

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Северо-Кавказский федеральный университет»

На правах рукописи



МАСАЛОВА ВАЛЕРИЯ ВАЛЕРЬЕВНА

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МЯСНЫХ
ПОЛУФАБРИКАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО
РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Специальность 05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных
продуктов и холодильных производств

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:
кандидат технических наук,
доцент
Оботурова Наталья Павловна

Ставрополь – 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	11
1.1 Современное состояние рынка и особенности производства замороженных мясных полуфабрикатов в тесте	11
1.2 Медико-биологические аспекты и особенности питания больных целиакией	17
1.3 Виды безглютенового растительного сырья и перспективы их применения в технологии производства специализированных мясных полуфабрикатов	23
1.4 Модификация безглютенового растительного сырья и роль вспомогательных ингредиентов в рецептурах безглютеновых продуктов питания	42
Заключение к литературному обзору	47
ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	49
2.1 Схема проведения экспериментальных исследований	49
2.2 Методы экспериментальных исследований	52
2.3 Характеристика объектов исследования, этапы и условия проведения экспериментальных исследований	63
ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА РЕЦЕПТУРНЫХ КОМПОНЕНТОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ПРОИЗВОДСТВА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ	66
3.1 Изучение влияния безглютенового растительного сырья на свойства пельменного теста, используемого при производстве мясных полуфабрикатов	66
3.1.1 Исследование химического состава, потенциальной биологической ценности, функционально-технологических и реологических свойств	

безглютенового растительного сырья	66
3.1.2 Изучение влияния сухого нагрева на изменение функционально-технологических свойств безглютенового растительного сырья	78
3.2 Влияние добавления молочной сыворотки на изменение основных реологических характеристик модельных тестовых систем	83
3.3 Проектирование рецептуры безглютеновой мучной смеси для производства специализированных мясных полуфабрикатов	96
3.4 Определение основных режимов производства безглютенового пельменного теста специализированных мясных полуфабрикатов	105
3.5 Теоретическое обоснование и формирование оптимального рецептурного состава начинки специализированных мясных полуфабрикатов	116
Заключение к главе 3	121
ГЛАВА 4. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ	123
4.1 Разработка рецептуры и технологии производства пельменей «Безглютеновые»	123
4.2 Исследование биологической ценности пельменей «Безглютеновые»	130
4.3 Оценка показателей безопасности пельменей «Безглютеновые»	136
4.5 Определение сроков годности пельменей «Безглютеновые»	138
ГЛАВА 5. КЛИНИЧЕСКАЯ АПРОБАЦИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ	146
ВЫВОДЫ	156
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	158
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	159
ПРИЛОЖЕНИЯ	177

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования.

Согласно государственным программам в области сохранения и укрепления здоровья нации, лечение и профилактика развития наследственных заболеваний желудочно-кишечного тракта во многом обеспечивается за счет качественного улучшения структуры питания, повышения физической и экономической доступности сбалансированных пищевых изделий всем слоям населения. Особенно остро данный вопрос возникает в условиях нестабильной политической ситуации в мире и введении продовольственного эмбарго на импорт пищевой продукции специализированного назначения. На сегодняшний день обеспечение некоторых групп населения качественными продуктами питания, скорректированными от отдельных ингредиентов, является социально значимой задачей пищевой индустрии¹.

В нашей стране производство специализированных пищевых продуктов без глютена строго регламентируется положениями ТР ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания»². Несмотря на это, как показывают аналитические данные и результаты исследований инспекционного контроля независимых испытательных лабораторий, состав некоторых видов таких изделий не соответствует обязательным требованиям безопасности и качества³. Большинство выпускаемых безглютеновых продуктов питания

¹ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 октября 2010 г. № 1873-р «Об основах государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года». Москва, 2010. 4 с.; Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации [Электронный ресурс]: Указ Президента Российской Федерации от 30.01.2010 г. № 120. Режим доступа: Консультант Плюс.

² Технический регламент (ТР ТС 027/2012) "О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания» / Принят решением Комиссии Таможенного союза от 15.06.2012г. №34 / Официальный сайт Евразийской Экономической Комиссии // [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.eurasiancommission.org.

³ Отчет-результаты выборочного анализа различных образцов пищевых продуктов на содержание глютена [Электронный ресурс].- режим доступа: http://www.agluten.narod.ru/produkti_bezGluten.htm.

отличается недостаточным содержанием полноценного белка, витаминов, пониженными органолептическими характеристиками, непродолжительными сроками хранения изделий, высокой стоимостью и, в отдельных случаях, не соответствуют спецификации, заявленной производителем. С учетом первостепенного значения безглютеновой диеты в профилактике и лечении целиакии, особую актуальность приобретает производство новых видов специализированных пищевых продуктов без глютена, максимально сбалансированных по нутриентному составу и сенсорно адекватных потребительским свойствам традиционным аналогам⁴.

Большой вклад в развитие теоретических основ и технологий производства специализированных пищевых продуктов внесли Красильников В.Н., Барсукова Н.В.⁵, Шнейдер Д.В.⁶, Чугунова О.В.⁷, Fabio Dal Bello⁸, Gallaher и др. Учеными предложены инновационные технологии производства широкого ассортимента хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий на основе безглютенового растительного сырья. При этом недостаточно освещенными остаются вопросы, связанные с возможностью производства специализированных мясных полуфабрикатов без глютена.

Известно, что мясные полуфабрикаты являются источником растительного и животного белка, некоторых эссенциальных нутриентов, необходимых для нормального роста, развития и жизнедеятельности человека. В связи с чем, можно полагать, что употребление специализированных мясных полуфабрикатов с использованием

⁴ Huttner E.K., Arendt E.K. Recent advances in gluten-free baking and the current status of oats // Trends Food Science Technol. 2010. Vol. 21. P. 303-312.

⁵ Барсукова Н.В., Красильников В.Н. Новые технологические подходы к созданию специализированных продуктов питания для безглютеновой диеты // Здоровое питание с рождения: медицина, образование, пищевые технологии. Санкт-Петербург, мат. V Российского Форума. СПб: 2010. с. 7-8.

⁶ Шнейдер Д.В. Теоретические и практические аспекты создания безглютеновых продуктов питания на основе повышенной биодоступности сырья: дис. ... д-ра техн. наук. Москва, 2012. 606 с

⁷ Чугунова О. В. Теоретическое обоснование и практическое использование дескрипторно-профильного метода при разработке продуктов с заданными потребительскими свойствами: дис. ... д-ра техн. наук. Екатеринбург, 2012. 396 с.

⁸ Elke K. A., Fabio D.B. Gluten-free cereal product and beverages / K. A. Elke, D.B. Fabio // Department of food and nutritional sciences university college cork Ireland. 2008. 445 p.

безглютеновых растительных культур позволит устранить белково-энергетическую и железodefицитную недостаточность в организме больного целиакией.

Отсутствие необходимого объема научных исследований в области производства специализированных мясных полуфабрикатов требует расширения теоретических знаний и доказательной базы, что обуславливает необходимость и актуальность разработки технологии производства мясных полуфабрикатов высокой пищевой и биологической ценности для питания людей, страдающих целиакией.

Целью настоящей диссертационной работы является разработка технологии специализированных мясных полуфабрикатов с использованием безглютенового растительного сырья для питания больных целиакией.

Для достижения намеченной цели были определены следующие задачи:

– научно обосновать выбор БРС как ингредиента мясного полуфабриката, исследовать химический состав, основные функционально-технологические свойства, физико-химические показатели, дать биологическую оценку безглютеновым видам муки и крахмала;

– исследовать влияние сухого нагрева на ФТС безглютенового растительного сырья и молочной сыворотки на реологические свойства модельных тестовых систем на их основе;

– установить оптимальное соотношение безглютенового растительного сырья и вспомогательных ингредиентов в рецептуре специализированного мясного полуфабриката;

– теоретически обосновать выбор компонентов и провести формирование оптимального рецептурного состава фарша специализированных мясных полуфабрикатов;

– разработать рецептуру и технологию производства специализированных мясных полуфабрикатов с использованием БРС, исследовать их органолептические и физико-химические показатели,

установить пищевую, биологическую ценность специализированных мясных полуфабрикатов, основные показатели безопасности продукта, определить сроки годности;

– провести клиническую апробацию специализированных мясных полуфабрикатов с использованием БРС;

– разработать техническую документацию на новый вид специализированных мясных полуфабрикатов, провести промышленную выработку и определить экономическую эффективность промышленно ориентированной технологии производства специализированных мясных полуфабрикатов с использованием БРС.

Научная новизна.

Научно обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность комбинирования различных видов БРС, отличающихся функционально-технологическими, структурно-механическими свойствами, химическим составом и биологической ценностью как компонентов специализированного мясного полуфабриката, и обеспечивающие высокую биологическую ценность и оптимальные упруго-пластичные свойства тестовой системы. Установлено положительное влияние сухого нагрева на функционально-технологические свойства БРС. Обоснована целесообразность введения молочной сыворотки в тестовые системы на основе БРС, позволяющая повысить пластическую деформацию, снизить адгезионное напряжение за счет усиления сил межмолекулярного сцепления белковых частиц и повышения гидрофобности поверхности тестовой системы. Разработана технология производства специализированных мясных полуфабрикатов с использованием безглютенового растительного сырья для потребителей страдающих целиакией, определена пищевая и биологическая ценность, физико-химические и органолептические показатели продукта. Установлено достоверное снижение антител к деамидированным пептидам глина и тканевой трансглутаминазе в организме от введения в рацион

питания больных, страдающих целиакией специализированных мясных полуфабрикатов с использованием безглютенового растительного сырья.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Разработан рецептурный состав и технология производства специализированных мясных полуфабрикатов с использованием безглютенового растительного сырья для потребителей, страдающих целиакией.

На основании проведенных исследований разработан и утвержден комплект технической документации на специализированные мясные полуфабрикаты замороженные категории Б: пельмени «Безглютеновые» (ТУ 9214-001-93246014-2016 и ТИ 9214-001-93246014-2016), произведена выработка опытной партии готовой продукции в условиях ООО СХП «Югроспром» (Ставропольский край, г. Новоалександровск), подтверждена экономическая и технологическая эффективность разработанной технологии.

Экспериментальным путем подтверждена безопасность состава продукта (согласно ТР ТС 034/2013 и ТР ТС 027/2012), определяющая возможность употребления специализированных мясных полуфабрикатов в рационах людей, соблюдающих безглютеновую диету. Проведена клиническая апробация пельменей «Безглютеновые», показавшая профилактическую эффективность на группе потенциальных потребителей.

Получен патент №2641075 «Пельмени безглютеновые и способ их производства» (Приложение С).

Основная часть исследований выполнена в рамках реализации государственного контракта по программе «УМНИК-2013» (Приложение Т), при финансовой поддержке фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (договора № 96 ГУ1/2013 и №4649 Г42/2014 г. Москва).

Методология и методы исследований. Методологической основой диссертации являются труды отечественных и зарубежных ученых в области производства специализированных, в том числе безглютеновых продуктов

питания. При проведении диссертационной работы применялись стандартные, общепринятые методы исследований химического состава, функционально - технологических, физико-химических, органолептических свойств, основных показателей безопасности готовой продукции.

Математическая обработка экспериментально полученных данных и их графическое представление выполнены с использованием программ Microsoft Excel 2010, Statistica 10.0, Statgraphics Centurion 16.1.11, Maple 17.

Основные положения, выносимые на защиту.

– теоретические аспекты подбора ингредиентов и экспериментальные результаты проектирования рецептурного состава специализированных мясных полуфабрикатов с использованием БРС;

– результаты исследования влияния сухого нагрева на изменение функционально-технологических свойств БРС;

– результаты исследования влияния молочной сыворотки на органолептические и реологические показатели модельных тестовых систем;

– биологическая ценность и безопасность состава специализированных мясных полуфабрикатов для потребителей, страдающих целиакией.

Степень достоверности подтверждена 3-5 – кратной повторностью экспериментов с применением стандартных методов исследований свойств пищевого сырья и продукции, статистической обработкой полученных данных; использованием современных поверенных приборов и оборудования, имеющих установленный предел отклонений; проведением опытно-промышленных испытаний разработанной технологии.

Апробация результатов. Основные результаты, представленные в диссертационной работе, были доложены и обсуждены на 14-ой Международной конференции – конкурсе «Актуальные проблемы современной науки» (Самара, 2013), на 4-ой Международной научно-технической конференции «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке» (Санкт- Петербург, 2013), на III-ей международной научно-практической конференции «Академическая наука – проблемы и

достижения» (Москва,2014), на международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в производстве сельскохозяйственной продукции в условиях ВТО» (Волгоград,2013),на национальной научно - практической конференции «Инновационные технологии производства продуктов питания животного происхождения» (Саратов, 2016).

По материалам диссертационной работы опубликовано 28 печатных работ, в том числе 3 – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, получен патент РФ на изобретение РФ №2641075 (от 15.01.2018г.).

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Современное состояние рынка и особенности производства замороженных мясных полуфабрикатов в тесте

Одной из главных задач реализации планов государственной политики РФ в области здорового питания является обеспечение всех групп населения сбалансированными качественными пищевыми продуктами отечественного производства, что представляется возможным благодаря освоению новых рецептов и внедрению инновационных отраслевых технологий⁹.

Согласно выбранной стратегии развития пищевой отрасли, продуцируемый продовольственный потенциал страны должен рационально удовлетворять физиологическую потребность населения в конкурентоспособных пищевых продуктах, формируя социально-экономическую и политическую стабильность современного общества¹⁰. Вместе с тем в последние годы ученые и аналитики потребительского рынка отмечают практическую необходимость увеличения мощностей предприятий по выпуску кулинарных изделий и полуфабрикатов, как наиболее экономически выгодных направлений дальнейшего развития отрасли АПК¹¹.

Так, по данным агентства «ROIF Expert»¹² известно, что годовой объем промышленного выпуска данной категории изделий вырос за последние два года в среднем на 8,2% (по сравнению с объемами 2015 года) что в натуральном выражении составило более 2,5 млн. тонн. Специалисты мясной отрасли отмечают положительную тенденцию к снижению доли импорта

⁹ Указ Президента Российской Федерации от 30.01.2010 г. № 120 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» [Электронный ресурс]. Режим доступа: КонсультантПлюс.

¹⁰ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17 апреля 2012 г. № 559-р «Об утверждении Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации (с изменениями на 13 января 2017 года)». Москва. 17с.

¹¹ Гаязова А. О., Ребезов М. Б., Паульс Е. А., Ахмедьярова Р. А., Косолапова А. С. Перспективные направления развития производства мясных полуфабрикатов // Молодой ученый. 2014. №9. с. 127-129. [Электронный ресурс]:Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/68/11514>

¹² Российский рынок мясных полуфабрикатов в 2015 году. [Электронный ресурс]. режим доступа:<https://mresearcher.com/2017/01/roif-expert-rossijskij-rynok-myasnyh-polufabrikatov-v-2015-godu.html>

полуфабрикатов в нашу страну и увеличению потребности к экспортным поставкам в страны СНГ. По оценке BusinesStat и прогнозам компании «Экспресс - Обзор» в общей структуре производимых мясных и мясосодержащих полуфабрикатов, на долю замороженных приходится более 60%, причем внутренний объем рынка таких полуфабрикатов в России будет увеличиваться в среднем на 4-6% ежегодно (2017-2019г.)¹³.

Растущее потребление и спрос на мясные полуфабрикаты специалисты обосновывают изменением динамики жизни современного потребителя. В настоящее время наиболее популярными видами замороженных полуфабрикатов, реализуемыми в оптовой и розничной торговле, остаются пельмени, фарш, блинчики, вареники и котлеты (рис.1)¹⁴.

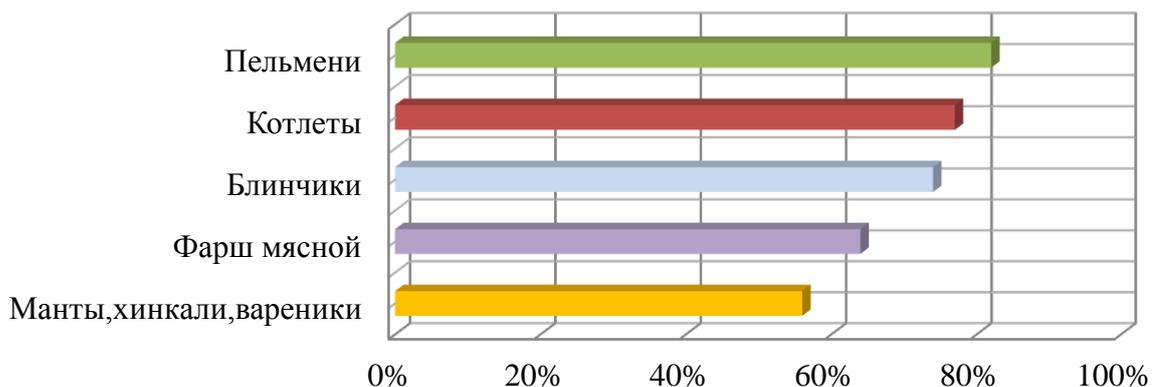


Рисунок 1 – Потребление замороженных полуфабрикатов в РФ
(2014-2017 гг.)

Как наглядно демонстрируют данные рисунка, пельмени занимают лидирующее положение среди потребляемых замороженных полуфабрикатов. Причем нужно отметить, что рост популярности таких полуфабрикатов среди остальных во многом оправдан ценой, кулинарными предпочтениями россиян и удобством приготовления. Средняя отпускная

¹³ Маркетинговое исследование «Анализ рынка мясных полуфабрикатов в РФ 2017 г.» // [Электронный ресурс]. режим доступа: <http://docplayer.ru/70137040-Analiz-rynka-myasnyh-polufabrikatov-2017-g-vliyanie-krizisa-tendencii-perspektivy-razvitiya-i-prognoz-rynka.html>; Кенийз Н.В., Нестеренко А.А., Сыроваткина С.С. Анализ рынка полуфабрикатов в России // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ, 2015. № 105. С. 1-14.

¹⁴ Нагарокова Д. К., Нестеренко А. А. Анализ российского рынка полуфабрикатов // Молодой ученый. 2015. №2. С. 175-178.

розничная цена за килограммовую упаковкупельменей в России в 2017 году составила порядка 240 рублей, причем в последнее время отмечается повышение спроса на продукцию «среднего» и «высокого» ценового сегмента. Желание потребителей приобретать качественную продукцию обосновано несколькими факторами: популяризацией здорового образа жизни, изысканным вкусом или оригинальной упаковкой полуфабрикатов.

Стабильный спрос на замороженные полуфабрикаты в тесте¹⁵, продолжительный срок хранения и непродолжительный период окупаемости делает производствопельменей одним из высоко технологичных и наиболее экономически рентабельных производств, поскольку чтобы запустить работу мини-цеха или наладить в масштабе крупного МПЗ не требуется больших вложений капитала. На сегодняшний день на отечественном рынке замороженных полуфабрикатов присутствуют свыше 300 крупных известных производителей и более 500 торговых марок, большинство из них – предприятия Центрального и Северо-западного федерального округа. Безусловными лидерами среди крупных МПЗ являются ЗАО «Качественные продукты», ООО «Радиоли», ООО «Дарья», МПК «Останкинский», ООО «Мириталь-производитель», ПК «Русский продукт», ЗАО «Корона»¹⁶.

В связи с повышенной конкуренцией современного рынка, мясоперерабатывающие предприятия пытаются решить комплекс задач по повышению рентабельности производимых полуфабрикатов и расширению ассортимента изделий от «премиум» до «эконом» путем разработки новых рецептур, поиска новых способов производства и упаковки продуктов, повышения пищевой и биологической ценностипельменей. В условиях продовольственного эмбарго и ежегодного роста цен на мясное сырье (свинину, говядину, баранину), традиционно используемого для

¹⁵ Фещук Е.Н., Альшевский Д.Л. Российский рынок замороженных полуфабрикатов демонстрирует стабильный рост // Научный журнал КубГАУ. 2008. №43 (9). С. 1-7.

¹⁶Мясные технологии: "Оборудование дляпельменей. Как начать производствопельменей. Гост на пельмени" // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.meatbranch.com/publ/view/31.html>; Маркетинговое исследование «Анализ рынка мясных полуфабрикатов в РФ 2017 г.» // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docplayer.ru/70137040-Analiz-rynka-myasnyh-polufabrikatov-2017-g-vliyanie-krizisa-tendencii-perspektivy-razvitiya-i-prognoz-rynka.html>.

производства пельменей, отечественные производители прибегают к дополнительному введению в начинки различных видов сырья растительного и животного происхождения, комбинированному использованию малоценного мясного сырья и функциональных добавок. Так, в последние годы среди российских потребителей пользуются спросом оригинальные рецептуры пельменей с использованием в начинке различных растительных ингредиентов (овощей, грибов, ягод, крупы, трав), морепродуктов, нетрадиционных видов мясного сырья (медвежатина, оленина) и субпродуктов. Введение такого сырья оправдано с одной стороны понижением калорийности и улучшением биологической ценности полуфабрикатов, с другой – снижением себестоимости и повышением технологичности процесса производства продукта¹⁷.

Специалистами ГОУ ВПО «Алтайского государственного технического университета имени И.И. Ползунова» предложена рецептура и способ производства пельменей с использованием в составе продукта пшениной и перловой крупы. Авторами отмечено, что введение растительных компонентов (перловой каши в количестве до 20% и пшениной - до 30%) в продукт позволяет не только экономно расходовать мясное сырье на мясоперерабатывающих предприятиях, повысить функционально-технологические свойства (ВУС), органолептические показатели мясного фарша и усвояемость пельменей, но и снизить трудоемкость процесса производства полуфабрикатов относительно традиционной технологии¹⁸.

¹⁷ Вайтанис М.А. Расширение ассортимента комбинированных мясных полуфабрикатов // Ползуновский вестник. 2010. № 3. С. 252-255.; Способ производства пельменей, обогащенных рыбным сырьем: пат.2613449 Рос. Федерация : МПК51 А21С 9/06/ Вайтанис М.А.; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова". №2015142323; заявл. 05.10.2015; опубл. 24.03.2017, Бюл. № 9. 2 с.; Криштафович Д.В. Влияние белковых добавок животного происхождения на потребительские свойства мясосодержащих полуфабрикатов в тесте: дис. ... канд. тех. наук. М., 2009. 182 с.

¹⁸ Способ производства пельменей, обогащенных растительным сырьем (варианты): пат. 2472344 Рос. Федерация: МПК 51 А21С9/06 А23Л1/31 / Вайтанис М.А. и др.; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова". №2010150172/13; заявл. 07.12.2010; опубл. 20.01.2013, Бюл. № 2. 13 с.

Некоторыми отечественными учеными подчеркнута целесообразность использования в составе рецептур белковых добавок животного и растительного происхождения, как перспективный способ улучшения потребительских свойствпельменей, оптимизации структурно-механических свойств фарша (из низкосортного и малоценного мясного сырья) и пельменного теста. Так применение в составе полуфабрикатов пищевых добавок на основе коллагенсодержащего животного сырья - Scanpro BR95 и Scanpro Super, на основе соединительной ткани и плазмы крови (Scanpro T95, Scanpro 730/СФ) позволяет перерабатывать пшеничную муку со слабой по силе клейковиной, исключить необходимость введения яйцепродуктов в рецептуру теста, значительно улучшить функционально-технологические и реологические свойства фарша биологической ценности пельменей¹⁹.

Как показывает практика, при производстве замороженных полуфабрикатов в тесте, производители часто сталкиваются с проблемой сохранения и улучшения некоторых физико-химических показателей продукта как до, так и после кулинарной обработки. С этой целью Кубанским Государственным Технологическим Университетом разработана уникальная технология производства пельменей, отличающихся пониженным процентом развариваемости, улучшенными качественными характеристиками полуфабрикатов и высоким выходом готовых изделий. Особенность производства таких полуфабрикатов кроется в рецептурном составе пельменного теста и фарша, в последовательном многократном погружении начинки в жидкое тесто, замораживанием после каждой операции погружения продолжительностью 15-20 минут при температуре не ниже -35°С (≥ 3 раз). Экспериментально авторами подтверждено, что введение в

¹⁹ Жебелева И.А., Криштафович Д.В., Горошко Г.П. Оптимизация рецептуры пельменей с учетом сбалансированности аминокислотного состава // Мясная индустрия. 2008. №2. С.60-64.; Криштафович Д.В. Влияние белковых добавок животного происхождения на потребительские свойства мясосодержащих полуфабрикатов в тесте: дис. ... канд. тех. наук. М. 2009. 182с.

рецептуру животного белка, лецитина, каротина, овощей и пектина позволяет получить продукт, сбалансированный по составу²⁰.

Динамичное развитие и интенсификация режимов производства пищевых продуктов привели с одной стороны к экономичности, длительной сохранности и стабильности качества получаемых изделий, с другой – к ухудшению биохимического и иммунного статуса современного потребителя, нарушению или утрате отдельных естественных функций метаболизма, возникновению алиментарно-зависимых, хронических неинфекционных заболеваний. В данном случае употребление некоторых видов традиционных пищевых изделий становится невозможным или ограниченным. В связи с этим явлением в последние годы потребность в выпуске полуфабрикатов специализированного и функционального назначения заметно возросла²¹.

Следует отметить, что на сегодняшний день в России в ассортиментной линейке замороженные полуфабрикаты в тесте специализированного назначения, назначаемые в качестве лечебного и диетического питания, практически отсутствуют. Вместе с тем пельмени – мясной продукт, являющийся источником животного и растительного белка, эссенциальных нутриентов. Исходя из этого можно предположить, что употребление пельменей, сбалансированных по химическому составу и скорректированных от отдельных ингредиентов, поможет усилить эффективность терапии при некоторых заболеваниях ЖКТ и нарушениях обмена веществ.

На основании анализа данных литературных источников²² становится очевидной актуальность и перспектива дальнейшего развития регионального рынка замороженных полуфабрикатов, создания новых рецептов и

²⁰ Способ приготовления пельменей пат. 2243704 Рос. Федерация : МПК51 А 23 L 1/317, А 21 D 13/00, А 21 С 9/02/ Михайлова М.Г. и др.; заявитель и патентообладатель Кубанский Государственный Технологический Университет. № 2003104940/13; заявл. 18.02.2003; опубл.: 10.01.2005, Бюл. № 1. 6 с.;

²¹ Тутельян В.А., Разумов А.Н., Вялков А.И., Михайлов В.И., Москаленко К.А., Одинец А.Т., Сбежнева В.Г., Сергеев В.Н. Научные основы здорового питания // М.: Панорама, 2016. 816 с.

²² Барсукова Н.В., Красильников В.Н. Новые технологические подходы к созданию специализированных продуктов питания для безглютеновой диеты // Здоровое питание с рождения: медицина, образование, пищевые технологии. Санкт-Петербург-2010: мат. V Российского Форума. СПб., 2010. с. 7-8.

технологических решений процесса производства пельменей с доказанной профилактической эффективностью или обладающих лечебным эффектом.

1.2 Медико-биологические аспекты и особенности питания больных целиакией

Одной из главных медико-социальных проблем современного общества остается ежегодное увеличение числа людей, страдающих наследственными пищеварительными дисфункциями организма, связанными с возникновением аллергических реакций на отдельные ингредиенты пищи²³.

Рост числа зарегистрированных больных целиакией обусловлен не только научным прогрессом в области клинической диагностики хронических заболеваний, наследственным генезом, но и рядом других факторов – изменением пищевого статуса, привычек и предпочтений современного потребителя, несбалансированностью пищевых изделий по основным группам нутриентов (сниженное содержание полноценного белка, витаминов, минеральных веществ, повышенное содержание жира и крахмала), модификацией растительного сырья, получением новых гибридных высококлеяковинных форм злаковых²³.

Целиакия – наследственное аутоиммунное хроническое заболевание, характеризующееся поражением слизистой оболочки тонкого отдела кишечника глютенем и исчезновением повреждений после полного его устранения из пищи. Употребление глютенсодержащих пищевых продуктов приводит к возникновению синдрома пониженного всасывания основных групп питательных веществ (мальабсорбции)²⁴.

²³ Захарова И.Н., Боровик Т.Э., Рославцева Е.А., Дмитриева Ю.А., Касаткина Е.Н., Курьянинова В.А., Дзедисова Ф.С. Целиакия: базовые сведения // Педиатрия. 2014. № 2. С. 31-35; Масалова В.В., Оботурова Н.П. Перспективы использования безглютенового растительного сырья в производстве пищевых продуктов для диетического и профилактического питания // Пищевая промышленность. 2016. № 3. с. 16–20.; Rubio-Tapia A., Hill I.D., Kelly C.P. ACG clinical guidelines: diagnosis and management of celiac disease // Am J Gastroenterology. 2013. №108. P. 656-676.

