegazy, A. I. Production of Egyptian gluten-free bread / A. I. Hegazy, M. S. Ammar, M. I. Ibragium // World Journal of Dairy & Food Sciences. – 2009. – № 4. – P. 123–128.

190. Lee, A. R. Economic burden of a gluten-free diet / A. R. Lee, D. L. Ng, J. Zivin // The British Dietetic Association. 2007. – № 20. – P. 423–430.

191. Lopez, A. C. Flour mixture of rice flour, corn and cassava starch in the production of gluten-free white bread / A. C. Lopez, A. J. Pereira, R. G. Junqueira // Brazilian archives of Biology and Technology. – 2004. – № 1. – P. 63–70.

192. Lopez-Vazquez A. MHC class I chain related gene A (MICA) modulates the development of celiac disease in patients with the high risk heterodimer/ A. Lopez-Vazquez, L. Rodrigo, D. Fuentes et al. // Gut. – 2002. – № 50. – P. 336–340.

Научное издание

Сокол Наталья Викторовна, **Болдина** Анастасия Андреевна,
Санжаровская Надежда Сергеевна

**ПРИМЕНЕНИЕ РИСОВОЙ МУЧКИ
В ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ
И МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

Монография

Редактор – Е. А. Хвостова
Компьютерная верстка – Н. С. Санжаровская
Дизайн обложки – Н. П. Лиханская

Подписано в печать 00.00.2016. Формат 60×84^{1/16}
Усл. печ. л. – 9,0. Уч.-изд. л. – 7,0.
Тираж 100 экз. Заказ №

Редакционный отдел и типография
Кубанского государственного аграрного университета,
350044 г. Краснодар, ул. Калинина, 13