²⁴ Ревнова М.О., Романовская И.Э. Целиакия: болезнь или образ жизни? СПб., 2010. 156с.

Глютен или клейковина – сложный упруго-эластичный комплекс липидов, углеводов, минеральных веществ, белков, придающий особые реологические и технологические свойства пшеничной муке. Основным белком глютена зерновых (80–90% от общего объема) представлен двумя фракциями – низкомолекулярным глиадином и высокомолекулярным глютеином, обуславливающих образование при замесе своеобразного трехмерного остова, заполненного различными компонентами муки²⁵.

Механизм возникновения целиакии связан с непереносимостью лишь одного белкового компонента злаковых – глиадина. Однако доказанное токсическое действие на организм больного отмечено и у других существующих его модификаций – у ячменя (гордеин), у ржи (секалинин), у овса (авенин)²⁶.

Согласно существующей единой теории патогенеза (механизма возникновения и развития заболевания) целиакии, клетки эпителия слизистой оболочки тонкого кишечника, принимающие непосредственное участие в переваривании глютена, лишены соответствующих ферментов–протеазы и пептидазы. В начале заболевания глютен связывается со специальными рецепторами клеток тонкой кишки, наследственно обусловленными. В ответ на действие глютена происходит атрофия ворсинок тонкой кишки, повреждение гликокаликса, щелочной каемки энтероцитов с мембранными ферментами, (к которым относятся лактаза, сахараза, мальтаза и др.), что приводит к разной степени непереносимости соответствующих пищевых веществ. Вследствие истончения слизистой оболочки во внутреннюю среду организма попадают крупные недорасщепленные молекулы, проявляющие свойства аллергенов. О степени и стадии развития данного заболевания

²⁵ Вакар А.Б. Клейковина пшеницы. М.: Изд-во Академии наук СССР, 1961. 252 с.; Конарев В.Г. Белки пшеницы. М.: Колос, 1980. 351с.

²⁶ Huttner E.K., Arendt E.K. Recent advances in gluten-free baking and the current status of oats // Trends Food Science Technol. 2010. Vol. 21. P. 303-312.

можно судить по корреляции между титром антител к глиадину и морфологическим изменениям слизистой оболочки кишечника²⁷.

Изучением целиакии занимаются во всем мире, и в каждой стране пытаются найти пути создания комфортного существования для людей с непереносимостью белка злаковых. Сегодня установлено, что клинические признаки данной болезни очень variabelьны и могут появиться в любой период жизни человека²⁸.

В настоящее время в нашей стране вопросами диагностики и лечения целиакии занимается ряд ученых: Ревнова М.О., Орешко Л.С., Конь И.Я., Курьянинова В.А., Стоян М.В., Аверкина Н.А. и др. В работах большого количества ученых установлено и доказано, что целиакия имеет генетическую предрасположенность, определяется по иммунуконфликтным реакциям на белки глиадин, сопровождается ухудшением работы ЖКТ – нарушением стула, болями в животе, рвотой, аллергическими дерматитами, поражением центральной нервной системы и т.д.²⁹

Согласно статистическим данным Всемирной организация гастроэнтерологов (World Gastroenterology Organization) распространенность глютенной энтеропатии в популяции большинства стран мира составляет 1:100 – 1:250 или 1–2,5% общей популяции³⁰.

Последние скрининговые эпидемиологические исследования о распространенности целиакии в мире отображены в таблице 1.1.

²⁷ Сергеева К.М. Педиатрия: учебник. СПб., 2006. 544с.; Kaswala D. H., Veeraraghavan G., Ciaran P., Daniel A. Leffler Celiac Disease: Diagnostic Standards and Dilemmas // Diseases. 2015. Vol.3. P. 86-101.; Tribole E. Kupper C., Pietzak M. Celiac sprue // N Engl. J. Med. 2002. Vol. 347. №6. P. 446-448.

²⁸ Бельмер С.В., Гасилина Т.В. Целиакия от патогенеза к лечению // Вопросы современной педиатрии. 2013. №12(3). С.12-15.; Rubio-Tapia A., Hill I.D., Kelly C.P. ACG clinical guidelines: diagnosis and management of celiac disease // Am J Gastroenterology. 2013. №108. P. 656-676.

²⁹ Аверкина Н.А., Особенности лечения целиакии у детей при длительной патогенетической терапии: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2007. 27 с.; Tribole E, Kupper C., Pietzak M. Celiac sprue // N Engl. J. Med. 2002. Vol. 347. №6. P. 446-448; Курьянинова В.А. Клинические особенности и физическое развитие детей с целиакией, находящихся на безглютеновой диете: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2014. 23 с.

³⁰ Kaswala D.H., Veeraraghavan G., Ciaran P., Leffler K. and D.A. Celiac Disease: Diagnostic Standards and Dilemmas // Diseases. 2015. Vol.3. P. 86-101; Курьянинова В.А., Дагужиева М.Д., Климов Л.Я., Стоян М.В., Шелегеда М.А., Хомякова Н.С., Оботурова Н.П., Масалова В.В. Безглютеновая диета у детей с целиакией: достижения и проблемы// Актуальные вопросы педиатрии и неонатологии: Материалы краевой научно-практической конференции педиатров и неонатологов Ставропольского края. Ставрополь, 2013. С. 156 -162.

Таблица 1.1 – Распространенность целиакии в мире

№ п/п	Страна	Распространенность при клиническом исследовании
1	Италия	1:175
2	Финляндия	1:130
3	Венгрия	1:394
4	США	1:250
5	Испания	1:389
6	Швеция	1:330
7	Ирландия	1:300
8	Россия	1:200
9	Австрия	1:476
10	Румыния	1:45
11	Германия	1:276
12	Португалия	1:134
13	Франция	1:388

Исходя из предоставленных статистических данных видно, что в Российской Федерации частота заболевания диагностируется 1:200, однако анализ современных данных о численности зарегистрированных больных целиакией разнятся в регионах нашей страны (рис.2).

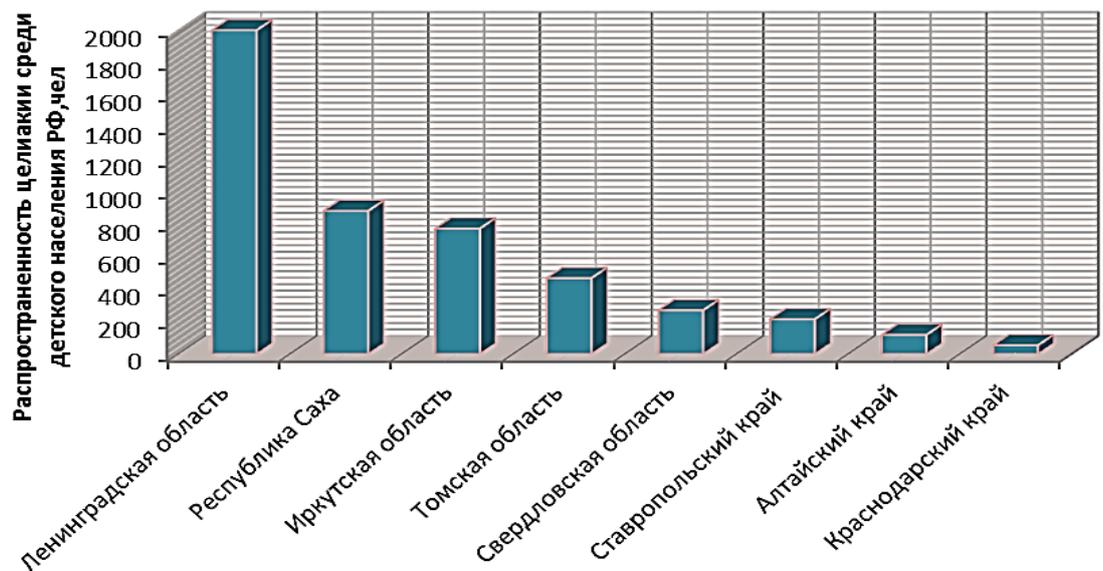


Рисунок 2– Распространенность целиакии среди детского населения в регионах РФ

Такая разобщенность статистических данных обусловлена сложностью диагностирования больных за счет широкой симптоматики заболевания и поздних сроков манифестации (диагностирования) целиакии³¹.

Несмотря на существующий объем научно-исследовательских работ в области клинической диагностики и терапии целиакии, установлено, что единственной эффективной и наиболее доступной возможностью улучшения состояния больного и нормализации деятельности ЖКТ остается соблюдение пожизненной диеты, основанной на подборе адекватного безглютенового питания с учетом возраста, особенностей состояния больного в период заболевания. Рацион больных целиакией строится на принципах: потребление углеводных компонентов обеспечивается за счет безглютеновых круп и муки и овощей, фруктов и ягод; белковых и жировых – за счет нежирных сортов мяса, яиц, молочных продуктов, растительных и сливочных масел³².

Согласно медицинским требованиям по организации безглютеновой диетотерапии, при целиакии рекомендовано использование продуктов питания, обеспечивающих химическое и механическое щажение ЖКТ, исключающих бродильные процессы в кишечнике. Эффективность употребления безглютеновых изделий оценивается по изменению морфологического и функционального состояния органов пищеварения, снижению воспалительных и иммунных реакций, улучшению общего физического состояния пациентов³³.

В нашей стране положения ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в РФ» (ст. 39)³⁴ и действующего ТР ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического,

³¹ Анциферова О.В. Клинико-диагностическая характеристика целиакии у детей Иркутска и Иркутской области: дис. ...канд. мед. наук. Красноярск, 2014. 153 с.; Бельмер С.В., Гасилова Т.В. Целиакия от патогенеза к лечению // Вопросы современной педиатрии. 2013. №12(3). С.153.

³² Захарова И.Н., Боровик Т.Э., Рославцева Е.А., Дмитриева Ю.А., Касаткина Е.Н., Курьянинова В.А., Дзебисова Ф.С. Целиакия: базовые сведения // Педиатрия. 2014. № 2. С. 31-35.

³³ Руководство Всемирной организации гастроэнтерологов (ВОГ-OMGE) Целиакия. ВОГ, 2005. 18 с.

³⁴ Федеральный Закон «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации». М.: Кремль, 2011. 34 с.

лечебного и профилактического питания»³⁵ относят безглютеновые пищевые изделия к специализированным пищевым продуктам «с установленным химическим составом, энергетической ценностью и физическими свойствами, обладающие подтверждённым лечебным эффектом, оказывающие специфическое влияние на восстановление нарушенных или утраченных в результате заболевания функций организма, профилактику этих нарушений, а также на повышение адаптивных возможностей организма». Согласно современным стандартам «Codex Alimentarius» и положениям российских действующих директивных документов, пороговое содержание глютена в продуктах питания для больных целиакией должно быть не более 20 мг/100 г.³⁶

Растительными источниками для производства безглютеновых продуктов питания являются бобовые, семена масличных культур, орехи, рис, гречиха, маниока, а также мука и крахмалы, приготовленные из них. Большинство ингредиентов из БРС отличается повышенным содержанием крахмальных биополимеров и пониженным содержанием белка и витаминов группы В. При этом достижение рекомендованных соотношений эссенциальных нутриентов в безглютеновых продуктах обеспечивается благодаря комбинированию сырья с разной пищевой и биологической ценностью. Кроме диеты больным должна проводиться коррекция витаминно-минеральной недостаточности, проводиться ферментная терапия, направленная на нормализацию процессов пищеварения, устранения дисбиоза кишечника³⁷.

³⁵ Технический регламент (ТР ТС 027/2012) "О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания» / Принят решением Комиссии Таможенного союза от 15.06.2012г. №34 / Официальный сайт Евразийской Экономической Комиссии [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.eurasiancommission.org.

³⁶ CODEX STAN 118-1979, Rev.1-2008. Standard for Foods for Special Dietary Use for Persons Intolerant to Gluten. 2009. p.3; Тутельян В.А., Никитюк Д.Б., Богданов А.Р., Гаппаров М.Г., Зайнудинов З.М., Исаков В.А., Кочеткова А.А., Погожева А.В., Ревякина В.А., Смирнова Е.А., Хотимченко С.А., Шарафетдинов Х.Х. Порядок проведения исследований эффективности специализированной диетической лечебной и диетической профилактической пищевой продукции: методические указания // Сост.: В.А. Тутельян, Москва, 2016. 31 с.

³⁷ Захарова И.Н., Боровик Т.Э., Рославцева Е.А., Дмитриева Ю.А., Касаткина Е.Н., Курьянинова В.А., Дзедисова Ф.С. Целиакия: базовые сведения // Педиатрия. 2014. № 2. С. 31-35.

Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод, что целиакия остается одной из острых проблем современной медицины. Основная роль в патогенетическом лечении и профилактике данного заболевания сводится к количественному и качественному подбору сбалансированных безглютеновых продуктов питания, с направленной компенсацией физиологически значимых нутриентов.

1.3 Виды безглютенового растительного сырья и перспективы их применения в технологии производства специализированных мясных полуфабрикатов

При проектировании состава новых видов специализированной пищевой продукции адекватность замены традиционного растительного сырья должна быть обусловлена подбором альтернативных аналогов, обеспечивающих промышленное производство пищевых изделий с заданными медико-биологическими, реологическими, экономическими и органолептическими признаками³⁸.

Общеизвестным остается тот факт, что при разработке безглютеновых пищевых изделий замена пшеничной муки на безглютеновые виды, сопровождается рядом технологических сложностей, поскольку решающее значение имеет имитация вязкоупругих свойств клейковины пшеничного теста. Причиной отсутствия оптимальных СМС безглютенового теста является способ соединения полипептидных цепей в белках, отличающийся от трехмерной разветвленной структуры клейковины³⁹.

Формирование клейковины – сложный процесс, представляющий агрегацию молекул глютенина и глиаина за счет образования водородных, гидрофобных или дисульфидных связей, проникновения в этот комплекс

³⁸ Толстогузов В. Б. Новые формы белковой пищи. М.: Агропромиздат, 1987. 303с.

³⁹ Alvares-Jubete L., Arendt E.K., Gallagher E. Nutritive value and chemical composition of pseudocereals as gluten free ingredients // International journal of Food Sciences and Nutrition's. 2009. №60 (S4). P. 240–257; Izembayeva A.K., Bayisbayeva M.P., Bayan Z.H. Non-Traditional Raw Materials in Production of Sugar Cookies // American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 2014. №14 (4). P. 358-362.

липидов, жиров, углеводов и растворимых белков. При добавлении воды к муке происходит направленная ориентация молекул белка и образование сплошной сети с включенными в нее крахмальными биополимерами. О характере участия различных видов белков в структуре клейковины можно судить по их структуре и свойствам, отношению к растворителям, способности к комплексованию с другими соединениями. По мнению большинства ученых, по функциональному значению белковые фракции пшеничной муки условно можно разделить белки на низкомолекулярные – глиадины, альбумины и глобулины, и высокомолекулярные – глютен. При этом первые понижают водоудерживающую способность муки, сокращают период замеса теста, повышают растяжимость, текучесть, а вторые – обуславливают эластичность клейковины, придают клейковине упругие свойства и силу тесту⁴⁰.

Содержание в муке белковых веществ, их состав, свойства, состояние крахмальных зерен и наличие водорастворимых пентозанов имеют первостепенное значение, в значительной мере определяющие технологические свойства муки. От состояния белково-протеиназного и углеводно-амилазного комплексов зависят такие свойства теста, как эластичность, пластичность, вязкость, упругость⁴¹.

Отечественными и зарубежными учеными установлено, что наличие большого количества водорастворимых белков в безглютеновом мучном сырье не позволяет сформировать тесто с оптимальными структурно-механическими характеристиками. В данном случае оптимизация основных технологических свойств безглютеновых тестовых полуфабрикатов должна сводиться к поиску комбинаций компонентов и подбору инновационных

⁴⁰ Вакар А.Б Клейковина пшеницы. М.: Изд-во Академии наук СССР, 1961. 252 с.; Осипова Г.А. Технология макаронного производства: учебное пособие для вузов. Орел: ОрелГТУ, 2009. 152с.

⁴¹ Ауэрман Л. Я. Технология хлебопекарного производства: учебник. – 9-е изд.; перераб. и доп./ Под общ. ред. Л. И. Пучковой. СПб: Профессия, 2005. 416 с.; Пучкова Л.И., Поландова Р.Д., Матвеева И.В. Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий. М.: ГИОРД, 2005. 560 с.

способов обработки мучного сырья с учетом формирования предпочтительных свойств и заданной текстуры изделий⁴².

В настоящее время существует два основных способа производства безглютеновых продуктов питания. Первый – биотехнологический, путем подбора сырья растительного происхождения с отсутствием глютена, и второй – биокаталитический, определяющий возможность модификации или удаления глютенных фракций из традиционных сырьевых источников.

Согласно приведенной классификации профессора Красильникова В.Н. и его последователей все природное сырье, используемое при производстве безглютеновых продуктов условно можно разделить на 4 группы в соответствии с типовым химическим составом и характером воздействия на структурно-реологические свойства теста⁵. Анализ приведенной классификации предполагает теоретическую основу для методологического подхода к проектированию рецептур безглютеновых изделий (Табл. 1.2).

Таблица 1.2 – Основные виды безглютенового растительного сырья

№ гр.	Основные группы структурообразователей
1	Мука с высоким содержанием крахмальных и некрахмальных полисахаридов: рисовая, кукурузная, овсяная мука, мука из псевдозерновых (амарант, греча) и крупяных культур (просо), мука из сорго, льняная мука, мука из арахиса, др.
2	Высокобелковые ингредиенты: соевые изоляты, концентраты, изоляты белков гороха, люпина, казеинаты, концентраты сывороточных белков
3	Гидроколлоиды: ксантановая, гуаровая камедь, различные виды нативных и модифицированных крахмалов, микробиальные полисахариды
4	Эмульгаторы, разрыхлители, вкусовые ингредиенты: меланж, лецитин, пищевая сода, соль, сахар, ароматизаторы, красители, минеральные добавки

Сырье первой группы структурообразователей, используемое для приготовления безглютеновых изделий, условно можно разделить на две

⁴² Барсукова Н.В. Разработка технологии пряничных изделий на основе безглютенового растительного сырья: автореф. дис.... канд. техн. наук. Санкт-Петербург, 2005. 20 с.; Gallagher E., Gormley T.R., Arendt E.K. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products // Trends Food Science Technology. 2004. Vol. 15. P. 143-152.

подгруппы. К первой подгруппе (А) относится растительное сырье с повышенным содержанием крахмала, но способных образовывать вязко-эластичные тестовые массы. Вторая подгруппа (Б) – отличается высоким содержанием некрахмальных полисахаридов, белка, полифенолов, антиоксидантов. Исходя из этого, комбинирование представленных групп должно осуществляться на основе анализа данных о химическом составе растительного сырья (Табл. 1.3).

Таблица 1.3 – Химический состав БРС, г /100г сырья

Наименование сырья	Влага	Белок	Жир	Зола	Крахмал	Клетчатка	Пищевая ценность, Ккал
Арахис	7,90	26,30	45,20	2,60	5,70	8,10	552,00
Амарант	11,29	13,60	7,02	2,88	57,20	6,70	371,00
Гречка	14,00	12,60	3,30	1,70	63,70	1,10	313,00
Горох	14,00	23,00	1,20	2,80	46,50	5,70	302,70
Нут	14,00	20,10	5,00	3,00	43,20	3,70	328,60
Картофель	78,60	2,00	0,40	1,10	15,00	1,40	72,70
Фасоль	14,00	22,30	1,70	3,60	43,40	3,90	308,90
Чечевица	14,00	24,80	1,10	2,70	39,80	3,70	310,50
Соя	14,00	34,90	17,30	5,00	2,50	4,30	394,70
Сорго	13,50	11,10	3,30	2,20	56,00	3,50	323,10
Лен	6,96	18,20	42,10	3,27	–	27,30	534,00
Топинамбур	79,00	2,10	0,10	1,40	9,60	4,50	57,30
Рис	14,00	7,30	2,00	4,60	55,20	9,00	283,80
Кукуруза	14,00	10,30	4,90	1,20	56,90	2,10	338,40

Литературные данные, представленные в таблице, подчеркивают перспективу использования бобовых и масличных культур в рецептурах безглютеновых продуктов питания⁴³. Однако, учитывая особенности пищеварительных дисфункций организма больных целиакией, определенный интерес представляет введение рисовой муки. Этот факт обусловлен

⁴³ Скурихин И.М., Тутельяна В.А. Химический состав российских пищевых продуктов. Справочник. Под ред. И.М. Скурихина. М.: ДеЛи принт, 2002. 236 с.

свойствами риса, а именно гипоаллергенностью, оптимальными органолептическими характеристиками, способностью образовывать устойчивые реологические тестовые систем⁴⁴.

Из-за нарушенного всасывания дисахаров, жиров, витаминов группы В, железа, магния и кальция, и у больных целиакией нарушается наблюдается развитие метаболического ацидоза. Можно полагать, что выбор сырья с повышенным содержанием вышеуказанных витаминов и минералов позволит частично обогатить их пищевой рацион (Табл.1.4).

Таблица 1.4 – Витаминно-минеральный состав БРС⁴³

Наименование сырья	Содержание витаминов в 100 г продукта, мг						Содержание минералов в 100 г продукта, мг			
	РР	А	В ₁	В ₂	В ₆	Е	Са	Mg	К	Na
Арахис	2,2	–	0,81	0,15	0,34	10,1	76	182	658	23
Амарант	0,92	–	0,11	0,2	0,59	1,1	159	248	508	4
Гречка	6,3	–	0,30	0,14	0,50	–	70	258	325	4
Горох	2,2	–	0,81	0,15	0,27	0,7	115	107	873	33
Нут	2,25	0,2	0,25	0,51	0,55	0,26	193	126	968	72
Картофель	1,3	–	0,74	0,11	0,30	0,1	10	23	568	5
Фасоль	2,1	–	0,50	0,18	1,20	0,6	150	103	1100	40
Чечевица	1,8	0,005	0,50	0,21	–	0,5	83	80	672	55
Соя	2,2	0,012	0,94	0,22	0,85	1,9	348	226	1607	6
Сорго	2,9	–	0,24	0,14	–	–	28	–	350	6
Лен	3,08	–	1,64	0,16	0,47	0,47	255	392	813	30
Топинамбур	1,3	0,02	0,07	0,06	0,20	0,2	20	12	200	3
Рис	3,8	–	0,34	0,08	0,54	0,8	40	116	314	30
Кукуруза	2,1	0,053	0,38	0,14	0,48	1,3	34	104	340	27

⁴⁴ Динь Т.Х. Разработка технологии хлебобулочных изделий с использованием рисовой муки: дис. ... канд. техн. наук. Москва, 2010. 149 с.; Мысаков Д.С, Крюкова Е.В., Чугунова О.В. Исследование реологических свойств альтернативных видов муки // Технические науки - от теории к практике: сб. ст. по матер. XXXVIII междунар. науч.-практ. конф. Новосибирск: СибАК, 2014. № 9(34). С. 105-111.; Тырлова О.Ю., Барсукова Н.В. Разработка индустриальной технологии замороженных полуфабрикатов на основе льняной муки // Процессы и аппараты пищевых производств. 2014. № 3. с. 43-52; Cato L., Rafael L.B., Gan J. and Small D.M. Gluten-free breads using rice flour and hydrocolloid gums // Food Australia. 2004. Vol. 56(3). P. 75-78.

Как видно из представленных данных таблицы, большое количество витаминов А и РР содержится – в нуте, а максимальное нахождение витаминов группы В, кальция, калия, магния отмечено – в амаранте, рисе, льне, кукурузе. Направленное комбинирование данных компонентов обуславливает возможность получения продукта с высоким содержанием эссенциальных нутриентов, назначаемых при безглютеновой диете.

Оценка перспективности использования растительного сырья, исходя из их состава и свойств, описана и приведена во многих научных работах отечественных и зарубежных ученых⁴⁵.

Амарант – культура многостороннего использования. Согласно существующим техническим условиям и технологическим инструкциям амарантовая мука бывает цельносмолотая, крупчатка, экстра, высшего сорта, 1 и 2, а также с повышенным содержанием белка. Уникальный химический состав и высокая пищевая ценность амаранта обуславливает его промышленную переработку с целью получения широкого спектра пищевых и функциональных добавок, например, белковых концентратов и изолятов, белково-липидных комплексов, крахмала, амарантового масла, сквалена, витаминных и минеральных препаратов⁴⁶.

В настоящее время ряд ученых установили, что мука амаранта содержит много белка и жира (сбалансированных по аминокислотному составу) и других эссенциальных веществ. По содержанию белка эта культура превосходит традиционные злаковые, что в среднем составляет 16% от сухого остатка (в интервале 11 - 19%). При сравнительном анализе биологической ценности различного растительного сырья авторами

⁴⁵Луценко У.Н. Разработка показателей оценки свойств амарантовой муки для использования в хлебопекарном производстве: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Москва, 1995. 25 с.; Шмалько Н.А., Дроздовская Н.А., Чалова И.А., Ромашко Н.Л. Перспективы использования амарантовой белковой муки в хлебопечении // Техника и технологии пищевых производств. 2009. №1. С. 23-26; Щербаков В.Г. Биохимия и товароведение масличного сырья: изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Пищевая промышленность, 1969. 456 с.; Grobelnik M. S., Turinek M., Jakop M., Bavec M., Bavec F. Nutrition value and use of grain amaranth: potential future application in bread making // Agricultura. 2009. № 6. P. 43-53.

⁴⁶ Sanchez-Marroquin A., Domingo M. V., Maya S., Saldana C. Amaranth flour blends and fractions for baking applications // Journal of food science. 1985. 50, №3. P. 789-794.

отмечено, что показатель питательной ценности белка амаранта превосходит многие зерновые и равен 75 единицам⁴⁷.

Gallagher E., Elke K., Alvares-Jubete, Сафонова Е.Ф. в своих исследовательских работах подробно рассмотрели особенности и соотношения белковых фракций, аминокислотный, жирнокислотный, углеводный, минеральный, витаминный состав разных сортов и видов амаранта, оценили его потенциальные возможности как источника для обогащения пищевых систем нутриентами и биологически активными веществами, дали комплексную характеристику пищевой ценности, физико-химических, функционально-технологических свойств белков амаранта в различных пищевых системах⁴⁸.

Учеными установлено⁴⁹, что фракционный состав белков амаранта характеризуется высоким содержанием водорастворимых белков – 42,5–51,6% от общей суммы белков и практически полным отсутствием спирторастворимых белков. Щелочерастворимая фракция составляет от 19,9 до 23,3%, а количество трудноизвлекаемых белков – 25,5–33,5%. При этом альбумины представлены в основном триптофаном, треонином и лизином; глобулины серосодержащими аминокислотами и лизином, проламины – треонином и лейцином, а глютелины – триптофаном и лейцином.

Специалистами Воронежского государственного университета⁵⁰ и Кубанского государственного технологического университета⁵¹ подробно

⁴⁷ Valcárcel-Yamani B., Caetano S. da Lannes S. Applications of Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd.) and Amaranth (*Amaranthus* Spp.) and Their Influence in the Nutritional Value of Cereal Based Foods // *Food and Public Health*. 2012. №2 (6). P. 265-275.

⁴⁸ Луценко У.Н. Разработка показателей оценки свойств амарантовой муки для использования в хлебопекарном производстве: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Москва, 1995. 25 с.; Шмалько Н.А., Дроздовская Н.А., Чалова И.А., Ромашко Н.Л. Перспективы использования амарантовой белковой муки в хлебопечении // *Техника и технологии пищевых производств*. 2009. №1. С. 23-26.; Alvares-Jubete L., Arendt E.K., Gallagher E. Nutritive value and chemical composition of pseudocereals as gluten free ingredients // *International journal of Food Sciences and Nutrition's*. 2009. №60 (S4). P. 240–257; Gallagher E., Gormley T.R., Arendt E.K. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products // *Trends Food Science Technology*. 2004. Vol. 15. P. 143-152.; Sanchez-Marroquin A., Domingo M. V., Maya S., Saldana C. Amaranth flour blends and fractions for baking applications // *Journal of food science*. 1985. 50, №3. P. 789-794.

⁴⁹ Teutonico R.A., Knorr D. Amaranth: Composition, properties and applications of a rediscovered food crop // *Food Technology*. 1985. Vol.39 (4). P.49.

⁵⁰ Сафонова Е.Ф. Выделение и изучение фосфолипидов масла семян амаранта: автореф. дис. ... канд. хим.наук. Москва, 2004. 28 с.

исследована липидная фракция амарантового масла. Авторами установлено, что в семенах амаранта в зависимости от сортовых вариаций общее количество жира колеблется от 2 до 17% в пересчете на сухое вещество, при этом основная доля от их общей суммы представлена полярными липидами в количестве – 10% и до 90% – нейтральными липидами. Суммарное количество полярных прочносвязанных липидов составляет до 58% фракционного состава липидов и обуславливает высокие значения ПАВ в тестовых системах, положительно влияющих на хлебопекарные свойства безглютеновых мучных смесей. В работах отмечено, что триглицеролы амаранта содержат около 0,2% – насыщенных жирных кислот, 16,9-19,7% – пальмитиновой, 19,5–21,6% – стеариновой, 19,5–21,6% – мононенасыщенных (олеиновая), 42–43,7% – полиненасыщенных (линолевая).

Зарубежными учеными (P.R. Venskutonis, P. Kraujalis) обобщены существующие сведения относительно функционально-технологических свойств пищевых компонентов зерна амаранта, биохимического состава продуктов его переработки. Авторами отмечено, что амарантовая мука отличается высокой пенообразующей, эмульгирующей способностью, термической стабильностью белков. Другой составной компонент амарантовой муки – крахмал, характеризуется повышенной усвояемостью, высокой вязкостью крахмальных клейстеров, стабильностью при замораживании и оттаивании, что делает этот вид сырья наиболее перспективным для производства замороженной продукции. Содержание крахмала в муке амаранта составляет до 60%, из них на амилозу приходится 4,8 –6,4%. При этом сорбционные свойства, растворимость и температура желатинизации крахмала амаранта превосходит пшеничный крахмал, однако уступает по набухающей способности и способности к ретроградации, что

⁵¹ Шмалько Н.А. Характеристика состава и свойств липидов пшеничной и амарантовой муки // Техника и технология пищевых производств. 2011. № 4 (23). С. 1-5.

объясняется меньшим размером зерен крахмала амаранта (1–3 мкм), правильной их многогранной структурой и низким содержанием амилозы⁵².

В муке амаранта содержится значительное количество минеральных веществ. Кальций и фосфор в семенах амаранта находятся в соотношении, равным 1:2, что является близким к оптимальному (1:1,5) для усвоения в организме человека, а содержание магния, железа, меди и марганца соответствует суточной потребности в данных элементах. Амарант характеризуется пищевой безвредностью из-за отсутствия многих антипитательных веществ по сравнению с другими зерновыми⁴³.

Шмалько Н.А. проведена комплексная работа по исследованию и обоснованию необходимости применения продуктов переработки семян амаранта для повышения пищевой и биологической ценности хлеба, разработана промышленная технология хлебобулочных изделий функционального назначения с использованием продуктов переработки семян амаранта. Исследователем отмечено, что амарантовая цельносмолотая мука отличается сбалансированным аминокислотным составом по сравнению с белковой и пшеничной, поэтому ее наиболее целесообразно использовать в хлебопечении взамен пшеничной муки для улучшения баланса лимитирующих аминокислот⁵³.

Особый интерес представляют научные труды профессора Мартиросяна В. В относительно изучения СМС модельных тестовых систем с амарантовой мукой. Автор в своих исследованиях определил, что технологическая роль крахмала муки амаранта и муки сетарии сводится к формированию необходимых реологических свойств макаронного теста из композитной смеси, содержащей муку пшеничную, муку амаранта, муку сетарии в соотношении – 90:(6-7):(4:3). Установлено, что равномерное распределение крахмальных зерен сетарии способствует образованию

⁵² Venskutonis P. R., Kraujalis P. Nutritional Components of Amaranth Seeds and Vegetables: A Review on Composition, Properties, and Uses // Comprehensive reviews in Food Science and Food Safety. 2013. Vol.12. P. 381–412.

⁵³ Шмалько Н.А. Разработка технологий хлебобулочных изделий функционального назначения с использованием продуктов переработки семян амаранта: автореф. дис. ... канд. тех. наук. Краснодар, 2005. 24 с.

пластичной структуры теста, а монолитные частицы амаранта, состоящие из крахмала, плотно связанного с белком, придают тесту упругие свойства⁵⁴.

Исходя из совокупности ранее изученных ФТС и биологической ценности состава амарантовой муки, можно полагать, что введение в рецептуру специализированных продуктов питания данного сырья может позитивно отразиться на качестве готовых безглютеновых полуфабрикатов.

Нейтральный вкус и исключительная гипоаллергенность рисовой муки делает ее весьма востребованным объектом использования в составе функциональных и диетических профилактических продуктов питания. По биологической ценности белка и содержанию крахмала рисовая мука занимает ведущее место среди других видов злаковой муки. Рис – источник широкого спектра природных микроэлементов, исключительно полезный для питания людей всех возрастов, и особенно детей⁵⁵.

Рис – однолетнее растение семейства злаковых и ценная зерновая культура. Эта культура составляет 29% от общего объема производства зерновых в мире, и сравним с производством пшеницы и кукурузы. Сейчас существует 20 ботанических видов риса и 8000 агросортов⁵⁶.

Интерес к данной культуре проявили многие ученые⁵⁷ и внесли существенный вклад в исследование химического состава различных сортов риса и продуктов его переработки. В многочисленных трудах отечественных и зарубежных ученых установлено, что на 7 - 8% рисовые зерна состоят из белков, до 70 % крахмала, около 0,6% жиров, а также сахаров, слизей, геммицеллюлозы, пектиновых веществ и клетчатки. Отмечено⁵⁸, что рис

⁵⁴ Мартиросян В.В. Разработка технологии макаронных изделий с применением муки амаранта и сетарии: автореф. дис. ...канд. техн. наук. Пятигорск, 2006. 28 с.

⁵⁵ Коровин Ф.Н. Зерно хлебных, бобовых и масличных культур. М.: Пищевая промышленность, 1964. 463 с.; Козьмина Е.П. Технологические свойства крупяных и зернобобовых культур. М.: ЦИНТИ Госкомзага, 1963. 293 с.

⁵⁶ Лоточникова Т.Н. Изменчивость технологических и биохимических признаков качества новых сортов риса российской селекции: дис. ... канд. биол. наук. Краснодар, 2006. 135 с.; *Gluten-free cereals product and beverages/ Edited by E. Arendt, F.D.Bello etc. Academic Press.-Amsterdam, 2008. P. 445.*

⁵⁷ Гурская О.Л. Химический состав и технологические свойства сортов риса различного происхождения // Бюлл. НТИ ВНИИ риса. 1981. №31. С. 15-17.; Динь Т.Х. Разработка технологии хлебобулочных изделий с использованием рисовой муки: дис. ... канд. техн. наук. Москва, 2010. 149 с.

⁵⁸ Корячкина С.Я. Новые виды мучных и кондитерских изделий. Научные основы, технологии, рецептуры. Орел: Труд, 2006. 480 с.

является источником многих витаминов – группы В: В₁, В₂, В₃, В₆, витамина РР, каротина, витамина Е и необходимых организму микроэлементов: калий, фосфор, цинк, железо, кальций, йод и селен.

Поскольку основными веществами, определяющими питательную ценность зерновых культур, являются крахмал и белки, особое внимание исследователями уделено изучению фракционного состава биополимеров и биологической оценке рисовой муки. Из результатов исследований корейского исследователя Jin-Woong Kim известно, что фракционный состав белков риса на 79,8 % состоит из глютелинов, до 4,5% растворимых альбуминов, до 13,1 % глобулинов и до 2,6% проламинов⁵⁹.

Применению рисовой муки и продуктов переработки риса в пищевой отрасли посвящены работы Кудряшова Л.С., Богдановой Н.С., Щетинина М.П., Шнейдер Д.В.,⁶⁰ Корячкиной С. Я.⁵⁹ и др.

Барсуковой Н.В. при разработке безглютеновых пряничных изделий отмечено, что пряничное тесто с оптимальными структурно-механическими, органолептическими и физико-химическими показателями получено путем введения в базовую рецептуру мучной смеси (овсяная и кукурузная мука, крахмал картофельный, изолят соевого белка) до 30 % рисовой муки⁴².

Ученые Кубанского государственного аграрного университета предложили рецептуру производства безглютеновых кондитерских изделий на основе рисовой муки. Авторами научно обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность ее введения в рецептуру безглютенового печенья в количестве до 40%. При этом так установлено, что композиционное соотношение рисовой муки и крахмала 1:1 позволяет снизить потребность в использовании гидрокарбоната натрия (до 40%),

⁵⁹ Kim J-W., Kim B-C., Lee J-H., Lee D-R., Rehman S., Yun S. J. Protein content and composition of waxy rice grains // Pak. J. Bot. 2013. Vol. 45(1). P.151-156.

⁶⁰ Кудряшов Л.С., Лебедева Л.И., Войтова И.Г. Перспективы использования рисовой муки при производстве мясных продуктов // Мясная индустрия. 2002. № 8. С. 13–15.; Шнейдер Д.В. Теоретические и практические аспекты создания безглютеновых продуктов питания на основе повышенной биодоступности сырья: дис. ... д-ра техн. наук. Москва, 2012. 606 с.; Щетинин М.П., Богданова Н.С., Азолкина Л.Н. Растительные компоненты в качестве сырья в производстве плавленых сырных продуктов // Ползуновский вестник. 2013. №4. С. 178-182.

оптимизировать показатели влажности, намокаемости и улучшить органолептические характеристики безглютенового печенья⁶¹.

Мордовскими исследователями Тулапиной К.В. и Шугаевой Н.В.⁶² описана целесообразность замены в рецептуре пшеничной муки рисовой мукой «Экстра» (в количестве 70%) при производстве замороженных мясосодержащих полуфабрикатов в тесте. Такой уровень введения значительно улучшал органолептические, функционально-технологические параметры модельных тестовых систем, повышал биологическую ценность функционального мясопродукта.

Учеными ВНИИ мясной промышленности им. В.М. Горбатова РАСХН была проведена комплексная работа по определению функционально-технологических свойств рисовой муки, вырабатываемой по ТУ 9197-402-23476484-01 и возможности ее применения при производстве мясопродуктов. В ходе экспериментальных других исследований этой организацией установлено, что введение в рецептуры рисовой муки с предварительной ИК-обработкой и термопластической экструзией позволяет стабилизировать рН эмульгированных мясопродуктов, повысить реологические и ФТС мясных систем. В настоящее время ведется работа по внесению изменений в технические условия относительно возможности применения рисовой муки в технологии колбасных изделий⁶³.

Ходырева З.Р. использовала пассированную рисовую муку при производстве кисломолочного продукта смешанного брожения в количестве – 6 %. В кисломолочном напитке снизился уровень синерезиса, улучшились органолептические и физико-химические свойства исследуемых образцов

⁶¹ Болдина А.А. Разработка технологий хлеба и безглютеновых мучных кондитерских изделий, обогащенных рисовой мукой: дис. ... канд. техн. наук. Краснодар. 2015. 132с.

⁶² Тулапина К.В., Шугаева Е.Н. Применение злаковых культур при производстве полуфабрикатов из тестовой оболочки с начинкой // Студенческий научный форум: мат. V Междунар. студ. эл. науч. конф. Москва, 2013. С. 15-18.

⁶³ Лебедева Л.И. Разработка технологии эмульгированных мясных продуктов с использованием модифицированной рисовой муки: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М.: ВНИИМП, 2003. 22 с.

кефира. Установлено, что рисовая мука является эффективным загустителем, предотвращающим расслоение продукта после замешивания⁶⁴.

Другой растительной культурой семейства масличных, широко применяемой в рецептурах специализированных и функциональных продуктов питания, является лен и продукты его переработки⁶⁵.

Лен – одно из древнейших культурных растений, относится к однолетним травянистым растениям семейства льновых⁶⁶. В нашей стране насчитывается около 45 видов льна, в качестве масличной культуры высевают кудряш и межеумок с повышенным содержанием жиров. Единственной лимитирующей аминокислотой в семенах льна является лизин и 100 г семян льна покрывает потребность взрослого человека в данной аминокислоте лишь на 23%⁶⁷.

Безусловная ценность льна связана с наличием в нем различных органических соединений⁶⁵. По данным различных литературных источников⁶⁸ установлено, что массовая доля белка может составлять до 21 %, жира – 41 %, клетчатки – 28 %, ароматических кислот, лигнина и гемицеллюлозы, сахара – 6 %, зольного остатка – 4 % в пересчете на массу сухого вещества⁶⁶. При этом согласно исследованиям Всероссийского научно-исследовательского института механизации льноводства семена льна характеризуются наличием белков с полноценным аминокислотным составом, преобладанием в липидном составе полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) с высоким содержанием линоленовой (ω -3) кислоты.

⁶⁴ Ходырева З.Р. Возможность использования крупяной муки для производства кисломолочных продуктов смешанного брожения // Ползуновский вестник. 2011. № 3/2. С. 167-170.

⁶⁵ Description and Composition of Flax. A Health and Nutrition Primer. P.1-21 [Электронный ресурс]. URL: [flaxcouncil.ca/wpcontent/.../03/FlxPrmr_4ed_Chpt1.pdf].

⁶⁶ Щербаков В.Г. Биохимия и товароведение масличного сырья: изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Пищевая промышленность, 1969. 456 с.

⁶⁷ Зубцов В.А., Осипова Л.Л., Лебедева Т.И. Льняное семя, его состав и свойства // Российский химический журнал. 2002. Т. XLVI. №2. С. 14-16.

⁶⁸ Киреева М.С. Функционально-технологические свойства семян льна и разработка технологии мучных кондитерских изделий специализированного назначения на их основе: дис. ... канд. тех. наук. СПб., 2014. 113с.; Пащенко Л.П., Прохорова А.С., Кобцева Л.Ю., Никитин И.А. Характеристика семян льна и их применение в производстве продуктов питания // Хранение и переработка сельхоз. сырья. 2004. №7. С.56-57.

Специалистами Московского государственного университета технологий и управления подробно изучен фракционный состав семени белков льняной муки, рассчитаны показатели аминокислотных скоров и значения PDCASS (степени удовлетворения суточной потребности в незаменимых аминокислотах взрослого человека). Методом последовательной экстракции фракционного состава белков установлено, что преобладающими являются альбумины – до 43,6 %, солерастворимые (глобулины)–21,4 %, глютеины – 13,7%.⁶⁹

Вследствие особенностей химического состава льна (и продуктов его переработки), наукой доказано, что данное растительное сырье может оказывать структурообразующее и стабилизирующее действие на модельные тестовые системы. В частности, Барбашов А.В. в ходе многочисленных исследований отметил высокие водоадсорбционные свойства, повышенную жиरोудерживающую способность, растворимость, пенообразующие и эмульгирующие характеристики белков льна⁷⁰.

Расширение ассортимента изделий функционального назначения предложено специалистами ГНУ ВНИПТИМЛ Россельхозакадемии за счет разработки новой технологии хлебобулочных изделий с использованием льняной муки, «льняного» молока из семени льна и белкового концентрата из жмыха. Авторами научно обоснована технология получения льняной муки с различным содержанием липидов и белка. Было установлено, что оптимальный уровень введения в рецептуру льняной муки в смеси к пшеничной составляет: для необезжиренной – 9 %, полуобезжиренной и обезжиренной – 6%. Улучшение упругих свойств клейковины, значений эффективной вязкости, показателей удельного объема и пористости хлеба авторы связывают с участием основных биополимеров льняной муки в образовании пространственной структуры пшеничного теста⁶⁹.

⁶⁹ Миневич И.Э. Разработка технологических решений переработки семян льна для создания функциональных пищевых продуктов: автореф. дис.... канд. техн. наук. Москва. 2009. 27 с.

⁷⁰ Барбашов А.В. Биохимические и функциональные характеристики белков семян льна и разработка способов повышения их биологической ценности: дис. ... канд. техн. наук. Краснодар, 2007. 160 с.

Исследователь Киреева М.С.⁶⁸ (г. Санкт-Петербург) при разработке рецептуры и технологии производства специализированных мучных кондитерских изделий на основе льняной муки установлена высокая сортовая вариабельность растворимых некрахмальных полисахаридов семян льна по содержанию моноз (пентоз и гексоз). Автором обосновываются полученные результаты существенных различий в реологических свойствах теста и готовых изделий с соотношением арабинозы/ксилозы, галактозы/ксилозы, глюкозы/ксилозы. Установлено, что текстурные свойства изделий формируются в основном в результате образования полисахаридных комплексов (полисахариды льняной муки, крахмал, сахароза).

При проектировании безглютеновых мясopодуkтов авторским коллективом Новосибирского государственного технического университета предложено использование в рецептурах различных видов муки. На основании комплекса проведенных исследований сделано заключение, о том, что использование безглютенового растительного сырья (до 20%) в рецептурах мясорастительных изделий, содержащих мясо цыплят-бройлеров (60 – 70%), овощные отвары и овощи (до 20%), значительно повышает пищевую ценность, улучшает реологические и органолептические параметры продукта. При сравнительном анализе физико-химических характеристик изделий с различными видами безглютеновых растительных культур установлено, что применение льняной муки (до 10%) в большей степени улучшает выход, органолептические показатели и снижает потери после термической обработки мясорастительных биточков⁷¹.

На основании аналитических данных можно отметить, что льняная мука обладает высокими ФТС, характеризуется высокой биологической эффективностью состава входящих биополимеров, и является перспективным сырьем для производства безглютеновых продуктов⁷².

⁷¹ Аширова Н.Н. Разработка и оценка качества безглютеновой кулинарной продукции: автореф. дис. ... канд. тех. наук. Новосибирск, 2012. 19 с.

⁷² Султаева Н.Л., Перминова В.С. Исследование свойств семян льна и разработка на их основе технологии хлебоулочных изделий // Науковедение. Т.7. №1. 2015. С.1-15.

В последние годы в научном плане значительно вырос интерес к исследованию свойств нута и продуктов его переработки в различных пищевых системах. Это, прежде всего, обосновано уникальными технологическими свойствами этого растительного сырья⁷³.

Нут — пищевой безглютеновый продукт, широко употребляемый в странах Средней Азии, Северной Африки, Северной Америки, относится к семейству бобовых (*Fabaceae* Lindl.) и роду *Cicer* L. Нут обладает высокой пищевой, биологической, характеризуется лечебно - профилактическими свойствами, поскольку содержит более 100 важных питательных. Занимая первое место среди зернобобовых культур по содержанию селена, магния, кальция и фосфора, зерно нута так же богато комплексом водорастворимых витаминов группы В, СС, РР, А, пиридоксином, пантотеновой кислотой⁷⁴.

Вопросами изучения химического состава нута различных сортов посвящено ряд работ отечественных и зарубежных ученых: Антиповой Л.В., Горлова И.Ф., Магомедова Г.О., Садыговой М.К., Лукьянченко Н.П., El-Adawy, Abou Arab, Helmy I.M.F.. Установлено, что нутовая мука содержит в 3 раза больше белка, в 4,8 раза – жира, в 18,2 раз – растворимых углеводов, в 2,6 раза – золы, меньше крахмала – в 3 раза, чем пшеничная мука. Биологическая ценность белков нута достигает 85%, что значительно превышает данный показатель относительно других бобовых культур⁷⁵.

В многочисленных работах волгоградских ученых подробно описан химический состав муки нута. Общее содержание белка в отечественных

⁷³ Arab E.A.A., Helmy I.M.F., Barih G.F. Nutritional evaluation and functional properties of chickpea (*Cicer arietinum* L.) flour and the improvement of spaghetti produced from its // *Journal of American Science*. 2010. Т. 6. № 10. P. 1055–1072.

⁷⁴ El-Adawy T.A. Nutritional compositions and antinutritional factors of chickpea undergo different cooking methods and germination // *Plant Foods for Human Nutrition*. 2002. №57. P. 83 –97.

⁷⁵ Аникеева Н.В., Антипова Л.В. О перспективах использования продуктов переработки нута // *Кондитерское производство: Науч.-произв. журн.* 2005. № 6. С. 34.; Аникеева Н.В., Антипова Л.В. Применение нута в производстве колбасных изделий // *Пищевая промышленность*. 2003. №2. С. 66.; Антипова Л.В., Аникеева Н.В. Частные исследования технологии получения нутовой муки и ее характеристики // *Современные технологии переработки животноводческого сырья в обеспечении здорового питания: наука, образование и производство: мат. междунар. науч.-техн. конф.* (Воронеж, 1-4 октября 2003). Воронеж, 2003. С. 153-156; Горлов И.Ф. Нут – альтернативная культура многоцелевого назначения: Монография. Волгоград: Волгоградское научное издательство, 2012. 107с.; Лукьянченко Н.П. Разработка технологий колбасных изделий с использованием нута и продуктов его модификации: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Ставрополь, 2003. 25 с.

сортах нута составляет до 28–30 % (из них на водорастворимые приходится до 50%, на солерастворимые – 44% от общего фракционного состава), 45% – углеводов, 12% – сахаров, 7% – жира, 4% – золы. Фракционный состав углеводов включает в себя: пектин (4%), клетчатка (12%), геммицеллюлозы (7,8%) в пересчете на массовую долю сухих веществ. Авторы объясняют высокопоглощающую и влагоудерживающую способность белков нута присутствием большего количества гидрофильных центров: (высокополярных амидогрупп, глутаминовой и аспарагиновой кислот, полярных групп сирина, треонина, тирозина, цистина). Остатки других аминокислот (глицина, лейцина, изолейцина, аланина, валина, фенилаланина, пролина), содержание которых доходит до 50 % всех аминокислот нута, придают молекуле белка гидрофобные свойства, что обосновывает высокие способности жиропоглощения и жирудерживания. В научных трудах отмечено, что с уменьшением раздела частиц нутовой муки наблюдается улучшение их ФТС, связанных с увеличением числа гидрофильных и гидрофобных центров⁷⁵.

Большой вклад в развитие новых отраслевых технологий на основе нута и продуктов его переработки внесли работы отечественных ученых Антиповой Л.В., Горлова И.Ф., Гиро Т.М.⁷⁶, Нелепова Ю.Н.⁷⁷ В своих исследованиях о практических и теоретических аспектах эффективного использования нута в пищевой промышленности разработаны различные белковые композиции из нута.

Шарипова Т.В. в своей научно-исследовательской работе подчеркнула практическую целесообразность использования нутовой муки при производстве мясорастительных полуфабрикатов в количестве 18%. Полученные полуфабрикаты клинически подтвердили функциональную

⁷⁶ Способы получения белкового продукта на основе нута: пат. 2265374 Рос. Федерация: МПК 51 А23L1/20, А23J3/16 / Т.М. Гиро; заявитель и патентообладатель Кузнецов А.Г., Еленович Е.Р. №2004111760/13; заявл. 20.04.04; опубл. 10.12.05. Бюл. №34. 4 с.

⁷⁷ Горлов И.Ф., Нелепов Ю.Н., Сложенкина М. И. Разработка новых функциональных продуктов на основе использования пророщенного нута // Всё о мясе. 2014. № 1. С. 28-30.

эффективность и были рекомендованы автором в качестве геродиетического питания для пожилых людей⁷⁸.

Пищевая промышленность является одним из крупнейших потребителей крахмала и крахмалопродуктов. Крупнейшими производителями крахмала и крахмалопродуктов являются США, Канада, Таиланд, Япония и Дания. В России на душу населения приходится употребление около 5,7 кг крахмала, преимущественно за счет содержания в рационе высокой доли кондитерских изделий и напитков на их основе. По количественному выпуску в нашей стране лидирует кукурузный крахмал (80,5%), пшеничный (14,9%), картофельный (4,6%)⁷⁹.

В ходе технологической обработки при наличии влаги и нагрева крахмал способен поглощать влагу, набухать, клейстеризоваться. Интенсивность и глубина этих процессов зависит от вида крахмала, параметров обработки, наличия катализатора. Крахмальные зерна при комнатной температуре не способны растворяться в воде, но при повышении температуры набухают, образуя коллоидные вязкие растворы⁸⁰.

В работах многих зарубежных и отечественных ученых отмечено⁸¹, что нативный кукурузный крахмал отличается пониженной растворимостью, стабильностью при хранении, повышенной пищевой ценностью, что полностью подтверждает теоретические данные о составе и морфологических особенностях этого растительного сырья. Американские исследователи M.L. Dreher и J.W. Berry рекомендуют использовать в

⁷⁸ Шарипова Т.В. Исследование и разработка технологии мясорастительных полуфабрикатов для геродиетического питания: дис. ... канд. тех. наук. Благовещенск, 2014. 140 с.

⁷⁹ Гамин Д.С. Общий обзор крахмалопаточной отрасли РФ и мирового производства крахмала и продуктов его переработки // Вестник СамГУ. 2007. №5/2 (55). С. 252-260.; Лукин Н.Д. Сахаристые продукты из крахмала в обеспечении рационального баланса сахара [Электронный ресурс] // Материалы конференции "Рынок сахара стран СНГ-2012. Самообеспечение: от политической установки к экономической реальности". Москва. 2012. Режим доступа: <http://www.rossahar.ru/Business-Activities/2012year/SNG-2012/>. (Дата обращения: 07.03.2014).

⁸⁰ Ягофаров Д.Ш., Канарский А.В., Сидоров Ю.Д., Поливанов М.А. Физико-химические свойства картофельного крахмала // Вестник КТУ. 2012. № 12. С. 215.

⁸¹ Василевская М.Н., Назаренко Е.А., Тихонович Е.Ф. Исследование свойств нативного картофельного крахмала как сырья для производства макаронных изделий // Научни Трудове на университет по хранителни технологии – пловдив. 2014. № 3. С. 90-95.; Dreher M.L., Dreher C.J., Berry J. W. & Fleming S. E. Starch digestibility of foods: A nutritional perspective // Food Science and Nutrition. 2009. Vol 3. P. 47-71.

продуктах специализированного назначения кукурузный и рисовый крахмал. Ученые в своих трудах подтверждают повышенную степень переваримости и усвояемости зерновых крахмалов, обусловленную различиями в химическом составе крахмала и степени его кристалличности.

Анализ результатов отечественного и зарубежного опыта пищевой индустрии свидетельствует о том, что безглютеновое растительное сырье отличается от традиционного отсутствием главного структурообразующего белка, невысокими СМС, повышенной растворимостью, подверженностью к ретроградации крахмала. Данный факт негативно отражается на качестве получаемых изделий и делает их производство проблематичным и с технологической и с экономической точки зрения. Достичь требуемых реологических, физико-химических и органолептических параметров готовых изделий близким по показателям к аналогам возможно при комбинировании БРС с разным составом и свойствам. Ввиду высокой пищевой и биологической ценности рисовой, нутовой, льняной, амарантовой муки и кукурузного крахмала, а так же особенностей их функционально-технологических свойств можно полагать, что введение данного сырья в рецептурупельменей позволит создать новый вид изделий специализированного назначения высокого качества.

Промышленный выпуск безглютеновых продуктов питания представлен широким ассортиментом на российском рынке преимущественно зарубежными фирмами, лидирующие места (по доле выпускаемых изделий) среди которых занимают европейскими производителями: «Dr. Schear» (Италия), «Glutano» (Германия), «Finax» (Швеция), Valio (Финляндия), среди отечественных могут быть выделены – ООО «Мак Мастер» (Россия), ООО «Гарнец» (Россия). Современные научные исследования сфокусированы на производстве макаронных, кисломолочных, колбасных, кондитерских или хлебобулочных продуктах питания, отличающихся высокой стоимостью и непродолжительными

сроками хранения, сниженной пищевой ценностью⁸². Отдельный сегмент рынка безглютеновой мясной продукции занимает производство варено-копченых, сырокопченых, вареных колбасных и соленых штучных изделий. Большая доля из них приходится на импортируемые мясопродукты из стран ЕС (Pajuniemi Oy, Giuseppe Citterio S.p.A., La Felinese Salumi Spa и др.) и лишь небольшая часть представлена ассортиментом колбас от российских производителей («КампоМос», «Орион», «МитСтар»).

Таким образом, для улучшения структуры питания и качества жизни больных целиакией представляет интерес исследований, направленный на получение новых видов специализированных мясных полуфабрикатов с использованием безглютенового растительного сырья. Производство данной группы полуфабрикатов специализированного назначения, соответствующих требованиям современной науки о сбалансированном питании, является актуальным и малоизученным направлением.

1.4 Модификация безглютенового растительного сырья и роль вспомогательных ингредиентов в рецептурах безглютеновых продуктов питания

Стабильность процесса производства безглютеновых пищевых продуктов во многом обеспечивается за счет оптимизации технологических режимов производства изделий, благодаря введению микроингредиентов и применению новых способов модификации свойств и состава растительного

⁸² Способ производства безглютенового хлеба: пат. 2579257 Рос. Федерация: МПК 51 А21D 13/04 / Жаркова И.М. [и др.]; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кубанский государственный технологический университет" (ФГБОУ ВПО «КубГТУ»). №2015102878/13; заявл. 28.01.2015.; опубл. 10.04.2016. Бюл. №10. 7с.; Способ производства безглютенового печенья: пат. 2541654 Рос. Федерация: МПК 51 А21D 13/08. / Магомедов Г.О. [и др.]; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Воронежский государственный университет инженерных технологий" (ФГБОУ ВПО «ВГУИТ»). №2015102878/13; заявл. 08.11.2013; опубл. 20.02.2015. Бюл. №5. 8с.; Состав для приготовления мучного кондитерского изделия: пат. 2285417 Рос. Федерация: МПК 51 А21D 13/08./ Красильников В.Н. [и др.]; заявитель и патентообладатель ООО «Протеин» заявл. 11.03.2005; опубл. 20.10.2006. Бюл. №29. 8с.

сырья. Научно-практическое обоснование выбора основного безглютенового видов муки и крахмала, вспомогательных компонентов, их композиционных соотношений должно осуществляться исходя из особенностей технологии производства продукта, заданной пищевой ценности, органолептических и реологических характеристик изделий⁸³.

Пельменное тесто отличается от других видов тестовых полуфабрикатов, поскольку технология его процесса производства характеризуется рядом показателей: непродолжительным временем тестоприготовления, отсутствием операций рыхления, расстойки и т.д. Достижение оптимальных реологических свойств безглютенового пельменного теста (упругости, пластичности и минимальных значений адгезионного напряжения) – это стабильность качества вырабатываемых полуфабрикатов, а именно органолептических и физико-химических показателей пельменей.

Одним из новых и наиболее перспективных направлений улучшения ФТС безглютенового растительного сырья и реологических свойств тестовых полуфабрикатов является ферментативная и физико-химическая модификация компонентов⁸⁴. Физические методы обработки включают использование тепла и влаги, химические модификации предусматривают ввод функциональных групп в молекулу крахмалов с использованием реакций дериватизации (этерификации, сшивания) или включают реакции гидролиза и окисления.

Использование циклодекстрин глюкозидной трансферазы, глюкозооксидазы, трансклутаминазы, амилазы, протеаз различного происхождения (3 – 99 мг на 100 г мучного сырья) способствует структурной модификации основных компонентов в тестовых системах, обуславливает

⁸³ Толстогузов В. Б. Новые формы белковой пищи. М.: Агропромиздат, 1987. 303с.

⁸⁴ Marston K., Houryiehb H., Aramounic F. Effect of heat treatment of sorghum flour on the functional properties of gluten-free bread and cake // Food Science and Technology. 2016. Vol. 65 P. 637–644.

биохимические превращения растворимых белков в нерастворимые полимеры с высокой молекулярной массой⁸⁵.

Применение альтернативных способов производства безглютенового дрожжевого теста описано в работах ученых Arendt E. и Renzetti S. Применение гидростатического давления и одновременно ферментативной обработки (микробильной трансглутаминазой) безглютеновых модельных тестовых систем значительно усиливало сшивку крахмалов и способствовало образованию устойчивых белково-липидных комплексов.

Зарубежными учеными (Vallons, Huttner и др.) обозначена положительная роль кратковременного воздействия высокого давления (10 минут при 200–600 МПа) на безглютеновое растительное сырье. Модифицирующее действие применяемого метода обосновано индуцированием процесса клейстеризации крахмала, полимеризацией белковых полимеров, увеличением вязкости тестовых масс, замедлением процесса ретроградации крахмала в производимых изделиях⁸⁶.

Перспективным способом повышения пластичности безглютенового макаронного теста можно считать экструзию, гидротермальный нагрев и сухой нагрев мучного сырья. Подбор рациональных технологических параметров предварительной обработки безглютенового растительного сырья позволяет снизить растворимость белков, повысить функциональные свойства сырья, усилив агрегацию основных групп биополимеров.

Эффективной возможностью улучшения качества тестовых полуфабрикатов является применение в рецептурах ингредиентов, таких как яйцепродукты, полисахариды, аскорбиновые кислоты, тестовые улучшители,

⁸⁵ Gujral H.S., Guardiola I., Carbonell J.V., Rosel M.C. Effect of cyclodextrinase on dough rheology and bread quality from rice flour // J. Agr. Food Chem. 2003. Vol. 51. P. 3814-3818.; Renzetti S., Bello F.D., Arendt E.K. Microstructure, fundamental rheology and baking characteristics of batters and breads from different gluten-free flours treated with a microbial transglutaminase // J Cereal Sci. 2008. Vol. 48. P. 33–45; Smerdel B., Pollak L., Novotni D., Cukelj N., Benkovic M., Lusic D. Improvement of gluten-free bread quality using transglutaminase, various extruded flours and protein isolates // J Food Nutr Res. 2012. Vol. 51. P. 242-253;

⁸⁶ Vallons KJR., Lam R., Arendt E.K. Promoting structure formation by high pressure in gluten-free flours // LWT - Food Sci. Technol. 2011. № 44. P. 1672-1680.

молочные продукты и др.⁸⁷ Благодаря высокой функциональности и технологичности гидроколлоидов различной природы, их использование в рецептурах безглютеновых продуктов питания позволяет улучшить реологические свойства изделий⁸⁸.

Авторским коллективом польских ученых (г. Краков) установлена взаимосвязь между количеством вносимых гидроколлоидов и консистенцией получаемых тестовых полуфабрикатов. В работах отмечено, что гелевая матрица на основе ксантановой камеди наилучшим образом ингибирует процесс агломерации липидов и замедляет ретроградацию крахмала в процессе хранения. Введение 3% камеди значительно оптимизирует процесс производства и качество хлебобулочных изделий.

Зарубежными учеными⁸⁹ отмечены высокие ФТС гуаровой камеди. При введении гидроколлоида в количестве 1,5–2%, автором отмечено снижение скорости ретроградации крахмала и повышение качества готовых изделий. Основной результат получения необходимых реологических и качественных характеристик тестовых систем объясняется формированием амилозных сетей без губчатой матрицы и отсутствием выраженной агрегации биополимеров в ходе охлаждения изделий.

Целесообразность введения в рецептуры безглютеновых изделий яйцепродуктов подчеркнута в работах японских ученых Onyango и Sato. Авторы, исследуя основные характеристики, касающиеся изменения качества производимых хлебобулочных изделий и количества вносимого яичного порошка, установили, что введение в рецептуру безглютенового хлеба 10%

⁸⁷ Матвеева И.В., Белявская И.Г. Пищевые добавки и хлебопекарные улучшители в производстве мучных изделий / И.В. Матвеева, 2-е изд., перераб. и доп. М., 2001. 116 с.; Рензьева Т.В., Тубольцева А.С., Артюшина С.И. Разработка рецептуры и технологии безглютенового печенья на основе природного растительного сырья // Техника и технология пищевых производств. 2015. №4 (39). С. 87-92.; Kato A., Hisham R.I., Watanabe H., Honma K., Kobayashi K. Structural and gelling properties of dry heated egg white proteins // J. Agric. Food Chem. 1990. Vol. 38. P. 32-37;

⁸⁸ Gambuś H., Sikora M., Ziobro R. The effect of composition of hydrocolloids on properties of gluten-free bread // Acta Sci. Pol., Technol. Aliment. 2007. Vol. 6(3). P.61-74; Lazaridou A., Duta D., Papageorgiou M., Belc N., Biliaderis C.G. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations // J Food Eng. 2007. Vol. 79. P. 1033-1047.

⁸⁹ Sumnu G., Koxsel F., Sahin S., Basman A., Meda V. The effects of xanthan and guar gums on staling of gluten-free rice cakes baked in different ovens // Int. Journal: Food Science Technol. 2010. Vol. 45. P. 87-93.

сухих яйцепродуктов снижает скорость ретроградации крахмала в процессе хранения и повышает хранимоспособность изделий .

Согласно мнению большинства отечественных и зарубежных ученых, применение вторичного молочного сырья является одним из наиболее перспективных способов повышения пищевой, биологической ценности, замедления процесса ретроградации крахмала, улучшения органолептических и реологических характеристик тестовых полуфабрикатов⁹⁰.

Stathopoulos, Kenny, Gallaher в качестве функциональных ингредиентов использовали различные виды молочных продуктов в виде сыворотки, концентрата сывороточных белков и казеината натрия. В опытных образцах хлеба по сравнению с контролем наблюдалось увеличение объема и улучшение основных органолептических характеристик хлебобулочных изделий, повышение пищевой и биологической ценности. Авторами в проведенных исследованиях подчеркнута высокая гидрофобность молочных продуктов, их высокая поверхностно-активная способность, функциональные преимущества перед другими структурообразователями⁹¹.

Проблема повышения качества безглютеновых продуктов питания остается на сегодняшний день открытым вопросом для специалистов пищевой индустрии во всем мире. Добиться формирования заданных физико-химических и органолептических показателей пищевых изделий – сложная технологическая задача. В научно-практическом контексте освоение альтернативных режимов обработки безглютенового растительного сырья и введение функциональных микроингредиентов является эффективным

⁹⁰ Krupa-Kozak U., Wączek N. and Rosell C. M. Application of Dairy Proteins as Technological and Nutritional Improvers of Calcium-Supplemented Gluten-Free Bread // *Nutrients*. 2013. Vol. 5(11). P. 4503-4520; Суюнчева Б.О. Разработка технологии бифидогенного концентрата из молочного белково-углеводного сырья для хлебопечения автореф. дис.... канд. техн. наук. Ставрополь, 2004. 24 с.; Храпцов А.Г. Феномен молочной сыворотки. СПб.: Профессия, 2011. 804с.

⁹¹ Kenny S., Wehrle K., Stanton C., Arendt E.K. Incorporation of dairy ingredients into wheat bread: Effects on dough rheology and bread quality // *Euro. Food Res. Technol.* 2000. Vol. 210. P. 391–396; Stathopoulos C.E., O’Kennedy B.T. Rheological evaluation of concentrated casein systems as replacement for gluten: calcium effects // *Int.J.of Dairy Tech.* 2008. Vol. 61. P. 397– 402.

способом регулирования СМС и технологических характеристик модельных тестовых систем на основе безглютенового растительного сырья.

Заключение к литературному обзору

На существующем этапе развития современного общества необходимость применения новых наукоемких решений относительно производства специализированных продуктов питания возрастает ввиду резкого увеличения числа людей, страдающих наследственными заболеваниями ЖКТ. Как показывают статистические данные, средняя распространенность целиакии среди населения РФ составляет 1:200, однако, в последние годы отслеживается положительная тенденция к ее росту.

Благодаря прогрессу в области диагностики хронических заболеваний, а также медико - клиническому опыту относительно возможности комфортного существования больных целиакией, установлено, что соблюдение адекватной пожизненной безглютеновой диеты – единственный путь к восстановлению дисфункций организма и сохранению качества жизни. Для людей, страдающих синдромом мальабсорбции, рекомендуется употребление безглютеновых растительных культур. И поскольку существует прямая необходимость исключения из рациона больных традиционных зерновых культур, то их замена в рецептурах специализированных продуктов питания должна быть направлена на подбор и комбинирование сырьевых аналогов в полной мере удовлетворяющих индивидуальные потребности человеческого организма в энергии [99], необходимых пищевых веществах, витаминах, макро - и микронутриентах, а так же обеспечивать достижение основных показателей качества продукта, свойственных традиционным пищевым изделиям.

Как показывает обзор литературных источников, наиболее перспективными видами безглютенового сырья, широко применяемыми в технологии производства специализированных продуктов питания, являются рисовая мука, нутовая мука, амарантовая мука, льняная мука и кукурузный крахмал. Использование БРС, обладающего разной пищевой и биологической ценностью, функционально-технологическими и реологическими свойствами, применение инновационных методов модификации компонентов, позволяет значительно снизить потребность в использовании большого количества вспомогательных структурообразующих компонентов, обеспечить стабильность качества вырабатываемых пищевых изделий и получить пищевые продукты, сбалансированные по составу.

Ежегодный рост потребности населения нашей страны в выпуске специализированных продуктов питания регионального производства активизирует специалистов пищевой индустрии на создание новых рецептур и совершенствование известных технологий производства безглютеновых пищевых изделий. Анализ существующего объема научно-исследовательских разработок в индустрии безглютеновых продуктов питания подчеркивает высокий интерес к данной теме.

Согласно аналитическим данным в нашей стране малоразвитым и недостаточно насыщенным остается сегмент рынка специализированных мясных полуфабрикатов. В связи с отсутствием на отечественном рынке замороженных полуфабрикатов в тесте для питания потребителей страдающих целиакией, производство пельменей на основе безглютенового растительного сырья – своевременная, актуальная и перспективная задача пищевой индустрии.

ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Схема проведения эксперимента

В соответствии с поставленной целью был проведен выбор объектов исследования, условий организации эксперимента и разработана схема его проведения.

Диссертационная работа была выполнена в ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет» на базе кафедры «Технологии мяса и консервирования».

Экспериментальные исследования проводили в лабораториях кафедры «Технологии мяса и консервирования» и кафедры «Прикладной биотехнологии», на базе НИЛ «Физические методы исследования и анализа» ЦКП СКФУ. Отдельные виды исследований проводили в условиях учебно-научной испытательной лаборатории ФГБОУ ВПО СтГАУ (г. Ставрополь), в ФГБУ «Ставропольская межобластная ветеринарная лаборатория» (г. Ставрополь), в испытательной лаборатории ЗАО «Премикс» (г. Тимашевск), ООО «Хема-Медика» (г. Москва), в ФГБНУ «ВНИИЗ» Зерна (г. Москва). Клиническую апробацию специализированных мясных полуфабрикатов в безглютеновом тесте осуществляли в условиях независимой лаборатории ООО «ИНВИТРО» и СтГМУ (при личном участии к.м.н., декана педиатрического факультета Ставропольского государственного медицинского университета Климова Л.Я. и к.м.н., врача гастроэнтеролога ГБУЗ СК «Городская детская клиническая больница им. Г.К. Филиппского» Курьяниновой В.А.). Экспериментальные и опытные образцыпельменей «Безглютеновые» вырабатывали в условиях ООО СХП «Югроспром» (г. Новоалександровск).

В соответствии с целью и задачами работы, была составлена схема эксперимента, представленная на рисунке 3.

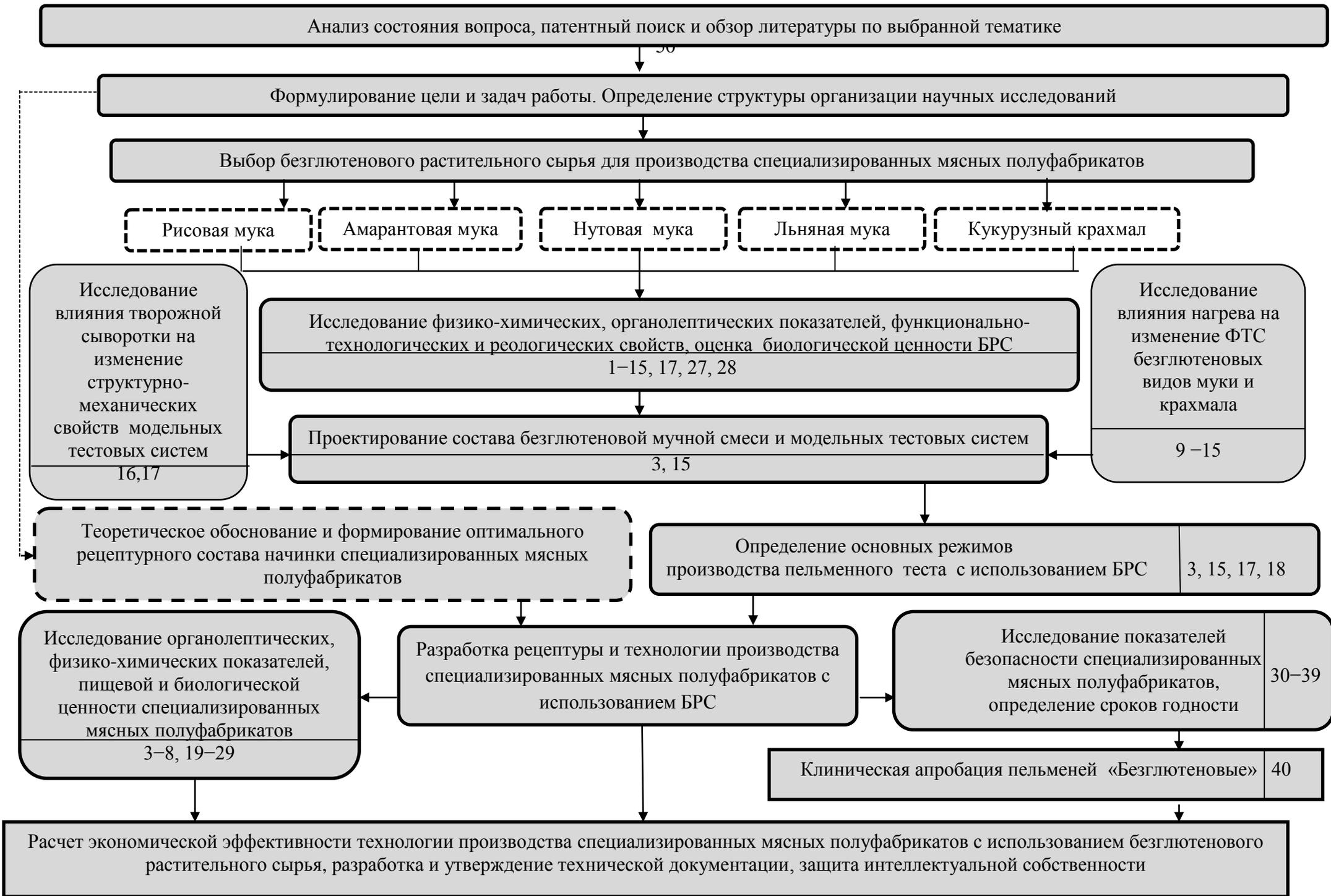


Рисунок 3 - Схема проведения экспериментальных исследований

Исследуемые показатели:

- 1 – содержание металломагнитных примесей, мг/1000 г муки;
- 2 – гранулометрический состав (проход и сход на сите), %;
- 3 – органолептические показатели, баллы;
- 4 – массовая доля влаги, %;
- 5 – массовая доля белка, %;
- 6 – массовая доля жира, %;
- 7 – массовая доля золы, %;
- 8 – массовая доля углеводов, %;
- 9 – жиропоглощающая способность, %;
- 10 – водопоглощающая способность, %;
- 11 – набухаемость, %;
- 12 – индекс растворимости, %;
- 13 – водоудерживающая способность, %;
- 14 – жирудерживающая способность, %;
- 15 – температура безглютенового растительного сырья, °С;
- 16 – рН (концентрация водородных ионов, ед.) и титруемая кислотность, °Т;
- 17 – структурно-механические свойства модельных тестовых систем;
- 18 – микроструктура пельменного теста;
- 19 – массовая доля начинки в продукте, %;
- 20 – толщина тестовой оболочки, мм;
- 21 – температура в толще продукта, °С;
- 22 – массовая доля мышечной ткани в начинке, %;
- 23 – массовая доля хлористого натрия, %;
- 24 – массовая доля общего фосфора, %;
- 25 – масса пельменя, г;
- 26 – выход готового продукта, %;
- 27 – аминокислотный состав (содержание аминокислоты г/100 г белка);
- 28 – жирнокислотный состав (% содержания жирной кислоты к общему содержанию жира);
- 29 – перевариваемость «in vitro», мг тирозина/г белка;
- 30 – потери массы в процессе хранения (усушка), %;
- 31 – кислотное число липидов, КОН/г жира;
- 32 – перекисное число липидов, ммоль активного кислорода/кг жира;
- 33 – микробиологические показатели;
- 34 – содержание токсичных элементов, мг/кг;
- 35 – содержание пестицидов, мг/кг;
- 36 – содержание антибиотиков, ед/г;
- 37 – удельная активность радионуклидов, (Бк/кг);
- 38 – определение ГМО в пробах;
- 39 – содержание глютена, мкг/1000г;
- 40 – гематологические показатели крови пациентов, серологические показатели пациентов, физические показатели пациентов.

2.2 Методы экспериментальных исследований

В соответствии со схемой эксперимента для реализации поставленных задач изучение комплекса показателей проводили с использованием стандартных и общепринятых методов, позволяющих получить информацию о составе и свойствах объектов исследований.

При проведении экспериментальных исследований определяли следующие показатели:

1. Содержание металломагнитных примесей в безглютеновом растительном сырье определяли по ГОСТ 20239-74 .⁹²

2. Гранулометрический состав безглютенового растительного сырья определяли ситовым методом по методике ФГБНУ «ВНИИЗ».

3. Органолептические показатели качества пшеничной муки в/с и безглютенового растительного сырья определяли в соответствии с ГОСТ Р 27558.1-87⁹³.

Органолептическую оценку безглютеновых мучных смесей проводили по ГОСТ 53159-2008⁹⁴.

Органолептическую оценку контрольных и опытных образцовпельменей проводили по 5-балльной шкале по ГОСТ 9959-2015⁹⁵.

4. Массовую долю влаги в безглютеновом растительном сырье и пшеничной муке определяли по ГОСТ 9404-88⁹⁶.

Массовую долю влаги специализированных мясных полуфабрикатов (а так же контрольных образцовпельменей) определяли методом высушивания навески до постоянной массы при $t=105\text{ }^{\circ}\text{C}$ по ГОСТ 33319-2015⁹⁷.

⁹²ГОСТ 20239-74 Мука, крупа и отруби. Метод определения металломагнитной примеси. М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. 4 с.

⁹³ГОСТ 27558-87. Мука и отруби. Методы определения цвета, запаха, вкуса и хруста. М.: Стандартинформ, 2007. 4 с.

⁹⁴ГОСТ Р 53159-2008 Органолептический анализ. Методология. Метод треугольника. М.: Стандартинформ, 2009. 19 с.

⁹⁵ ГОСТ 9959-2015 Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки. М.: Стандартинформ, 2010. 23 с.

⁹⁶ ГОСТ 9404-88. Мука и отруби. Метод определения влажности. М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. 5 с.

5. Массовую долю белка в безглютеновом растительном сырье проводили по ГОСТ 10846-91⁹⁸.

Массовую долю белка пельменей определяли методом Кьельдаля по ГОСТ 25011-81⁹⁹.

6. Массовую долю жира безглютенового растительного сырья определяли по ГОСТ 29033-91¹⁰⁰.

Массовую долю жира пельменей определяли методом Сокслета по ГОСТ 23042-2015¹⁰¹.

7. Массовую долю золы в безглютеновом растительном сырье и пшеничной муке в/с определяли по ГОСТ 27494-2016¹⁰².

Массовую долю золы пельменей определяли озолением высушенной и обезжиренной навески в муфельной печи при $t=550 \pm 25^\circ\text{C}$ до постоянной массы по ГОСТ 31727-2012 (ISO 936:1998).

8. Массовую долю углеводов пельменей определяли расчетным путем по фактическому содержанию в образцах белка, жира, влаги и золы по формуле:

$$U = 100 - (V + B + G + Z), \quad (1)$$

где

U – содержание углеводов, %;

V – содержание влаги, %;

G – содержание жира, %;

B – содержание белка, %;

Z – содержание золы, %.

9. Жиропоглощающую способность определяли стандартным методом путем погружения в жировую среду (растительное подсолнечное масло)

⁹⁷ ГОСТ 33319-2015. Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли влаги. М.: Стандартиформ, 2016. 5 с.

⁹⁸ ГОСТ 10846-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. М.: Стандартиформ, 2009. 8 с.

⁹⁹ ГОСТ 25011-81. Мясо и мясные продукты. Методы определения белка. М.: Стандартиформ, 2010. 8 с.

¹⁰⁰ ГОСТ 29033-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения жира. М.: Издательство стандартов, 1992. 6 с.

¹⁰¹ ГОСТ 23042-2015. Мясо и мясные продукты. Методы определения жира. М.: Стандартиформ, 2016. 11 с.

¹⁰² ГОСТ 27494-2016. Мука и отруби. Методы определения зольности. М.: Стандартиформ, 2016. 14 с.

образцов безглютенового растительного сырья (пшеничной муки) / мучной смеси с температурой (22–25 °С) или при их нагревании. Дно и стенки сетчатого стакана из нержавеющей стали (высота 80 мм, диаметр – 35 мм, диаметр отверстий сетки – 1,5 мм, количество отверстий на 1 см² – 10-20 шт.) закрывали фильтровальной бумагой, смачивали ее в жире в течение 20 мин, после давали стечь в течение 20 мин и взвешивали, затем в стакан помещали пробы образца массой 3 г и выдерживали в жировой среде в течение 20 мин, давали стечь в течение 20 мин и пробы взвешивали. Жиропоглощающую способность определяли, как процентное отношение массы продукта после замачивания к массе продукта до погружения в жировую среду.

10. Водопоглощающую способность определяли по вышеуказанной методике с заменой жировой на водную среду.

11. Набухаемость безглютенового растительного сырья и мучных смесей определяли методом центрифугирования. Навеску образцов безглютенового растительного сырья (пшеничной муки) / безглютеновой мучной смеси с температурой (22-25 °С) или при их нагревании массой 2 г помещали в пробирку на 50 мл, добавляли 15 мл дистиллированной воды комнатной температуры и выдерживали на 1 час, центрифугировали при 1000 об/мин 5 минут, сливали центрифугат и определяли в осадке содержание влаги по формуле:

$$A = \frac{m-m_0}{m_0} * 100\% , \quad (2)$$

где

m – масса образца после набухания, г

$$m = \frac{m_0}{100-B} * (100 - B), \quad (3)$$

где

B – содержание влаги, % в сухом образце;

B_1 – содержание влаги, % в набухом образце;

m_0 – масса сухого образца, г.

12. Определение индекса растворимости. Навеску сухих исследуемых образцов массой 1,25 г, переносили в центрифужную пробирку объемом 10 см³, затем добавляли 4-5 мл горячей воды (65–70°C), гомогенизировали стеклянной палочкой до получения однородной массы. Доливали тёплую воду до метки. Далее в каждую пробирку добавили по 2–3 капли краски (метилового зеленого, растворенного в 100 см³ дистиллированной воды), закрыли пробкой и несколько раз взболтали. Центрифугировали в течение 5 мин при 1000 об/мин, а затем измерили объем осадка путем замера объема центрифугата и вычитанием его из 10 см³.

13. Водоудерживающую способность компонентов определяли, как количество воды, адсорбированное сухими образцом в процессе настаивания и центрифугирования водной суспензии (в течение 25 мин при 3500 об/мин).

14. Жирудерживающую способность компонентов устанавливали по количеству растительного масла, удерживаемого сухими образцами после настаивания и центрифугирования (в течение 25 мин при 3500 об/мин).

15. Температуру безглютенового растительного сырья, безглютеновых мучных модельных и модельных тестовых систем определяли с помощью лабораторного электронного термометра Checktemp.

16. Концентрацию ионов водорода определяли в водных вытяжках потенциометрическим методом на рН-метре-иономере «Эксперт-001».

Титруемую кислотность творожной сыворотки определяли индикаторным титрометрическим методом по ГОСТ Р 54669-2011¹⁰³.

17. Структурно-механические свойства модельных тестовых систем (упруго-пластические деформации, адгезионное напряжение, релаксация напряжений во времени) определяли на информативно - измерительной системе Структурометр СТ -1¹⁰⁴.

¹⁰³ГОСТ Р 54669-2011 Молоко и продукты переработки молока. Методы определения кислотности. М.: Стандартинформ, 2013. 14 с.

¹⁰⁴ Черных В.Я. Лабораторный практикум по реологии сырья, полуфабрикатов и готовых изделий хлебопекарного и кондитерского производств /В.Я. Черных, А.С. Максимов. М.: ИК МГУПП, 2004. 163с.

Изучение деформационного поведения модельных тестовых систем производили путем установления количественного соотношения между упругой и пластической деформацией.

Методика измерения адгезионного напряжения на приборе СТ-1 основана на нагружении диска индентора тестовой системы) в течение $\tau_n = 60$ с, при значении деформации не превышающей (глубины внедрения индентора) $h_d = 1$ мм, установлении силы отрыва $F_{отр.}$ диска $\varnothing 36$ мм от исследуемой массы с последующим математическим расчётом адгезионного напряжения по формуле:

$$\sigma = F_{отр.} / S_d , \quad (4)$$

где

σ – адгезионное напряжение, Па

$F_{отр.}$ – сила отрыва, Н

S_d – площадь диска, м²

Реологические свойства модельных тестовых систем теста в зависимости от условий замеса и повышения температуры определяли по ГОСТ ISO 17718-2015. Изменение реологических свойств модельных тестовых систем определяли с помощью программного обеспечения Chopin+, позволяющего визуализировать определённый графический профиль присущий конкретному образцу муки с описанием его реологических характеристик¹⁰⁵.

18. Микроструктуру модельных тестовых систем исследовали на растровом электронном микроскопе Hitachi JSM-6480LV путем сканирования поверхности образцов электронным зондом.

19. Массовую долю начинки пельменей вычисляли по формуле:

$$X = \frac{m_1}{m_2} * 100\% , \quad (5)$$

где

¹⁰⁵ ГОСТ ISO 17718-2015. Зерно и мука из мягкой пшеницы. Определение реологических свойств теста в зависимости от условий замеса и повышения температуры. М.: Стандартинформ, 2016. 32с.

m_1 – масса начинки, г

m_2 – масса замороженного полуфабриката в тесте, г

20. Толщину тестовой оболочки пельменей определяли по ГОСТ 33394-2015.

21. Температуру в толще продукта определяли по ГОСТ 33394-2015.

22. Массовую долю мышечной ткани в начинке определяли по ГОСТ 33394-2015¹⁰⁶.

23. Определение массовой доли хлористого натрия (поваренной соли) в пельменях – по ГОСТ ISO 1841-2-2013¹⁰⁷.

24. Массовую долю общего фосфора в контрольных и опытных образцах пельменей определяли фотометрическим методом по методике Н.К.Журавской¹⁰⁸.

25. Массу пельменя контрольных и опытных образцов замороженных полуфабрикатов в тесте определяли взвешиванием на электронных лабораторных весах.

26. Выход готового продукта определяли расчетным способом путем суммирования количества основного сырья, вспомогательного сырья и добавленной сыворотки и воды.

27. Аминокислотный состав безглютенового растительного сырья, контрольных и опытных образцов пельменей определяли по методу ионообменной хроматографии на автоматическом анализаторе «Biochrom 30+» после 12 часового кислотного гидролиза навески пельменей в растворе 6 н соляной кислоты.

Расчет и оценка биологической ценности безглютенового растительного сырья¹⁰⁹.

¹⁰⁶ ГОСТ 33394-2015 Пельмени замороженные. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2016. 19 с.

¹⁰⁷ ГОСТ ISO 1841-2-2013. Мясо и мясные продукты. Потенциометрический метод определения массовой доли хлоридов. М.: Стандартинформ, 2014. 10 с.

¹⁰⁸ Журавская Н.К., Алехина Л.Т. Исследования и контроль качества мяса и мясных продуктов. М.: Агропромиздат, 2000. 296 с.

¹⁰⁹ Лисин, П.А., Молибога Е.А., Канушина Ю.А., Смирнова Н.А. Оценка аминокислотного состава рецептурной смеси пищевых продуктов // Аграрный вестник Урала. 2012. №3. С.26-28.

Расчет аминокислотных скоров осуществляли по формуле, предложенной академиком Н.Н. Липатовым:

$$C = \frac{A_j}{A_{эj}}, \quad (6)$$

где

C - скор, %;

A_j – содержание i -ой аминокислоты в белке оцениваемого объекта, г/100 г белка;

$A_{эj}$ – содержание i -ой аминокислоты в эталонном белке, г/100 г белка

Коэффициент сбалансированности аминокислотного состава (КСАС) – U , численно характеризующий сбалансированность незаменимых аминокислот по отношению физиологически необходимой норме, выраженный в долях ед., рассчитывается по формуле¹⁰⁹:

$$U = C_{min} * \sum_{j=1}^n (A_{эj}) / \sum_{j=1}^n (A_j), \quad (7)$$

где

C_{min} – минимальный скор незаменимых аминокислот оцениваемого белка по отношению к физиологически необходимой норме (эталону), % или доли ед.;

A_j – массовая доля j -й незаменимой аминокислоты в продукте, г/100 г белка;

$A_{эj}$ – массовая доля j -й незаменимой аминокислоты, соответствующая физиологически необходимой норме (эталону), г/100г белка.

Коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС) , численного характеризующий разбалансированность незаменимых аминокислот по отношению к физиологически необходимой норме (эталону), доли ед., рассчитывали по формуле:

$$КРАС = \sum \frac{C_j + C_{min}}{n} \quad (8)$$

где

C_j — избыток сора аминокислоты, %

C_{min} – минимальный скор аминокислоты, %

n – количество незаменимых аминокислот.

Показатель «сопоставимой избыточности» (σ) – содержания незаменимых аминокислот — характеризует суммарную массу незаменимых аминокислот, не используемых на анаболические цели, в таком количестве белка оцениваемого продукта, которое эквивалентно по их потенциально утилизируемому содержанию 100 г белка-эталона¹⁰⁹:

$$\sigma = \frac{\sum_{j=1}^n (A_j) - C_{min} * (A_{эj})}{C_{min}}, \quad (9)$$

Коэффициент рациональности аминокислотного состава (R_c), численно характеризующий сбалансированность незаменимых аминокислот по отношению к эталонному белку, рассчитан по формуле¹⁰⁹:

$$R_c = \frac{C_{min} * \sum_{j=1}^n (A_{эj})}{\sum_{j=1}^n (A_j)} \quad (10)$$

Биологическую ценность белка определяли по формуле¹⁰⁹:

$$БЦ = 100\% - КРАС \quad (11)$$

28. Жирнокислотный состав контрольных и опытных образцов пельменей определяли по ГОСТ Р 55483-2013¹¹⁰.

Для оценки сбалансированности жирнокислотного состава безглютенового растительного сырья использовали расчетный критерий R_1 , д.ед., представляющий собой частичную интерпретацию общего критерия алиментарной адекватности, предложенную академиками Н.Н. Липатовым и А.Б.Лисицыным¹¹¹.

29. переваримость методом «in vitro»¹¹² определяли по методике Юдиной С.Б., Липатова Н.Н. Исследуемые контрольные и опытные образцы пельменей для проведения испытаний использовались после кулинарной тепловой обработки (варки в течение 6–7 мин). Степень переваримости

¹¹⁰ ГОСТ Р 55483-2013. Мясо и мясные продукты. Определение жирнокислотного состава методом газовой хроматографии. М.: Стандартинформ, 2014. 16 с.

¹¹¹ Липатов Н.Н., Сажинов Г.Ю., Башкиров О.И. Формализованный анализ amino- и жирнокислотной сбалансированности сырья, перспективного для проектирования продуктов детского питания с задаваемой пищевой адекватностью // Хранение и переработка сельхозсырья. 2001. № 8. С. 11-14.

¹¹² Способ определения переваримости белков пищевых продуктов in vitro: пат.2045918 Рос. Федерация: , МКИ 6 А 23 L 1/31/ Юдина С. Б., Липатов Н. Н.; заявитель и патентообладатель Московский институт прикладной биотехнологии – №93020038/13; заявл. 16.04.93.; опубли. 20.10.95. Бюл. №29. 4с.

рассчитывали по процентному отношению массовой доли тирозина в гидролизате к массовой доле тирозина в белке исходной пробы образца.

30. Потери массы в процессе хранения контрольных и опытных образцов пельменного теста и пельменей определяли путем взвешивания на лабораторных весах на 30-е, 60-е, 90-е сутки хранения. Фактическую величину потерь рассчитывали по формуле:

$$X = 100\% - \left(\frac{Mr}{M} * 100\%\right), \quad (12)$$

где

X – потери массы, %

M_r – начальная масса продукта на день выработки, г

M – масса продукта на 30/60/90 день хранения, г

31. Кислотное число липидов определяли общепринятым методом, основанным на титровании свободных жирных кислот хлороформенного экстракта липидов водным раствором гидроксида калия по ГОСТ Р 55480-2013¹¹³.

32. Перекисное число липидов определяли общепринятым методом, основанным на окислении йодистоводородной кислоты пероксидами, содержащимися в жире, с последующим оттитровыванием выделившегося йода тиосульфатом натрия по ГОСТ Р 54346-2011¹¹⁴.

33. Определение микробиологических показателей пельменей производили по ГОСТ 10444.12–2013– выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов, по ГОСТ 10444.15 –94– количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, ГОСТ 31659–2012– бактерии рода *Salmonella*, ГОСТ 31747–2012– количество бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий), ГОСТ 32031–2012– бактерии *Listeria Monocytogenes*¹¹⁵.

¹¹³ ГОСТ Р 55480-2013. Мясо и мясные продукты. Метод определения кислотного числа. М.: Стандартинформ, 2014. 8 с.

¹¹⁴ ГОСТ Р 54346-2011. Мясо и мясные продукты. Метод определения перекисного числа. М.: Стандартинформ, 2012. 11 с.

¹¹⁵ ГОСТ 10444.12-2013. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов. М.: Стандартинформ, 2014. 10 с.; ГОСТ 10444.15-94.

34. Определение содержания токсичных элементов в готовом продукте: свинца, мышьяка, кадмия, ртути – по: ГОСТ 26932–86, ГОСТ 31628–2012, ГОСТ 26933–86, ГОСТ 26927–86¹¹⁶;

35. Определение пестицидов – по МУ 1222–75¹¹⁷.

36. Определение антибиотиков – по МУК 4.2.026–95¹¹⁸.

37. Определение удельной активности радионуклидов – по ГОСТ 32161–2013.

38. Определение ГМО в пельменях – методом ПЦР проводили на базе ФГБУ «Ставропольская межобластная ветеринарная лаборатория».

39. Определение содержание глютена в пельменях проводили иммуноферментным способом с использованием моноклиальных антител к глиадину, секалину и гордеину тест системой «Хема» по МУК 4.1.2880-11¹¹⁹.

40. Клиническую апробацию продукта и оценку эффективности его употребления при безглютеновой диете проводились при сотрудничестве со специалистами Ставропольского государственного медицинского университета в условиях городской детской клинической больницы им. Филиппского и независимой лабораторией «ООО «ИНВИТРО». Для проведения испытаний была задействована группа потребителей в возрасте 7 – 17 лет с клиническими признаками целиакии. Обязательными условиями включения в экспериментальные исследования послужил ряд критериев, основными из которых стали соблюдение безглютеновой диеты (более 6

Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. М.: Стандартинформ, 2010. 7 с.; ГОСТ 31659-2012. Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода Salmonella. М.: Стандартинформ, 2014. 20 с.; ГОСТ 31747-2012. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий). М.: Стандартинформ, 2013. 20 с.

¹¹⁶ГОСТ 26932-86. Сырье и продукты пищевые. Методы определения свинца. М.: Стандартинформ, 2010.12с.; ГОСТ 32161-2013 Продукты пищевые. Метод определения содержания цезия Cs-137. М.: Стандартинформ, 2013. 10 с.; ГОСТ 31628-2012. Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрический метод определения массовой концентрации мышьяка. М.: Стандартинформ, 2013. 27 с; ГОСТ 26933-86. Сырье и продукты пищевые. Методы определения кадмия. М.: Стандартинформ, 2010. 11 с; ГОСТ 26927-86. Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути. М.: Стандартинформ, 2010. 13 с.

¹¹⁷Методические указания (МУ 1222-75) Определение хлорорганических пестицидов в мясе, мясопродуктах и животных жирах хроматографией в тонком слое. М., 1976. 8 с.

¹¹⁸ Методические указания № 4.2.026-95 от 29.03.1995 «Экспресс-метод определения антибиотиков в пищевых продуктах. МУК 4.2.026-95» (Утв. ГОСКОМСАНЭПИДНАДЗОРОМ РФ 29.03.1995).

¹¹⁹ Методы определения глютена в продовольственном сырье и пищевых продуктах. МУК 4.1.2880-11.Химические факторы. Роспотребнадзор, 2011. С. 31.

месяцев) и отсутствие на период включения в исследование положительного титра анти-ТТГ IgA/IgG, анти-ДПП IgA/IgG.

В начале и по окончании курса приёма пельменей врач-педиатр проводил клинический осмотр ребёнка, в том числе измерение роста, веса, окружности плеча, талии, грудной клетки, бедра, измерение толщины кожных складок, исследования проводилось с использованием стандартизированных весов и ростомера. Антропометрические измерения оценивались с помощью перцентильных таблиц и компьютерной программы ВОЗ Antro-2011. Лабораторное обследование включало анализ динамики специфических серологических маркёров целиакии (антитела к деамидированным пептидам глиаина и тканевой трансглутаминазе классов IgA и IgG), гематологических показателей (гемоглобин, эритроциты, MCV, MCH, MCHC, RDW) и обеспеченность железом (сывороточное железо, ОЖСС, ферритин) в процессе приёма пельменей.

Планирование экспериментальных исследований проводили в соответствии с принципами ротатабельного центрально-композиционного униформ - планирования эксперимента¹²⁰.

Статистическая обработка экспериментальных данных и их графическое представление, выполнены с помощью прикладных программ Microsoft Excel 2010, Statistica 10.0, Statgraphics Centurion 16.1.11.

Математическая обработка экспериментальных полученных данных кривых релаксации была выполнена с помощью прикладных компьютерных программ Maple 17.

Экспериментальные данные представлены как среднеарифметические результаты, полученные в результате реализации эксперимента в 3-5 параллелях. Отклонение результатов ($\leq 5\%$) принималось за допустимое.

¹²⁰ Реброва И.А. Теория планирования эксперимента. Омск: СибАДИ, 2016. 106 с.

2.3 Характеристика объектов исследования, этапы и условия проведения эксперимента

В качестве объектов исследований в данной работе служили:

– нутовая мука по ТУ 9293-009-89751414-10, льняная мука по ТУ 9293-009-89751414-10, рисовая мука по ТУ 9293-002-43175543-03, амарантовая мука по ТУ 9146-017-70834238-11, кукурузный крахмал по ГОСТ 32159-2013, мука пшеничная высшего сорта по ГОСТ 52189-2003;

– модельные мучные и тестовые системы на основе различных видов (и их соотношений) БРС и пшеничной муки хлебопекарной в/с;

– специализированные мясные полуфабрикаты с использованием БРС («Безглютеновые» пельмени) – опытные образцы;

– замороженные полуфабрикаты в тесте – контрольные образцы.

Опытные и контрольные образцы пельменей вырабатывались из одних и тех же партий сырья.

В качестве сырья и пищевых добавок использовали: говядину жилованную 1 сорта по ГОСТ Р 55445-2013, мясо тушек цыплят – бройлеров (кур) 1 сорта по ГОСТ 31962-2013 и полученное при их разделке мясо цыплят-бройлеров, жир-сырец гусиный по ГОСТ Р 54676-2011, муку пшеничную в/с по ГОСТ Р 52189-2003, лук свежий репчатый по ГОСТ 1723-86, яйца свежие куриные ГОСТ 31654-2012, чеснок свежий по ГОСТ Р 55909-2013, масло подсолнечное рафинированное дезодорированное ГОСТ 1129-2013, творожную сыворотку по ГОСТ Р 53438-2009, воду питьевую по ГОСТ Р 51232-98, воду дистиллированную по ГОСТ 6709-72, соль поваренную пищевую по ГОСТ Р 51574-2000, перец черный молотый по ГОСТ 29050-91, кориандр по ГОСТ 29055-91, камедь ксантановую («Рондагам Х 200» и камедь гуаровую (Е 412), оливковое масло.

Для достижения цели настоящей работы была определена очередность выполнения задач, обозначенная в виде взаимосвязанных и последовательных этапов исследований.

На **первом** этапе работ, на основании проведенного анализа литературных данных, была установлена значимость расширения рынка отечественных специализированных мясных полуфабрикатов высокой пищевой и биологической ценности.

В ходе анализа теоретических данных и систематизации обобщенных сведений было выявлено, что использование БРС с разными ФТС и реологическими свойствами – перспективная возможность повышения качества изделий, направленная не только на улучшение структурно-механических свойств (СМС) теста, но и обуславливающая получение сбалансированных по составу пищевых изделий. Так, рисовая, амарантовая, нутовая, льняная мука и кукурузный крахмал выделены как БРС с высокими структурообразующими, функциональными и пищевыми характеристиками.

На **втором** этапе работ проведены исследования по изучению химического состава, реологических, функционально-технологических свойств, органолептических и физико-химических показателей муки и крахмала, дана оценка потенциальной биологической ценности безглютенового растительного сырья. Исследовано влияние сухого нагрева на изменение ФТС безглютенового растительного сырья – водопоглощающую, водоудерживающую, жирудерживающую, жиропоглощающую способность, индекс растворимости, набухаемость безглютеновых видов муки и крахмала.

Исследованы реологические свойства модельных тестовых систем в условиях замеса, нагревания и охлаждения гидратированной массы, приведена оценка технологических свойств БРС. Установлены оптимальные режимы предварительной обработки безглютеновых видов муки и крахмала.

На данном этапе определен уровень введения влаги в модельные тестовые системы и обозначена возможность замены воды частью молочной сыворотки, обусловленная изменением компрессионных и поверхностных свойств безглютеновых модельных тестовых систем.

Проведено проектирование рецептуры мучной смеси – комбинирование безглютенового растительного сырья в модельных тестовых системах по заданным критериям оптимизации. Сравнительный анализ основных исследуемых показателей безглютеновых модельных тестовых систем осуществлялся с контрольной модельной тестовой системой, выработанной из муки пшеничной высшего сорта.

В условиях оптимизации рецептуры безглютенового пельменного теста определены оптимальные технологические режимы производства: установлен уровень введения вспомогательных ингредиентов, обозначена роль физических условий замеса теста в формировании СМС и органолептических свойств безглютеновых модельных тестовых систем.

На **третьем** этапе произведен подбор сырья животного происхождения для начинки специализированных мясных полуфабрикатов с учетом компенсации дефицита основных физиологически значимых нутриентов безглютенового пельменного теста.

Разработана рецептура и технология производства пельменей «Безглютеновые». Дана сравнительная оценка пищевой, энергетической и биологической ценности, перевариваемости ферментами «in vitro» контрольных и опытных образцов пельменей. В пределах нормативов значений, предусматривающих свежесть и безопасность пищевых продуктов, установлены сроки годности пельменей «Безглютеновые», полученные на основании основных санитарно - гигиенических, физико-химических и органолептических изменений продукта в процессе хранения.

Представлены результаты клинической апробации пельменей «Безглютеновые» на группе лиц с клиническими признаками целиакии в возрасте от 7 до 17 лет.

На **завершающем этапе** проведена опытно-промышленная апробация пельменей «Безглютеновые», осуществлен расчет экономической эффективности принятых технологических решений процесса производства специализированных мясных полуфабрикатов.

ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА РЕЦЕПТУРНЫХ КОМПОНЕНТОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ПРОИЗВОДСТВА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

3.1 Изучение влияния безглютенового растительного сырья на свойства пельменного теста, используемого при производстве мясных полуфабрикатов

3.1.1 Исследование химического состава, потенциальной биологической ценности, функционально-технологических и реологических свойств безглютенового растительного сырья

Получение новых видов продуктов питания должно базироваться на предварительном параметрическом анализе состава и свойств биологических и химических компонентов в моделируемых пищевых системах¹²¹.

Как известно, структура любого пищевого изделия определяется, прежде всего, химическим составом, дисперсностью частиц, агрегатным состоянием, температурой компонентов, в совокупности обуславливающих формирование определенных реологических свойств изделий¹²². Сложность производства пельменей на основе безглютенового растительного сырья, прежде всего, заключается в формировании оптимальных структурно-механических свойств пельменного теста и т.д., свойственных традиционным видам замороженных полуфабрикатов в тесте.

¹²¹ Гаптар С.Л. Проектирование продуктов с заданными свойствами: учебно-методическое пособие /Сост.: С.Л. Гаптар; О.В. Рявкин; О.Н. Сороколетов; В.М. Фомин; Т.И. Дячук; Новосиб. гос. аграр. ун-т. Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2016.89с.; Нечаев А.П. Пищевая химия: учебник / под ред. А.П. Нечаева. СПб.: ГИОРД, 2001. 592 с.

¹²² Еркебаев М.Ж. Реология пищевых производств. Алматы, 2003. 192 с.

Согласно положениям ГОСТ 32750–2014¹²³ и ГОСТ 33394–2015¹⁰⁶ для производства пельменного теста нет конкретных ограничений по использованию пшеничной муки определенного сорта, вида и стекловидности. Для выработки пельменей разрешается использование муки из мягкой и твердой пшеницы, отвечающей требованиям ГОСТ 31463–2012, ГОСТ 31491-2012, ГОСТ Р 52189–2003 и др.

Для реализации задач, намеченных в работе, в качестве контроля была выбрана мука пшеничная мука хлебопекарная высшего сорта, выработанная по ГОСТ Р 52189-2003. Исходя из литературных данных⁴¹, можно сделать вывод, что пшеничная мука представляет собой тонкодисперсную систему белого цвета с кремоватым оттенком, содержащую в своем составе около 10,6% белка (с массовой долей клейковины не менее 28%), жира –1,1%, золы –0,5%, углеводов –70,6% и не более 15% влаги.

На первоначальном этапе исследований проводили изучение комплекса показателей, позволяющих получить сведения об основных свойствах пшеничной муки и безглютенового растительного сырья. Все используемые виды муки и крахмала соответствовали требованиям, регламентируемым нормативной и технической документацией (Приложение А).

Скорость протекания биохимических и коллоидных процессов при замесе теста в большей степени зависит от крупности помола и дисперсности мучных частиц. Мука крупного помола хуже поглощает воду и жир, труднее замешивается, поскольку крупные частицы медленнее набухают и продолжительность процесса гидратации увеличивается⁴¹. В данном случае необходимо отметить, что при моделировании рецептур мучных смесей, использование сырья разного гранулометрического состава приводит к различиям в скорости адсорбции жира и воды компонентами системы.

¹²³ . ГОСТ 32750-2014 Полуфабрикаты в тесте замороженные для детского питания. Технические условия. М.: Стандартинформ. 2015. 16 с.

Для определения различий в степени дисперсности безглютенового растительного сырья использовали ситовой метод, позволяющий разделить пробу на фракции различного размера.

Результаты проведенных экспериментальных исследований представлены наглядно, в виде данных рисунка 4.

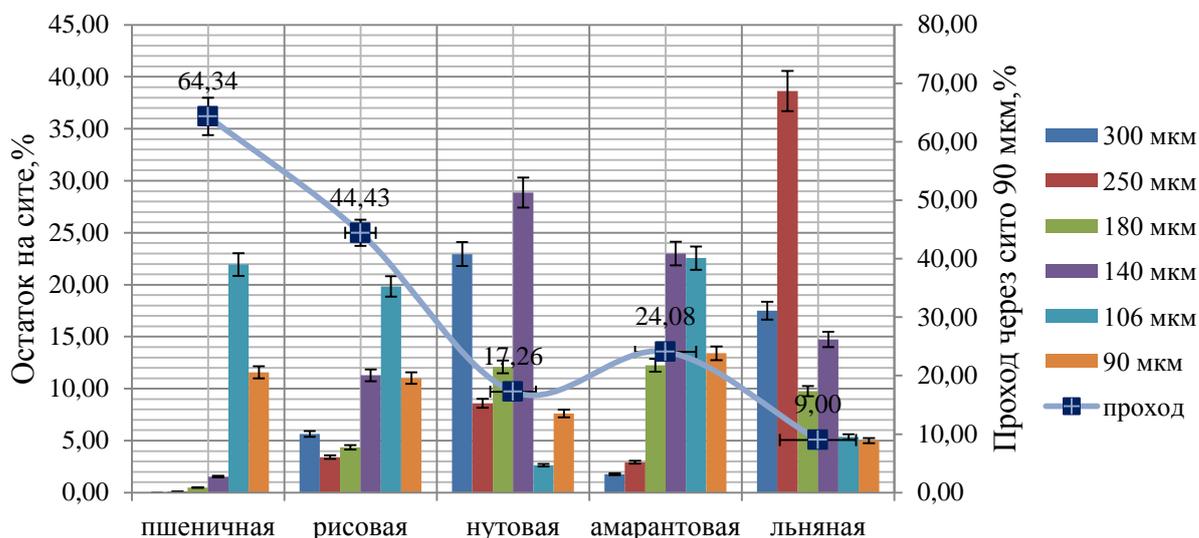


Рисунок 4– Гранулометрический состав БРС, % остаток и проход на сите

Согласно полученным данным можно отметить, что льняная мука отличается наименьшей степенью дисперсности, поскольку при просеивании через сито с размером отверстий 90 мкм проход составил около $9 \pm 0,5\%$, причем наибольший остаток на сите был обнаружен при просеве через сита с размером отверстий 250 мкм. У нутовой и амарантовой муки показатели прохода (90 мкм) были близки по значениям – $17,26 \pm 0,5\%$ и $24,08 \pm 0,5\%$, соответственно (Приложение В). Рисовая мука характеризовалась наибольшей близостью по размерам фракций к пшеничной муке. Проход через сито с размером ячеек 90 мкм для рисовой муки составил $44 \pm 0,5\%$, а для пшеничной – $64,34 \pm 0,5\%$.

На основании полученных результатов выявлено, что сырье с наибольшей дисперсностью способно к образованию при замесе вязких модельных тестовых систем с наименьшей пластичностью, а мука с крупным

размером частиц (льняная и нутовая мука) – формирует пластичные массы, наиболее предпочтительные по структуре к пельменному тесту.

В связи с тем, что химический состав безглютенового растительного сырья может влиять на функционально-технологические (ФТС) и реологические свойства дисперсных систем, на следующем этапе проведены исследования их химического состава, результаты которых представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Химический состав БРС

Наименование сырья	Вещество, средний % к сухому веществу				
	Влага,%	Белок,%	Углеводы,%	Жир,%	Зола,%
Рисовая мука	10,6±0,3	7,9±0,1	78,6±0,5	2,5±0,05	0,4±0,1
Нутовая мука	8,3±0,1	24,3±0,1	57,2±0,5	6,8±0,1	3,4±0,1
Льняная мука	6,0±0,1	33,8±0,1	36,5±0,5	18,9±0,5	4,8±0,1
Амарантовая мука	6,9±0,5	8,6±0,1	75,3±0,7	6,4±0,1	2,8±0,2
Кукурузный крахмал	11,3±0,1	1,0±0,05	87,3±0,8	0,1±0,02	0,3±0,1

Как видно из приведенных данных, льняная и нутовая мука отличаются повышенным содержанием белка, определяющих высокие структурообразующие свойства, в то же время повышенное содержание в них жира ограничивает использование данного вида безглютенового растительного сырья в повышенных количествах в рецептурах полуфабрикатов, предполагающих длительные сроки хранения. Рисовая, амарантовая мука и кукурузный крахмал за счет наличия большого количества крахмальных полисахаридов и способности к клейстеризации при невысоких температурах, обеспечат модельным тестовым системам необходимые реологические характеристики, понизят калорийность и обогатят продукт высокоусвояемыми углеводами.

При проектировании состава рецептур специализированных, в частности безглютеновых продуктов питания, первостепенной задачей является достижение высокой биологической и пищевой ценности продукта. Важную роль в формировании биологической ценности данных продуктов играет качество используемого растительного белка¹¹¹.

Для биологической оценки безглютенового растительного сырья был проведен расчет сбалансированности белкового состава по аминокислотному скору, представленный в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Аминокислотный состав и скоры безглютеновой муки

Наименование незаменимой аминокислоты (НАК)	Эталон ФАО/ВОЗ, г/100г белка	Вид безглютенового растительного сырья							
		Рисовая		Амарантовая		Нутовая		Льняная	
		Аминокислота, г/100г белка	Аминокислотный скор, %	Аминокислота, г/100г белка	Аминокислотный скор, %	Аминокислота, г/100г белка	Аминокислотный скор, %	Аминокислота, г/100г белка	Аминокислотный скор, %
Лизин	5,5	3,8	69,1	9,8	178,2	7,2	130,4	4,9	89,8
Треонин	4,0	3,5	87,5	5,0	127,3	4,0	100,0	5,5	136,8
Валин	5,0	6,1	122,0	5,6	112,8	5,3	105,8	6,8	135,8
Лейцин	7,0	8,6	122,9	6,0	86,4	8,2	117,1	11,5	163,9
Изолейцин	4,0	4,4	110,0	4,4	110,0	4,3	106,3	7,7	193,0
Фенилаланин+ тирозин	6,0	8,6	143,3	8,8	146,8	8,6	142,7	10,2	169,8
Триптофан	1,0	1,4	140,0	2,8	287,0	0,9	92,0	1,6	160,0
Метионин+ цистин	3,5	3,8	108,6	4,0	115,4	2,1	60,9	3,2	91,4
Сумма НАК	36	40,2	-	46,7	-	40,5	-	51,4	-

Результаты произведенных расчетов показали, что по сумме незаменимых аминокислот все виды безглютеновой муки превышают сумму НАК эталона ФАО/ВОЗ. В то же время каждая из них имеют лимитирующую аминокислоту, так единственной лимитирующей аминокислотой в амарантовой муке является лейцин, в рисовой муке – лизин и треонин, в льняной – метионин+цистин и лизин, а нутовая мука имеет две лимитирующие аминокислоты - метионин+цистин и триптофан. В пшеничной муке в/с лимитирующими являются 5 аминокислот: валин (92%),

лизин (44%), метионин+цистин (97%), треонин (75%) и фенилаланин+тирозин (90%).

Биологическая оценка белкового состава безглютенового растительного сырья также может быть выражена следующими критериями и показателями нутриентнобалансированности: индексом незаменимых аминокислот (ИНАК), показателем сопоставимой избыточности, коэффициентом сбалансированности аминокислотного состава (КСАС), биологической ценностью белка, коэффициентом различия аминокислотного сгора (КРАС), которые следует учитывать при моделировании рецептур полуфабрикатов¹⁰⁹.

Расчет показателей осуществлялся по формулам, изложенным в разделе 2.2, результаты которого представлены графически на рисунке 5.

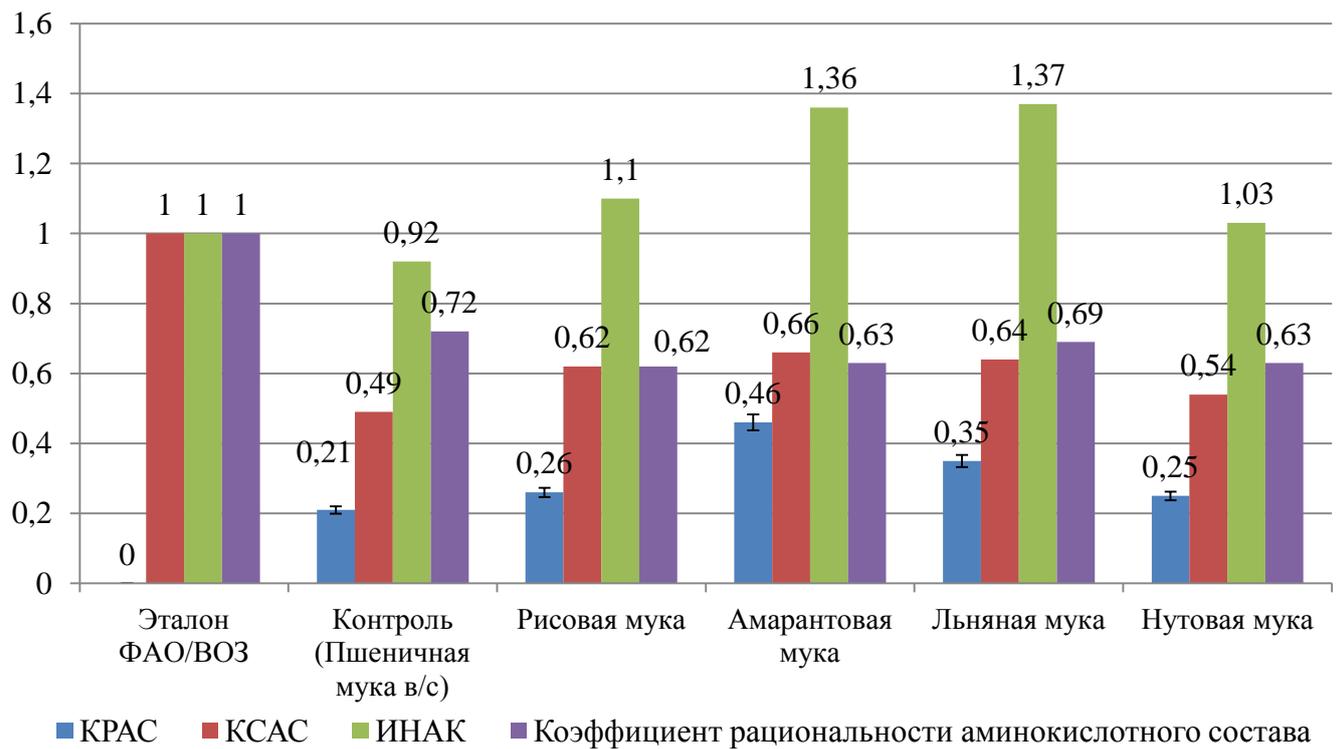


Рисунок 5 – Биологическая оценка белкового состава пшеничной муки в/с и безглютенового растительного сырья

Результаты расчетных показателей показали, что пшеничная, рисовая и нутовая мука отличаются минимальными значениями КРАС, характеризуются максимальными значениями КСАС, и в наибольшей

степени близки по показателю биологической ценности белкового состава к эталонным значениям (рис.6).

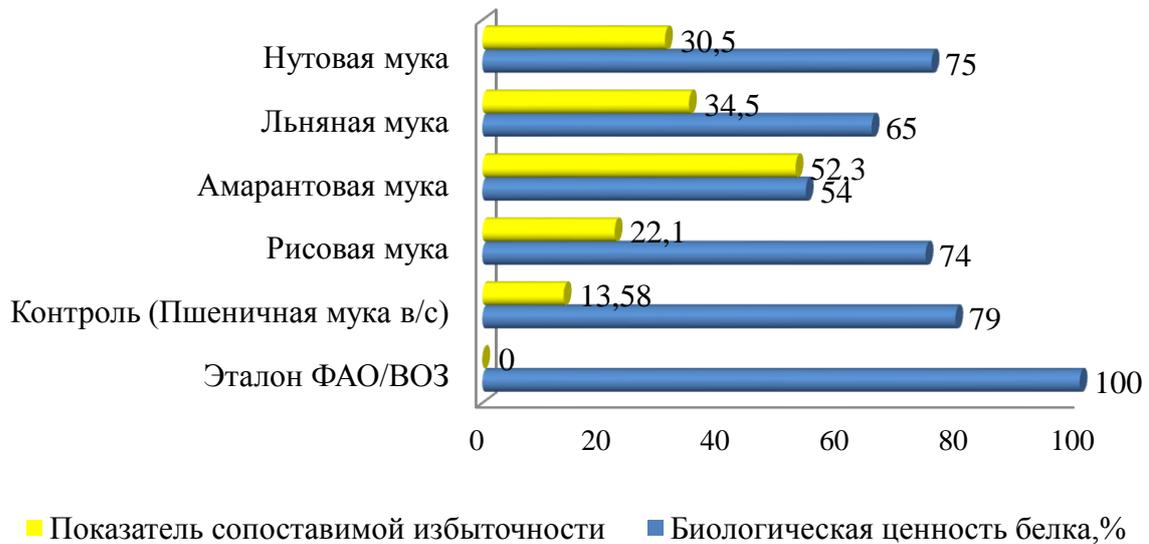


Рисунок 6 – Биологическая ценность и показатель сопоставимой избыточности белков пшеничной муки в/с и безглютенового растительного сырья

Другим важным критерием, предопределяющим биологическую эффективность пищевых продуктов, является оценка используемого сырья на жирнокислотную сбалансированность липидов.

При проведении анализа жирнокислотной сбалансированности безглютенового растительного сырья использовали литературные данные о содержании ПНЖК, МНЖК (поли-мононенасыщенных жирных кислот) и НЖК (насыщенных жирных кислот) в безглютеновой и пшеничной муке в/с.

Для объективной оценки сбалансированности жирнокислотного состава компонентов использовали расчетный критерий Rl_i , (доли ед.), представляющий собой частичную интерпретацию общего критерия алиментарной адекватности, определяющего соответствие массовых долей жирных кислот сырья эталонным значениям¹¹¹. В качестве эталона использовали молоко грудное с массовой долей жира 3,8% (рис.7).

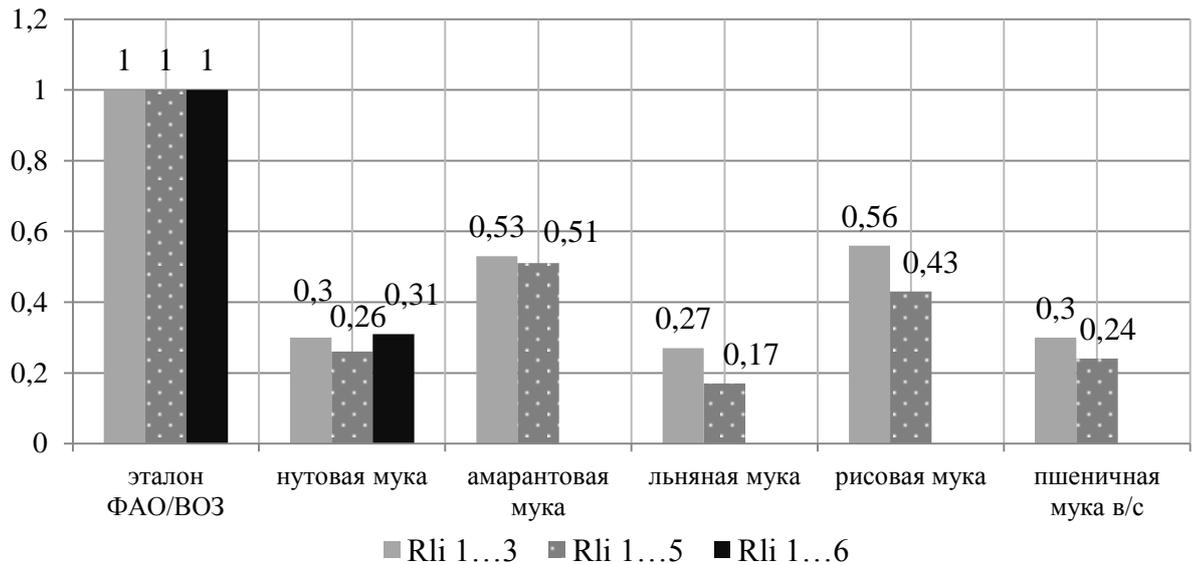


Рисунок 7 – Жирнокислотная сбалансированность пшеничной муки в/с и безглютенового растительного сырья

Анализируя полученные значения расчетного критерия R_{li} жирнокислотной сбалансированности безглютенового растительного сырья, можно сделать вывод, что нутовая мука имеет лучшую пищевую адекватность липидов, поскольку содержит арахидоновую и большое количество линолевой жирной кислоты (R_{li} 1...6). При оценке адекватности липидного состава согласно критерию R_{li} 1..3 и R_{li} 1..5 повышенная сбалансированность ЖК была отмечена у рисовой и амарантовой муки.

Динамика биохимических изменений и преобразований основных компонентов безглютенового растительного сырья при замесе теста находятся в корреляционной зависимости от ФТС сырья, таких как – жиропоглощающая способность (ЖПС), водопоглощающая способность (ВПС), водоудерживающая (ВУС) и жирудерживающая способность (ЖУС), индекс растворимости, набухаемость, позволяющих обосновать выбор технологических параметров замеса. Для проведения экспериментальных исследований использовали муку и крахмал с температурой $23 \pm 2^\circ\text{C}$.

Результаты исследования ФТС безглютенового растительного сырья, представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Функционально - технологические свойства безглютенового растительного сырья

Наименование сырья	ВПС, %	ВУС, %	ЖПС, %	ЖУС, %	Набухаемость, %	Индекс растворимости, %
Пшеничная мука в/с	119,0±2,1	89,3±0,9	109,0±1,1	91,4±0,3	109,0±1,8	22±1,0
Рисовая мука	121,6±1,8	93,5±0,5	107,6±1,4	82,2±1,0	146,0±5,4	20±1,0
Амарантовая мука	120,4±3,6	89,9±1,1	108,7±3,4	91,3±1,3	182,0±5,2	28±1,0
Нутовая мука	131,0±1,5	95,1±0,3	122,0±2,7	95,4±1,1	188,0±3,7	23±1,0
Льняная мука	169,0±1,9	124,3±1,1	115,0±2,7	110,3±2,1	289,0±4,1	98±1,0
Кукурузный крахмал	116,0±3,2	77,3±0,3	102,0±4,4	80,1±1,1	103,6±5,1	14±1,0

Экспериментальные данные свидетельствуют, что максимальными показателями ВУС, ЖУС, ВПС и набухаемости обладает льняная мука, а самый высокий уровень жиропоглощающей способности (122%) отмечен у нутовой муки. Данные результаты обусловлены, прежде всего, соотношением основных групп биополимеров и фракционным составом белков сырья. Высокое содержание в льняной и амарантовой муке водорастворимых белков (альбуминов – до 44% и 57% соответственно) и некрахмальных полисахаридов, характеризующихся высокой гидрофильной способностью, обуславливает максимальные значения ВПС и набухаемости. Присутствие в рисовой муке крахмальных полисахаридов (до 55 %), спирторастворимой фракции белка (глютенинов) до 70% от общего фракционного состава, а так же в пшеничной муке до 50% аминокислот с выраженными гидрофобными свойствами, определяет низкие значения ВПС, ЖПС, индекса растворимости и набухаемости.

Согласно мнению большинства исследователей, скорость гидратации растительного сырья определяется устойчивостью белковых и крахмальных биополимеров к механическому и тепловому воздействию, что в свою

очередь позволяет установить рациональные режимы замеса тестовых полуфабрикатов. Для изучения реологических свойств модельных тестовых систем из БРС в зависимости от условий замеса и изменения температуры использовали прибор «Миксолаб Стандарт».

Условия реализации исследований реологических свойств тестовых систем выбирали согласно требованиям ГОСТ ISO 17718-2015: скорость вращения лопастей тестомесилки (80 об/мин), температура воды (30°C), масса муки (75г), продолжительность полного цикла испытаний – 45 минут. Для рисовой муки были выбраны следующие режимы замеса: скорость вращения лопастей тестомесилки (120 об/мин), температура воды (30°C), масса муки (75г), продолжительность цикла – 50 минут. Содержание влаги в пшеничной муке в/с составило – 13,20%, в образцах безглютеновых видов муки соответствовало значениям, установленным в ходе изучения химического состава сырья. В ходе анализа полученных кривых, получили значения, представленные в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Реологические свойства модельных тестовых систем из безглютеновых видов муки и пшеничной муки в/с

Наименование показателя	Пшеничная мука	Рисовая мука	Амарантовая мука	Нутовая мука	Льняная мука
Момент силы, мин/ Крутящий момент, Н*м: C_1^*/M_{1max}^* C_2^{**}/M_{2min}^{**}	1,35/1,15 19,05/0,32	1,18/ 1,31 18,45/ 0,37	0,77/ 1,28 21,68/ 0,22	2,83/ 1,05 23,37/0,26	0,50/ 0,71 0,75/0,46
Стабильность (T_s),мин	5,37	4,32	5,30	6,37	0,01
Время T_1 ,мин	9,60	4,15	1,13	9,72	0,10
Температура теста, °C: D_1^* D_2^{**}	25,40 55,00	26,40 53,30	25,90 63,40	26,90 70,70	25,30 25,60
Водопоглощение,%	55,00±0,1	65,00±2	75,00±2	37,50±1,5	140,00±2

Примечание. C_1^*/M_{1max}^* – первое максимальное значение момента силы и величина крутящего момента при замесе теста, мин; C_2^{**}/M_{2min}^{**} – минимальное значение момента силы и величина крутящего момента, полученное вследствие развития кривой на нижней ее точке после C_1 при увеличении температуры, мин; Стабильность (T_s) – время достижения консистенции, при моменте силы C_1 , мин; D_1^* и D_2^{**} – температура теста в исследуемом периоде замеса, °C; Время T_1 – время достижения момента силы C_1 , мин

Согласно полученным данным становится очевидным тот факт, что модельные тестовые системы из рисовой и амарантовой муки характеризуются рядом структурно-механических показателей в наибольшей степени близких по значениям к модельной тестовой системе из пшеничной муки. Показатели стабильности гидратированной массы после первого периода замеса и максимальное значение крутящего момента M_{1max} свидетельствуют о наибольшей устойчивости белковых биополимеров БРС к механической денатурации, а так же обуславливаются присутствием большого количества частиц с размером фракций 90–140 мкм. Отсутствие стабильности структуры при постоянном замесе модельной тестовой системы из льняной муки обусловлено, прежде всего, наличием большого количества слизей, жира и пентозанов, разжижающих структуру теста. Показатели первого периода замеса модельной тестовой системы с нутовой мукой согласно максимальной величине крутящего момента подтверждают гидрофобную природу аминокислот белка, физико-химические особенности сырья, коррелируя с полученными данными по времени достижения (9,72 мин) гидратированной массой однородной консистенции¹²⁴.

В условиях второго периода замеса при повышении температуры отчётливо наблюдается резкое снижение величины крутящего момента во всех модельных тестовых системах, что связано с ускорением коллоидных процессов— тепловой денатурацией белков, увеличением количества растворенных веществ и жидкой фазы, снижением вязкости теста. Третий и четвертый периоды замеса определили изменения в консистенции модельных тестовых систем в условиях нагрева до 90°C при интенсивном набухании крахмальных зерен. Замедление процесса клейстеризации крахмала льняной муки связано с невысоким его содержанием и наличием большого количества компонентов (жиров, моноглицеридов, белков), тормозящих процесс набухания биополимеров. Пиковая температура при максимальной

¹²⁴ Sabovics M., Straumite E., Galoburda R. Assessment of the rheological properties of flour using the mixolab // *FOODBALT*. 2011. Vol. 34. P. 33-38.

вязкости тестовой системы в ходе четвертой фазы замеса была зафиксирована у рисового $82,9^{\circ}\text{C}$ и льняного крахмала – $81,6^{\circ}\text{C}$, а минимальная у пшеничного крахмала – $75,7^{\circ}\text{C}$. Данные результаты обосновываются прежде всего различием содержания амилопектина, обуславливающие повышенные значения вязкости крахмалов.

Полученные результаты подчеркивают необходимость использования рисовой, амарантовой и нутовой муки в рецептуре безглютеновой мучной смеси. Данный факт подтверждается анализом сведений, полученных в ходе изучения структурно-механических свойств и химического состава сырья. Перспектива композиционного дополнения льняной мукой обусловлена возможностью повышения ФТС безглютеновой мучной смеси, вследствие высоких показателей ВУС, ЖУС, ВПС, наличия большого количества слизей, жиров и пентозанов, обладающих криопретекторным действием и повышающих пластичность теста.

Таким образом, на основании приведенных данных можно сделать вывод, что выбранные виды безглютенового растительного сырья отличаются от пшеничной муки по основным физико-химическим, органолептическим показателям, структурно-механическим и функционально-технологическим свойствам. Результаты исследования ВПС, ВУС, ЖУС, ЖПС, индекса растворимости и набухаемости тесно коррелируют с полученными данными изучения дисперсности муки и согласуются с мнением большинства ученых о гидрофобной природе белковых нерастворимых компонентов пшеничной муки и гидрофильными свойствами безглютенового растительного сырья. Совокупность сведений, полученных в результате аналитических исследований, расчетов и сравнительной оценки биологической ценности выбранных видов безглютенового растительного сырья, подтвердили целесообразность направленного комбинирования безглютеновых видов муки и крахмала для получения продукта с повышенным содержанием эссенциальных нутриентов.

3.1.2 Изучение влияния температурного нагрева на изменение функционально-технологических свойств безглютенового растительного сырья

Исходя из ранее представленных теоретических сведений известно, что направленное регулирование ФТС безглютенового растительного сырья определяется комплексом физико-химических показателей: изменением температуры и давления, механической или СВЧ - обработкой и т.д. Зарубежными и отечественными учеными отмечена положительная роль нагрева в улучшении морфологических, структурных и функционально-технологических свойств растительного сырья.

Согласно ранее представленным литературным данным, можно сделать вывод, что углеводная фракция рисовой муки состоит из моно- и дисахаридов (до 0,9%), клетчатки (1%), крахмала (более 55%), нутовой муки – из 48% крахмала и 4,2% клетчатки, а амарантовой муки из: моно- и дисахаридов (до 4%), крахмала (до 57%) и клетчатки (6,7%). Именно поэтому применение предварительной тепловой обработки безглютенового растительного сырья с повышенным содержанием крахмала позволит создать оптимальные условия для процессов набухания, гидролиза модельных тестовых систем. Способность крахмала к набуханию является одним из важнейших технологических свойств крахмала, поскольку определяет консистенцию, выход изделий из крахмалсодержащего сырья и в свою очередь зависит от условий нагревания (температуры, продолжительности, его нативных свойств).

С целью повышения основных функционально-технологических свойств безглютенового растительного сырья были проведены исследования по определению влияния разных режимов нагрева на изменение ВПС, ВУС, ЖУС, ЖПС, индекс растворимости и набухаемость муки и крахмала. Оптимальная продолжительность нагрева кондуктивным способом для всех образцов (установленная опытным путем) составила от 15 до 45 минут при

100°C. Изменение температуры безглютенового растительного сырья от продолжительности сухого нагрева фиксировали перед проведением экспериментальных исследований ФТС сырья (рис.8).

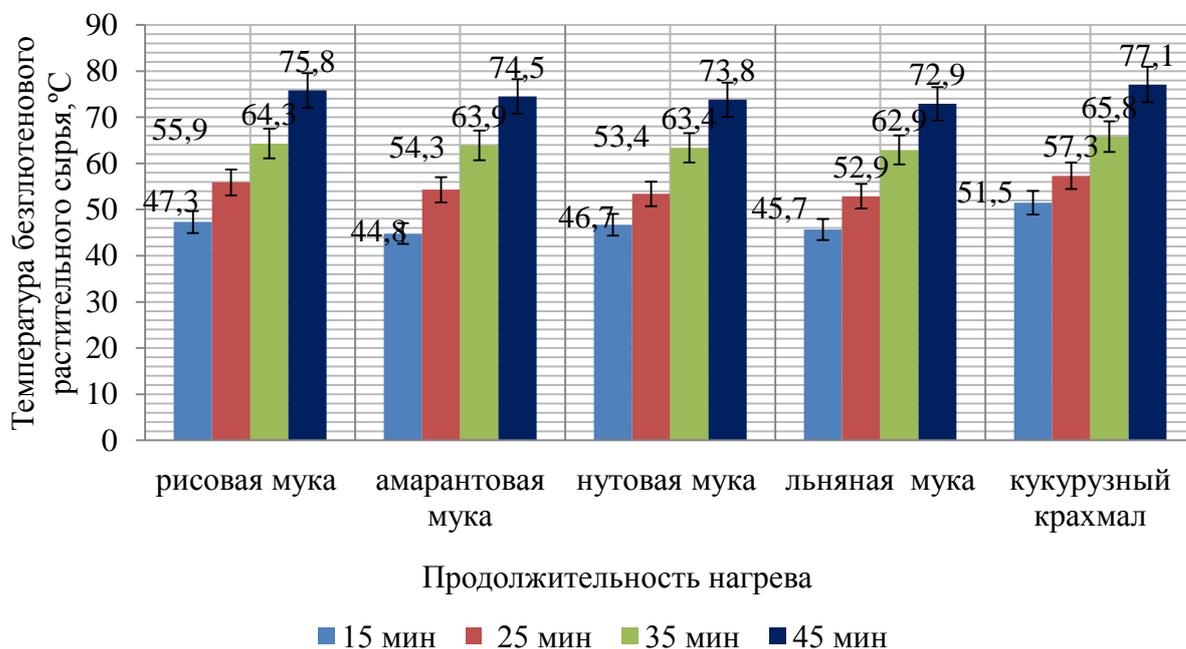


Рисунок 8– Изменение температуры безглютенового растительного сырья от продолжительности нагрева

Полученные результаты исследований ФТС сырья представлены в виде расчетов фактических значений показателей на рисунках 9-14.

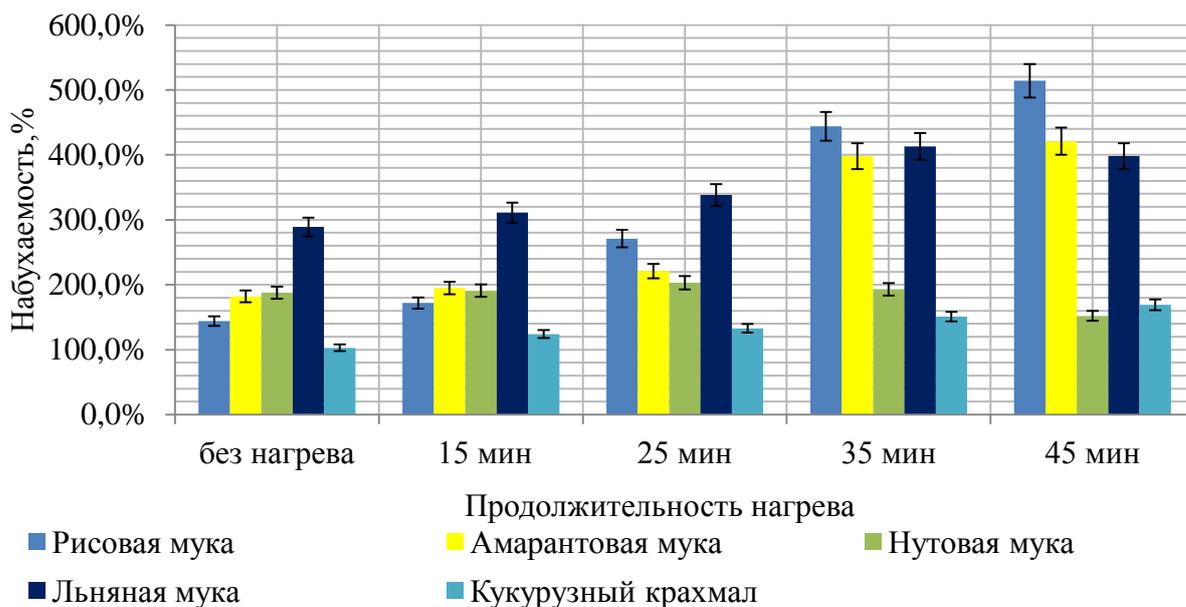


Рисунок 9 – Изменение набухаемости безглютенового растительного сырья от продолжительности нагрева

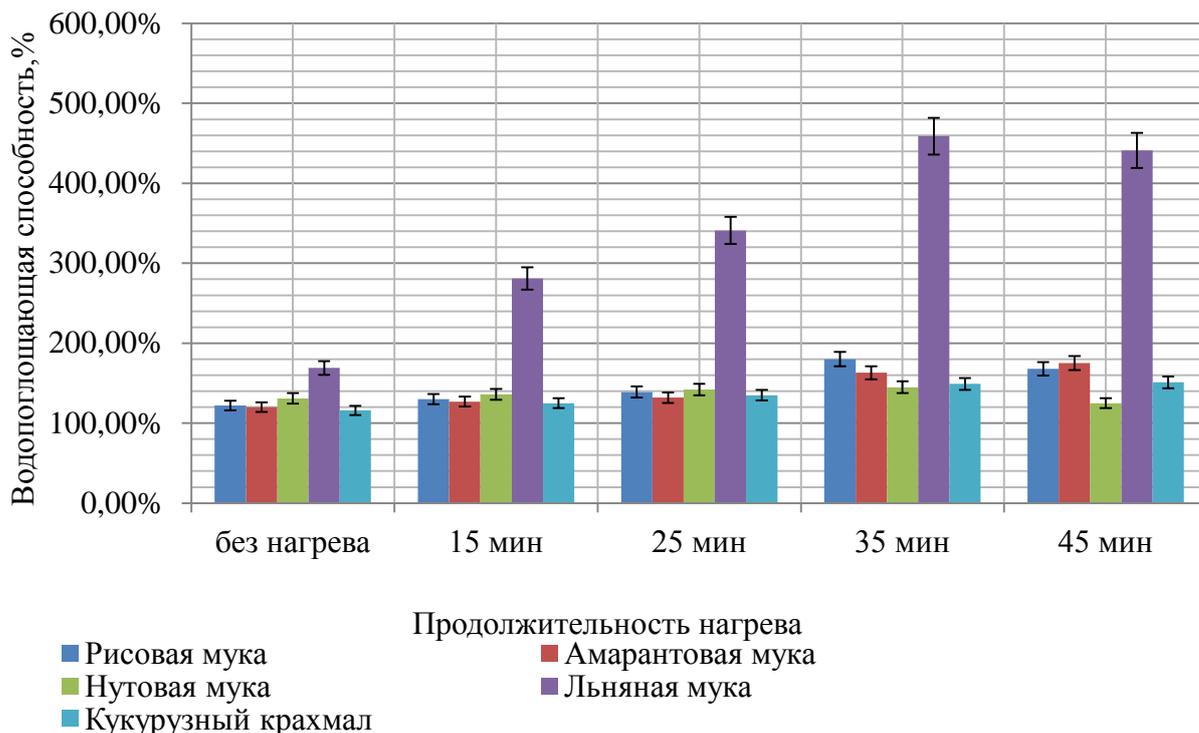


Рисунок 10 –Изменение ВПС безглютенового растительного сырья от продолжительности нагрева

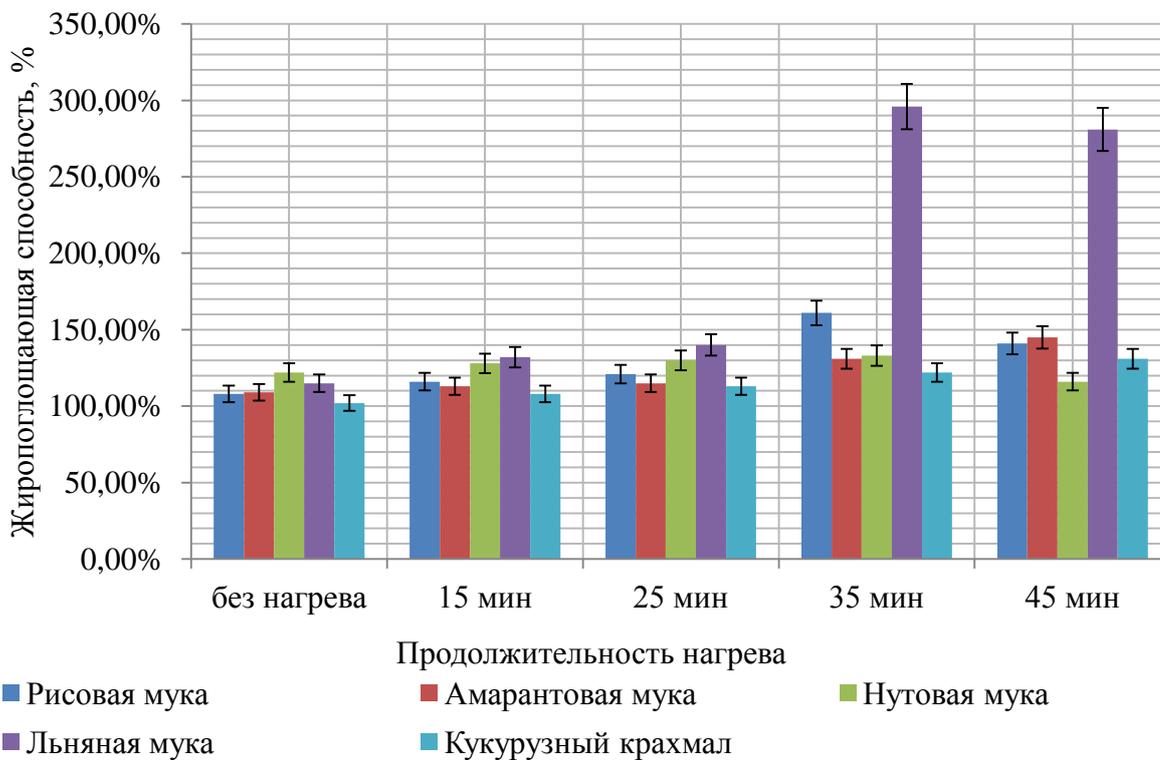


Рисунок 11 –Изменение ЖПС безглютенового растительного сырья от продолжительности нагрева

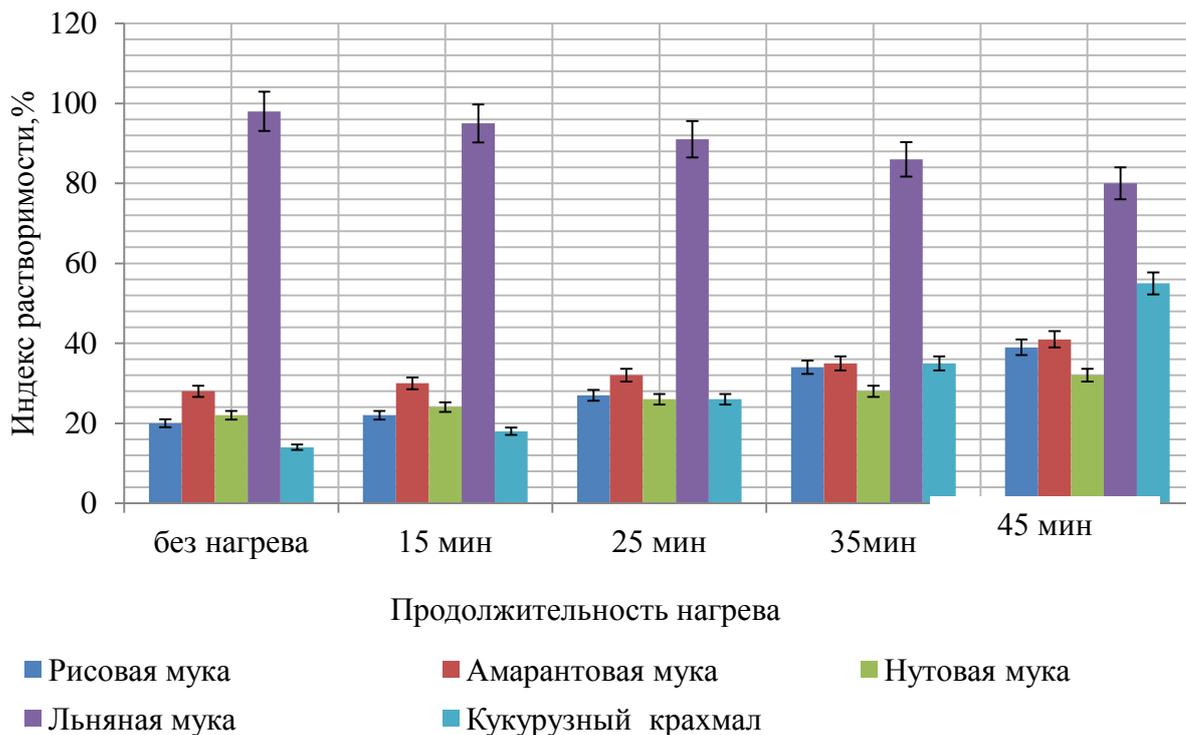


Рисунок 12 – Изменение показателя индекса растворимости безглютенового растительного сырья от продолжительности нагрева

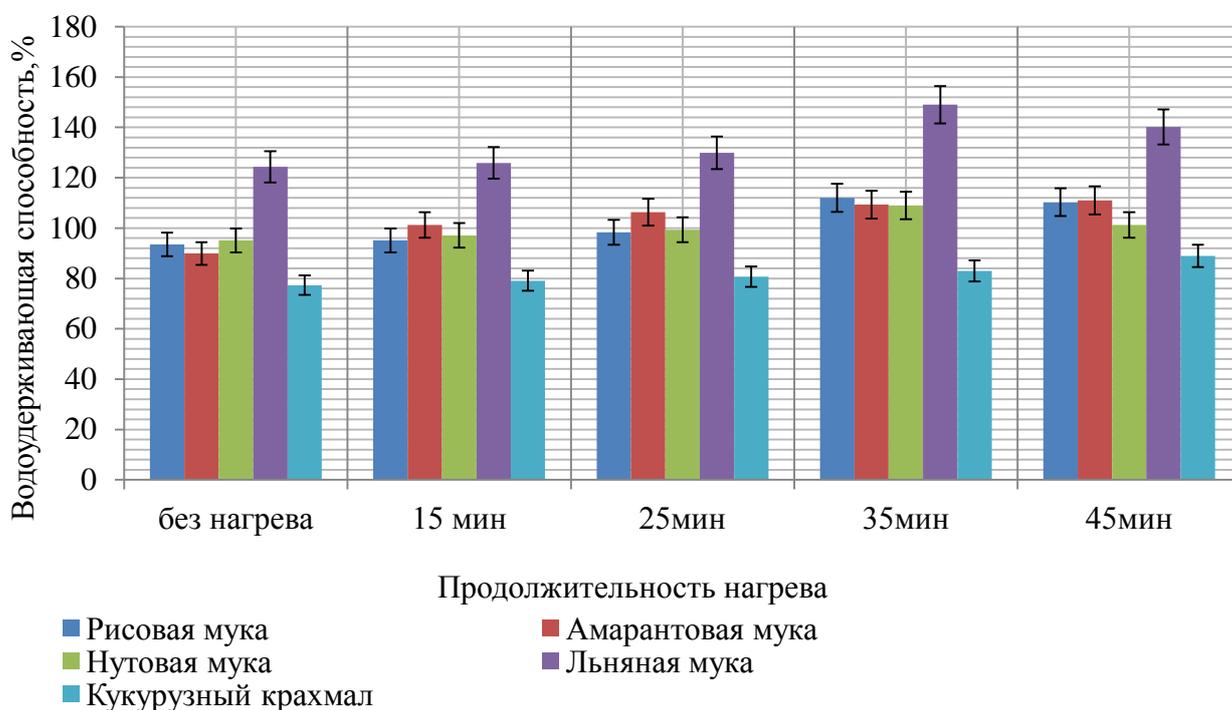


Рисунок 13 – Изменение ВУС безглютенового растительного сырья от продолжительности нагрева

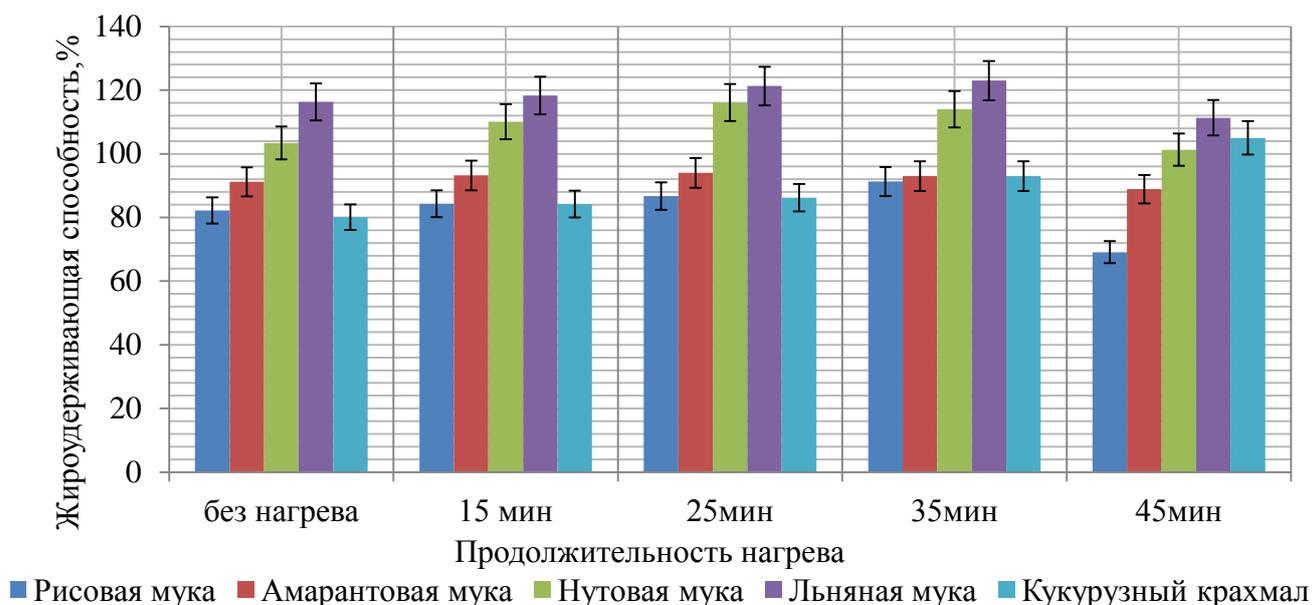


Рисунок 14 –Изменение ЖУС безглютенового растительного сырья от продолжительности нагрева

Графическая интерпретация результатов исследований свидетельствует о положительном влиянии нагрева на изменение показателей ФТС различных видов муки. Установлено, что при нагреве рисовой муки от 55 ± 2 до $65\pm 2^\circ\text{C}$ происходит резкое увеличение набухаемости произошло на 178%, в амарантовой – на 175%, льняной муки – на 75%. Максимальные значения ВПС и ЖПС рисовой муки отмечены при нагреве в течение 35 минут – 180% и 161%, соответственно. Для нутовой и льняной муки наивысшие значения ВПС И ЖПС были отмечены при нагреве до $65\pm 2^\circ\text{C}$. Для амарантовой муки наблюдается повышение всех показателей - ВПС (146%), ЖПС (175%), ВУС (111%) и ЖУС (95%) при нагреве в течение всех 45 минут, что подтверждает высокую термостабильность растительных белков сырья, и, так же как и для кукурузного крахмала при тепловой обработке максимальные значения набухаемости.

Этот факт обусловлен биохимическими и физико-химическими модификациями структурообразующих компонентов – усилением степени взаимодействия белков и полисахаридов, изменением пространственной структуры и кристаллической упорядоченности крахмальных биополимеров,

повышением доступности полярных аминокислот и увеличением объема растительных белков в процессе нагревания⁸⁴. Получение данных результатов во многом обосновывается различием в химическом составе сырья, а именно содержанием белковых и крахмальных биополимеров⁸⁰, их лабильностью к нагреву, дисперсностью частиц мучных компонентов, содержанием амилозы, значительно ингибирующей процессы набухания компонентов.

Однако при дальнейшем нагревании (до 75°C) свойства крахмала изменяются необратимо – нативная структура крахмальных зерен частично нарушается, большинство растительных белков денатурируют (в интервале 65–75°C), наблюдается инактивация деятельности некоторых протеолитических и амилолитических ферментов сырья, вследствие чего увеличение функционально - технологических показателей наблюдается не во всех видах безглютенового растительного сырья.

Таким образом, предварительная обработка (до 65±2°C) безглютенового растительного сырья создает оптимальные условия для процессов адсорбции, гидролиза и набухания, повышает основные ФТС компонентов, что в свою очередь позволяет создать лучшие условия для последующих технологических процессов – замеса и формования полуфабрикатов.

3.2 Влияние добавления молочной сыворотки на изменение основных реологических характеристик модельных тестовых систем

Вода является важнейшим технологическим компонентом теста, средой и катализатором для протекания множества биохимических и ферментативных процессов при замесе. Правильный подбор объема влаги, расходуемой на замес тестовой системы, в значительной степени определяет количество свободной и связанной влаги в тесте, обеспечивая высокое качество получаемых полуфабрикатов⁴¹. Согласно Ребиндеру П.А. и

Козьминой Н.П. при замесе пшеничного теста до 85% влаги, используемой на замес, сорбируется белковыми и крахмальными молекулами. Большая доля белков сырья связывает влагу осмотически, причем о способности муки связывать свободную влагу можно судить по содержанию белковых биополимеров⁴⁰. Увеличение энергии адсорбционно связанной воды напрямую коррелирует с повышением доли крахмала в сырье.

В условиях отсутствия клейковины и наличия большого количества крахмальных биополимеров в безглютеновом растительном сырье необходимость использования альтернативных воде жидких компонентов с пониженной активностью воды, и обладающих повышенными ФТС – определяет возможность направленного регулирования структурно-механических и качественных параметров теста.

Из литературных источников известно⁹⁰, что молочная сыворотка является ценным продуктом вторичной переработки молока, обладает функциональными преимуществами перед другими растворителями, а так же широко используется при производстве специализированных продуктов питания, создавая благоприятные условия для накопления биомассы пробиотических микроорганизмов в пищевых изделиях. Вместе с тем наукой доказано, что на физические и коллоидные свойства теста в значительной степени может оказывать влияние рН теста и его кислотность. Добиться снижения количества водорастворимых компонентов модельных тестовых систем на основе безглютенового растительного сырья возможно при достижении рН значений изоточки альбуминов (5,2-5,5) растительных компонентов и увеличения доли адсорбционно связанной влаги в системе.

В пищевой промышленности широко применяется подсырная и творожная сыворотка. В данном случае (для производства безглютеновых продуктов питания) нативная творожная сыворотка является наиболее перспективным видом вторичного молочного сырья, поскольку имеет низкие значения рН (4,2-4,4). Помимо этого, творожная сыворотка содержит в 3,5 раза больше свободных аминокислот и в 7 раз больше незаменимых

аминокислот, чем подсырная, положительно влияющих на белковый обмен и общий метаболизм в организме человека.

Для определения влияния творожной сыворотки на структурно-механические свойства модельных тестовых систем были проведены экспериментальные исследования по определению количественного замещения питьевой воды – вторичным молочным сырьем. В ходе экспериментальных исследований по изучению реологических свойств модельных тестовых систем использовали творожную сыворотку с титруемой кислотностью (не более 67°Т) и рН 4,4.

Количество влаги для замеса модельных тестовых систем из безглютеновых видов муки брали согласно ранее установленным показателям – водопоглощения муки. Замес осуществляли в лабораторных условиях с применением тестомеса CENTEK СТ-1401 W с частотой оборотов месильного органа 40 об/мин. Замес модельных тестовых систем производили на основе безглютенового растительного сырья и дистиллированной воды до равномерного распределения компонентов, достижения максимальных значений упруго-пластических деформаций и минимальных значений адгезионного напряжения. Для рисовой муки оптимальная продолжительность замеса модельной тестовой из рисовой муки составляла 6 минут, для нутовой – 8 минут, для амарантовой – 6 минут, для льняной – 7 минут.

Безглютеновые модельные тестовые системы производили с полной или частичной заменой дистиллированной воды на молочную сыворотку в следующих соотношениях – 100/0, 80/20, 70/30, 50/50, 30/70, 20/80, 0/100 (творожная сыворотка/вода). В качестве контроля выбрана модельная тестовая система (влажностью 40%) из пшеничной муки с добавлением питьевой дистиллированной воды.

Исследование деформационного поведения осуществляли по методикам, изложенным в разделе 2.2. По итогам проведенных испытаний и графического анализа, полученных кривых сжатия установили значения

соотношение между упругой и пластической деформацией, представленное в виде расчетных данных рисунков 15–19.

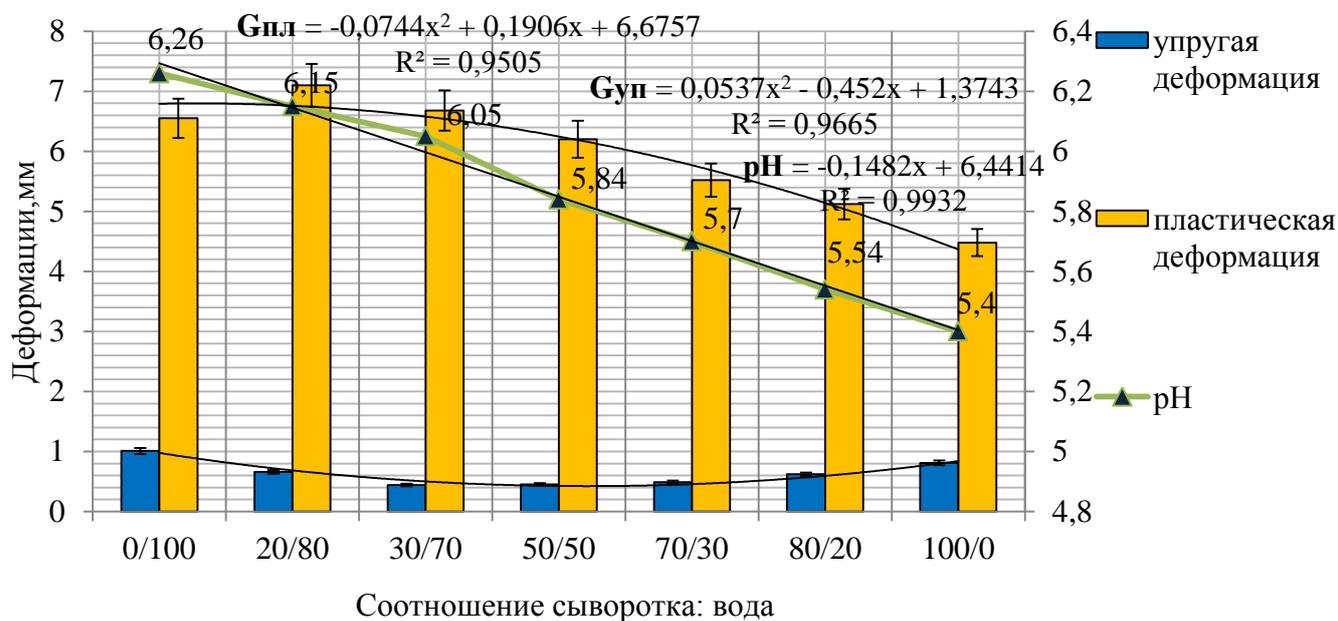


Рисунок 15– Влияние замены воды творожной сывороткой на pH и компрессионные характеристики модельных тестовых систем из пшеничной муки в/с

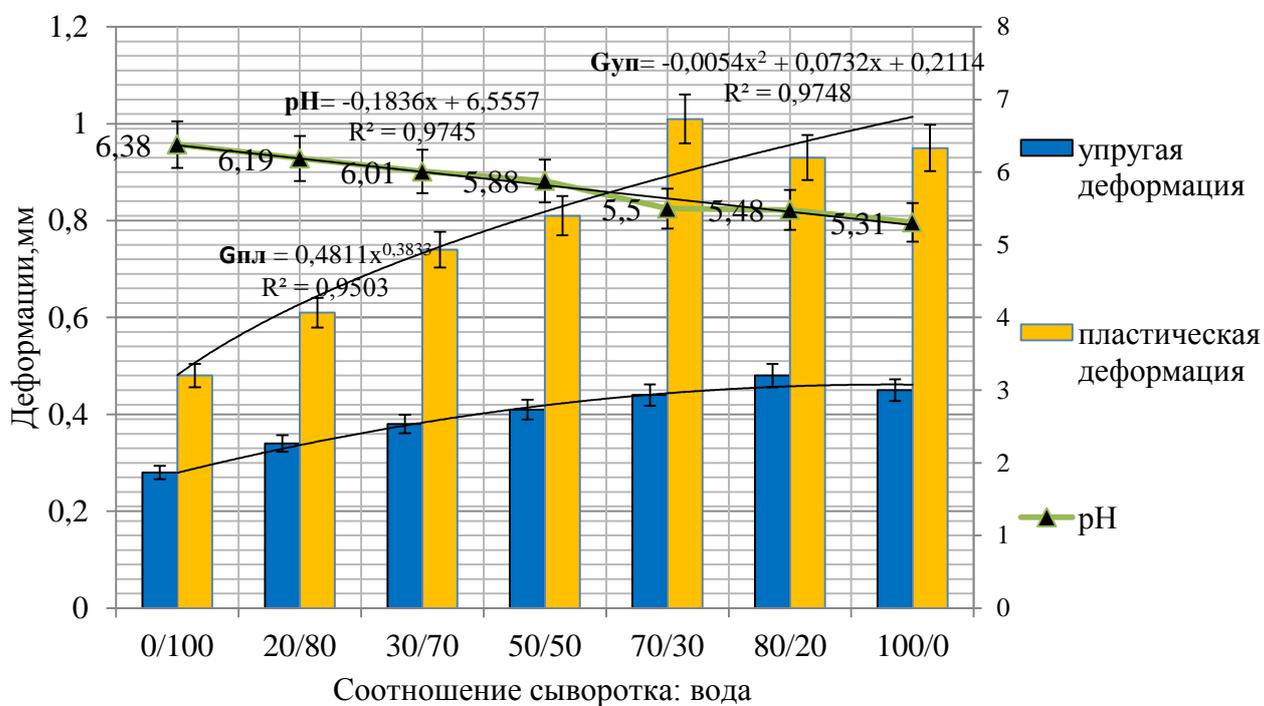


Рисунок 16 – Влияние замены воды творожной сывороткой на pH и компрессионные характеристики модельных тестовых систем из рисовой муки

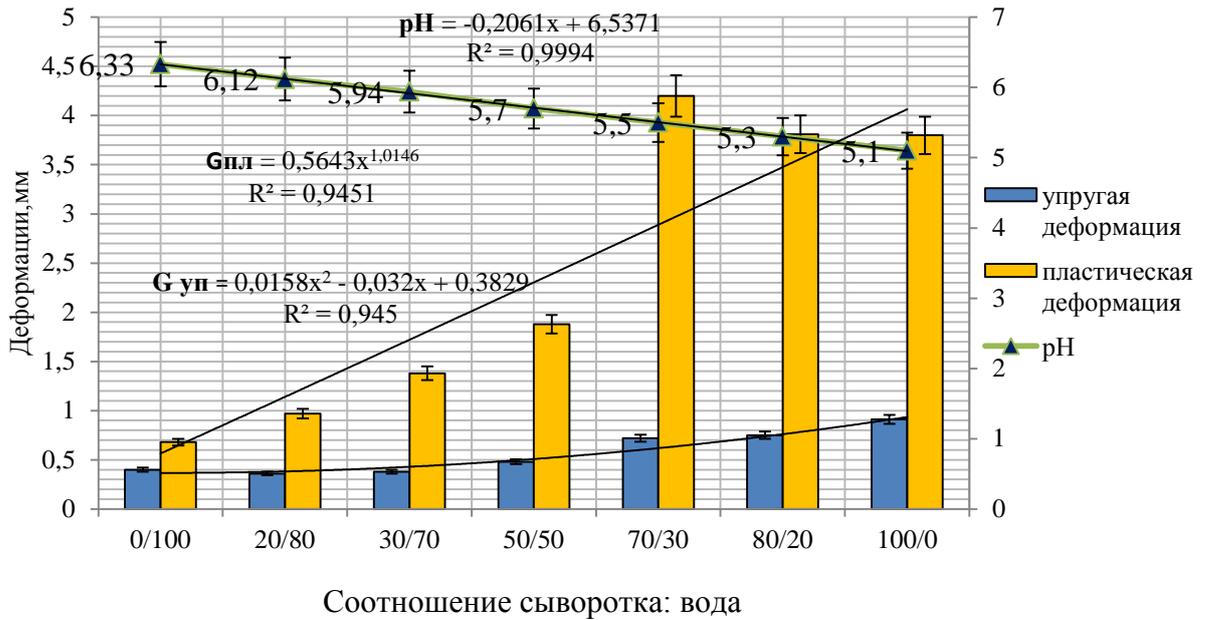


Рисунок 17 – Влияние замены воды творожной сывороткой на pH и компрессионные характеристики модельных тестовых систем из амарантовой муки

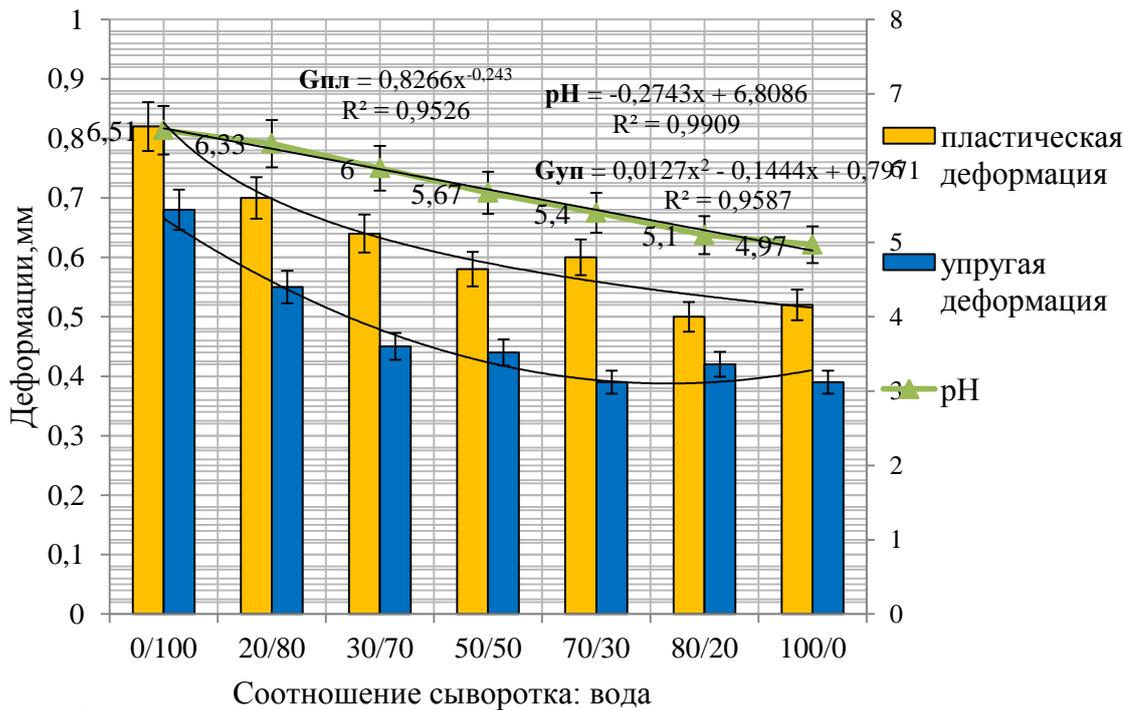


Рисунок 18 – Влияние замены воды творожной сывороткой на pH и компрессионные характеристики модельных тестовых систем из льняной муки

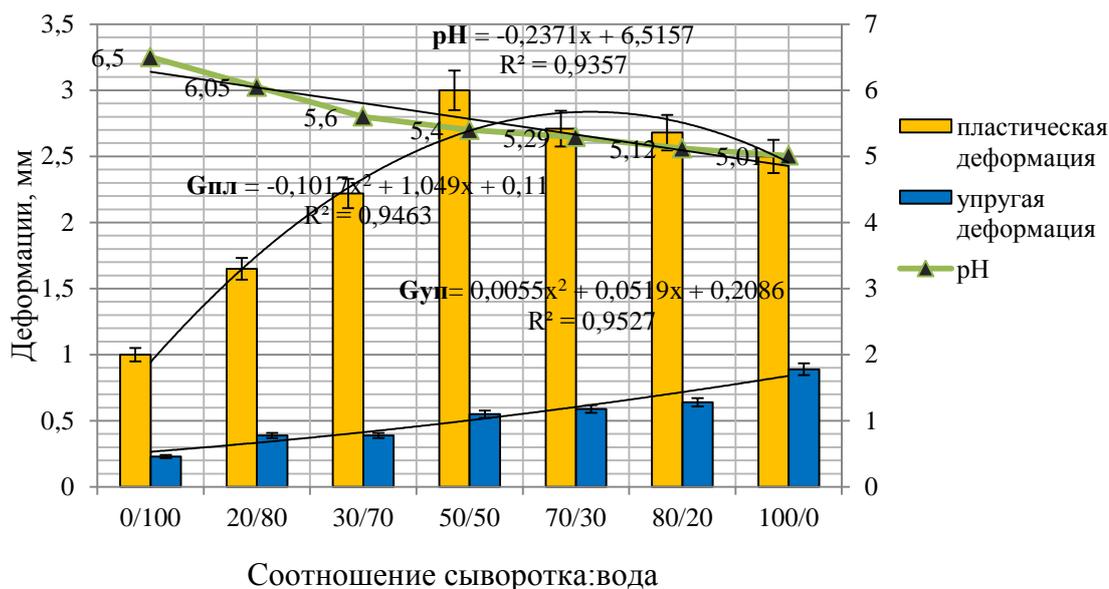


Рисунок 19 – Влияние замены воды творожной сывороткой на рН и компрессионные характеристики модельных тестовых систем из нутовой муки

Исходя из полученных экспериментальных данных, представленных на рисунках, можно сделать вывод о том, что применение молочной сыворотки при замене на дистиллированную воду в соотношении 70:30 в модельных тестовых системах из рисовой и амарантовой муки положительно сказывается на улучшении упруго-пластичных свойств тестовой системы. Этот факт обусловлен увеличением количества связанных липидов и уменьшением доли свободной влаги в тестовой системе, достижением равновесной точки ферментативного и кислотного гидролиза крахмала, ограничением процесса образования декстринов, улучшением процесса пептизации белков, уменьшением растворимости биополимеров вследствие снижения показателя рН в область изоточек водорастворимых белков безглютенового растительного сырья (рН = 5,2–5,5).

В модельных тестовых системах с нутовой мукой оптимальный уровень замены воды на вторичное молочное сырье составил 50:50, а для пшеничной муки – 80: 20 (вода: творожная сыворотка). Такое соотношение оказывает наилучшее влияние на оптимизацию реологических свойств полученных образцов, поскольку в нутовой муке до 95 % от общего

фракционного состава составляют растворимые белки, коллоидные растворы которых (при введении сыворотки) характеризуются повышением поверхностной активности и стабилизации с другими соединениями системы эластичной структуры теста, а пшеничная мука из-за высокого содержания белков клейковины при большем кислотонакоплении характеризуется процессами неограниченного набухания клейковины, снижением показателей упругой и пластической деформации⁴¹.

Достижение максимального молекулярно-массового распределения в тестовых массах способствует не только образованию вязкоэластичной структуры тестовых систем, но и обеспечивает низкую адгезивность при контакте с технологическим оборудованием и формующими аппаратами. Данное явление возникает в результате сил межмолекулярного сцепления на контактной поверхности тел или за счет проникновения инородного материала (адгезива) в поры субстрата.

Расчет величины адгезионного напряжения осуществляли как отношение значение максимального значения усилия отрыва к площади диска. Результаты экспериментальных данных представлены графически в виде данных рисунка 20.

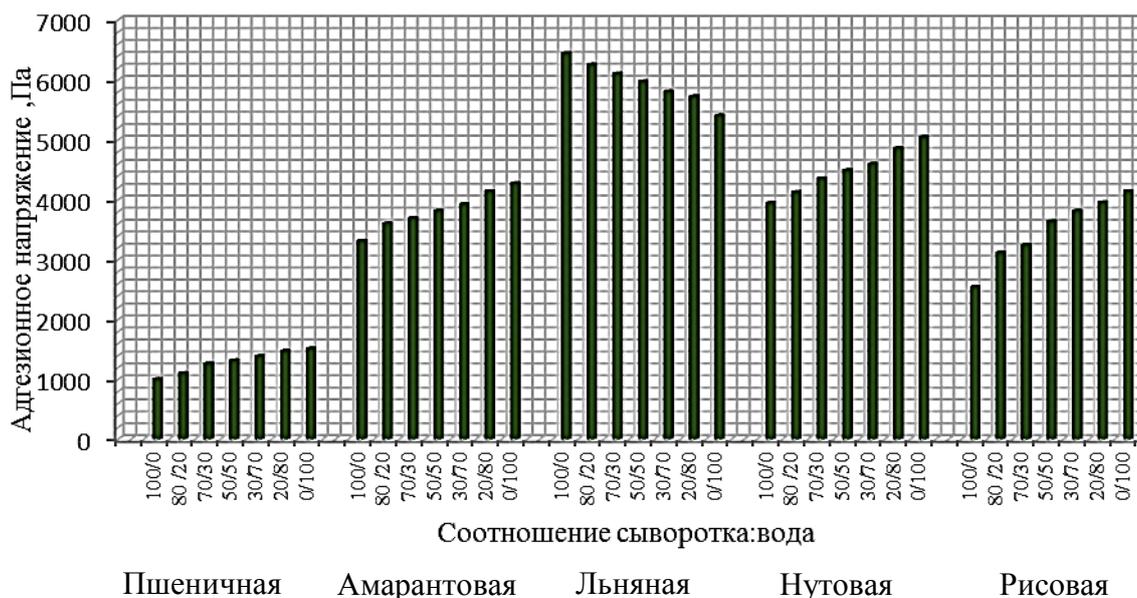


Рисунок 20 – Влияние замены воды творожной сывороткой на адгезионное напряжение модельных тестовых систем

Согласно полученным данным, при использовании молочной сыворотки адгезионное напряжение в модельных тестовых системах из нутовой муки снижается на 24 %, амарантовой – на 22 %, рисовой муки – на 38 % из-за более полного связывания белкового и углеводного комплекса мучного сырья, что обусловлено формированием непрерывной структуры теста из нерастворимых и растворимых компонентов, увеличения количества адсорбционной связанной влаги, усилением сил межмолекулярного сцепления, уменьшением поверхностного натяжения¹²⁵.

Для модельной тестовой системы из льняной муки наблюдается противоположное явление. Этот факт, по-видимому, связан с невысоким содержанием крахмала, повышенным содержанием белка, жира и водорастворимых пентозанов, способных в тестовой модельной системе без наличия пластифицирующих агентов (в виде молочной сыворотки) образовывать сетчатые структуры с наилучшими значениями адгезионного напряжения.

С точки зрения основных законов физики и механики во всех пищевых массах при постоянной деформации происходит тепловое движение молекул вещества, в результате которого часть упругой деформации постепенно переходит в пластическую. Продолжительность и характер восстановления первоначальных размеров пищевой массы после снятия нагрузки определяется снижением и выравниванием внутренних напряжений тестовых полуфабрикатов – релаксацией¹²⁴.

Изучение релаксационных характеристик отдельных видов линейных вязкоупругих тестовых систем (например, пельменное тесто) особенно актуально при условии технологической необходимости их прямого контакта с рабочими органами формующих аппаратов.

¹²⁵ Ибрагимова И. Е. Реология пищевого сырья, продуктов, полуфабрикатов. Конспект лекций: учебное пособие. М.: Экон-Информ, 2010. 144 с.

В результате проведенных исследований были полученные инструментальные кривые релаксации напряжений тестовых масс, представленные в виде данных рисунков 21–25.

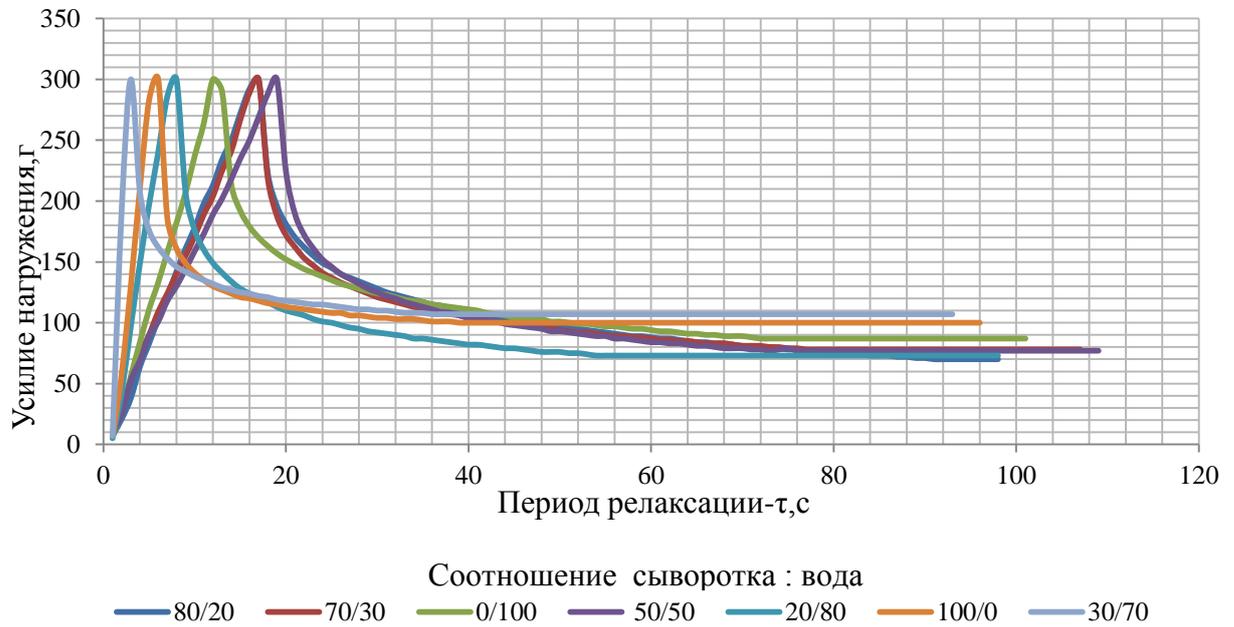


Рисунок 21 – Влияние уровня замены воды творожной сывороткой на процесс релаксации напряжений модельных тестовых систем из пшеничной муки в/с

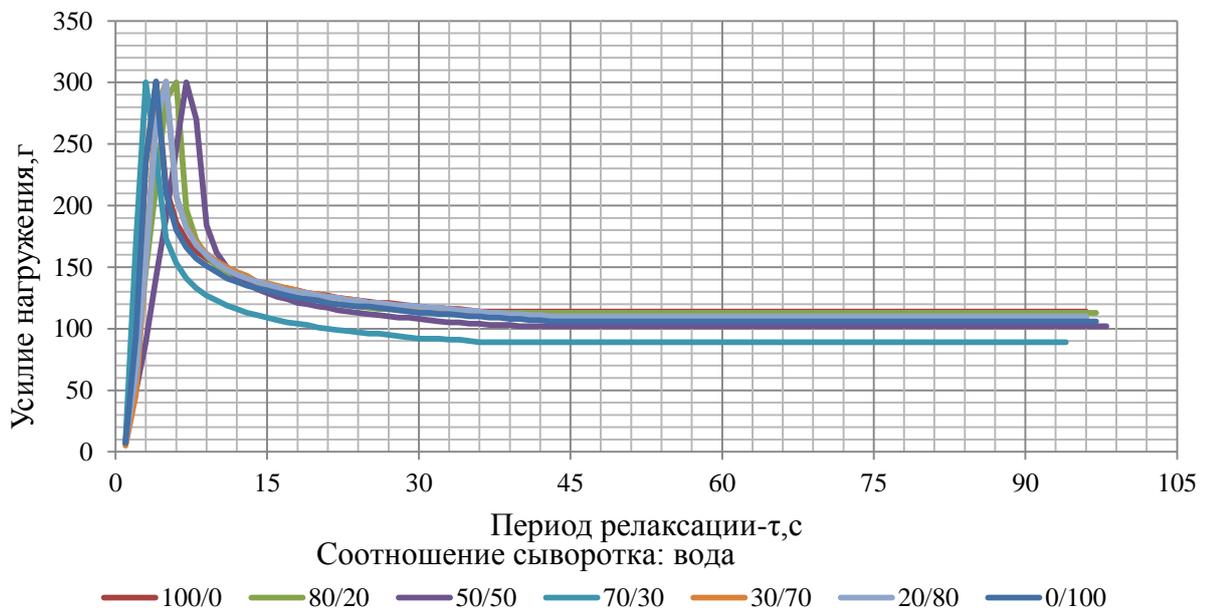


Рисунок 22 – Влияние уровня замены воды творожной сывороткой на процесс релаксации напряжений модельных тестовых систем из рисовой муки

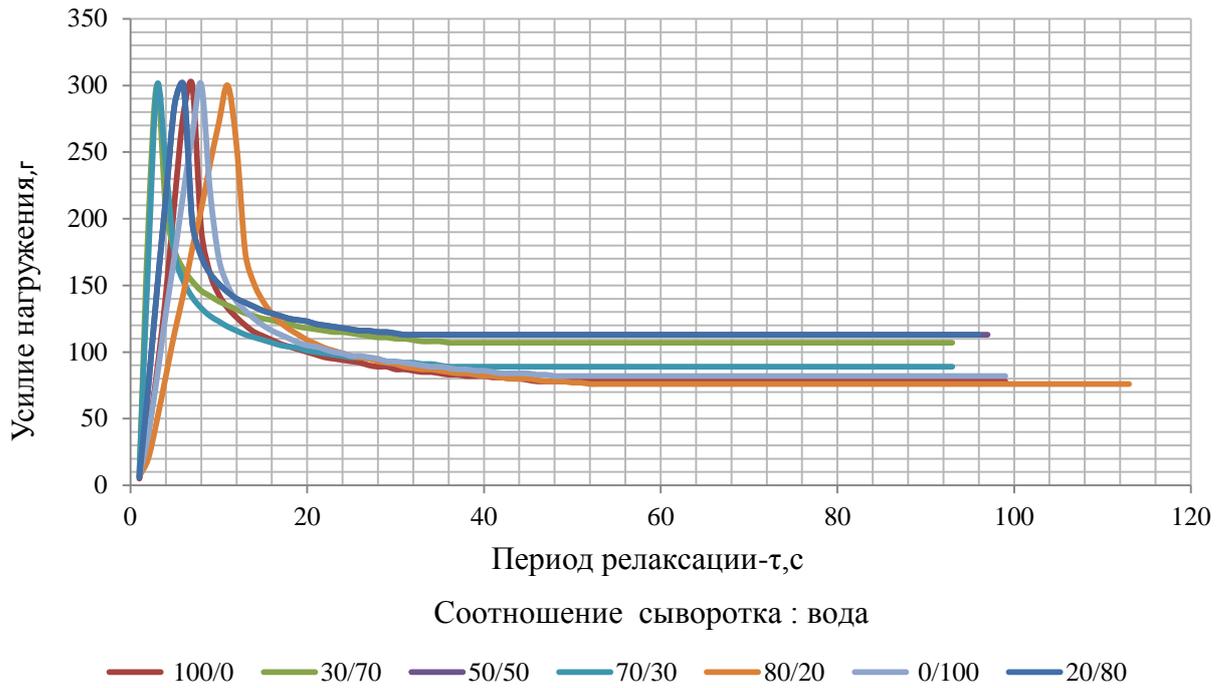


Рисунок 23– Влияние уровня замены воды творожной сывороткой на процесс релаксации напряжений модельных тестовых систем из амарантовой муки

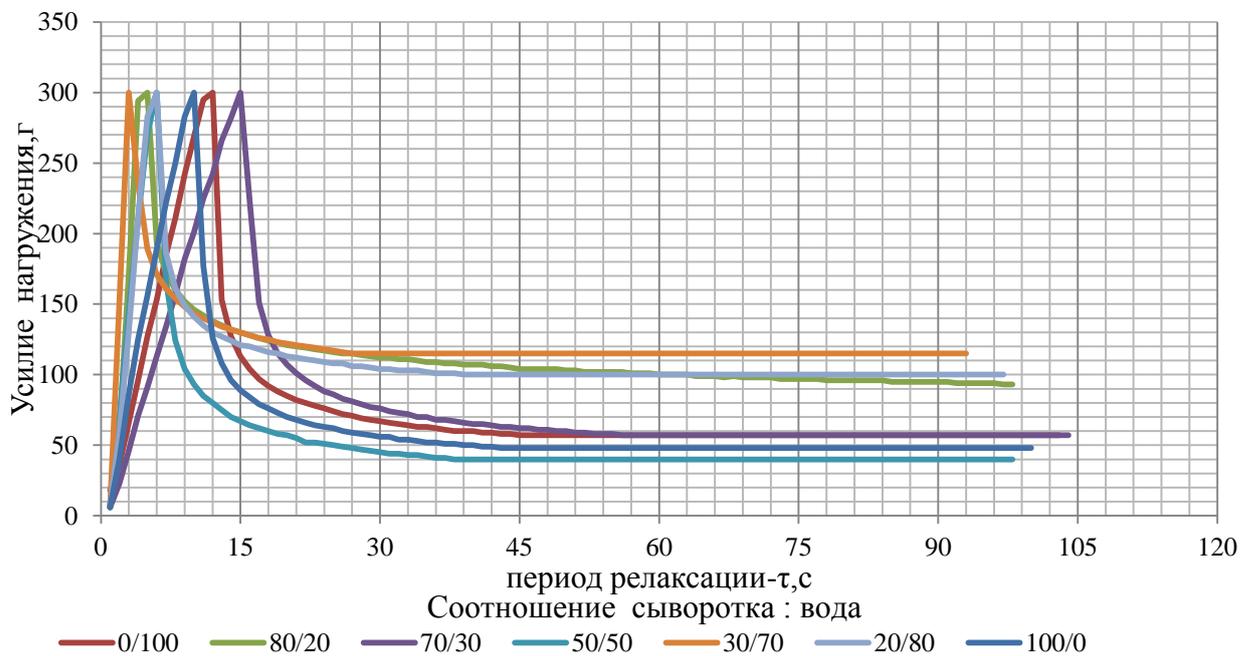


Рисунок 24 – Влияние уровня замены воды творожной сывороткой на процесс релаксации напряжений модельных тестовых систем из нутовой муки

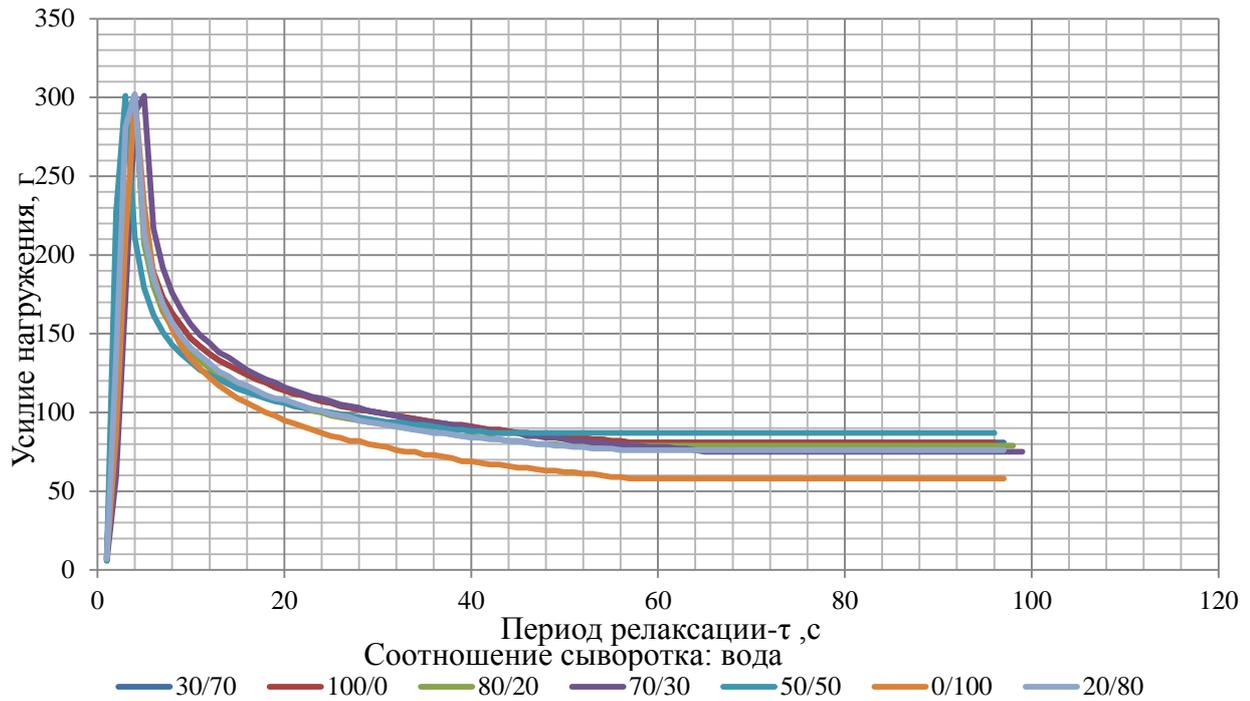


Рисунок 25 – Влияние уровня замены воды творожной сывороткой на процесс релаксации напряжений модельных тестовых систем из льняной муки

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что при замене воды на творожную сыворотку в количестве 20 % отмечается увеличение скорости периода мгновенной релаксации напряжений в модельных тестовых системах из пшеничной муки. Релаксацию напряжений в модельных тестовых системах из пшеничной муки можно выразить уравнением вида (соотношение сыворотка: вода):

$$F = 80.91 + 139.73e^{-\frac{\tau}{2}} + 95.67e^{-\frac{\tau}{23.64}} \quad (0/100) \quad (13)$$

$$F = 58.9 + 148.4e^{-\frac{\tau}{1.57}} + 86.13e^{-\frac{\tau}{24.42}} \quad (20/80) \quad (14)$$

$$F = 80.76 + 139.94e^{-\frac{\tau}{2.01}} + 95.62e^{-\frac{\tau}{23.78}} \quad (100/0) \quad (15)$$

Результаты экспериментальных исследований согласуются с основными законами коллоидной химии, поскольку при одинаковых условиях дозирования дисперсионной среды, растворимость биополимеров в водной среде значительно увеличивается. Это приводит к получению повышенных значений вязкости модельных тестовых систем. Введение молочной сыворотки и воды в соотношении 20:80 (соответственно)

способствует увеличению скорости I периода до $0,33 \text{ с}^{-1}$ и уменьшению доли мгновенной релаксации в два раза по сравнению с модельной тестовой системой, выработанной на питьевой воде. При введении сыворотки, в модельных тестовых системах наблюдали повышение пластичности тестовых масс и увеличение длительности удержания индентора в тестовые образцы¹⁰⁴.

Графические данные изменения механических напряжений модельных тестовых систем из рисовой муки обосновывают целесообразность замены питьевой воды на 70% вторичного молочного сырья, что связано с сокращением первого периода – мгновенной релаксации и увеличением расчетных значений глубины снижения внутренних напряжений в тесте. Особенности характера релаксационных характеристик модельных тестовых систем из рисовой муки при введении сыворотки можно выразить зависимостями вида (соотношение сыворотка: вода):

$$F = 87.88 + 146.21e^{-\frac{\tau}{1.47}} + 58.74e^{-\frac{\tau}{25.1}} \quad (70/30) \quad (16)$$

$$F = 95.1 + 133.8e^{-\frac{\tau}{1.49}} + 64.75e^{-\frac{\tau}{24.93}} \quad (100/0) \quad (17)$$

$$F = 95.82 + 140.66e^{-\frac{\tau}{1.43}} + 56.12e^{-\frac{\tau}{25.07}} \quad (0/100) \quad (18)$$

В модельной тестовой системе из нутовой муки при введении 50% сыворотки наблюдали максимальную скорость мгновенной релаксации внутренних напряжений – $0,48 \text{ с}^{-1}$ и самое непродолжительное время I периода (1,82 с), быстрое восстановление первоначального объема образца, что обусловлено модифицирующим воздействием сыворотки на поверхность частиц дисперсных фаз, связанного со значительным увеличением пластичности тестовой системы:

$$F = -2.89 + 239.27e^{-\frac{\tau}{1.39}} + 51.95e^{-\frac{\tau}{27.06}} \quad (50/50) \quad (19)$$

$$F = 32.21 + 205.05e^{-\frac{\tau}{1.48}} + 54.64e^{-\frac{\tau}{25.56}} \quad (0/100) \quad (20)$$

$$F = 39.15 + 189.82e^{-\frac{\tau}{1.27}} + 58.07e^{-\frac{\tau}{26.46}} \quad (100/0) \quad (21)$$

Таким образом, оптимальный уровень замены воды на вторичное молочное сырье в значениях, установленных при измерении упруго-

пластичных свойств, прямым образом коррелируют с сокращением периода быстрой релаксации модельных тестовых систем.

Для практики наибольший интерес представляет именно первый период релаксации, так как его продолжительность соответствует времени, в течение которого пищевые материалы находятся в контакте с рабочими органами перерабатывающего оборудования. Сохранение оптимальных структурно-механических свойств модельных тестовых систем коррелирует с расчетными показателями релаксационных характеристик систем. В модельных тестовых системах из льняной муки релаксация описывается уравнением вида (соотношение сыворотка: вода):

$$F = 63.69 + 162.86e^{-\frac{\tau}{1.94}} + 83.32e^{-\frac{\tau}{23.44}} \quad (0/100) \quad (22)$$

$$F = 70.24 + 134.22e^{-\frac{\tau}{1.6}} + 89.44e^{-\frac{\tau}{24.27}} \quad (100/0) \quad (23)$$

Модельные тестовые системы из амарантовой муки при введении 70% молочной творожной сыворотки характеризуются сокращением доли остаточных напряжений и длительности I периода до 7,12 с:

$$F = 64.62 + 165.93e^{-\frac{\tau}{1.47}} + 61.25e^{-\frac{\tau}{24.92}} \quad (100/0) \quad (24)$$

$$F = 67.64 + 180.1e^{-\frac{\tau}{1.68}} + 83.82e^{-\frac{\tau}{24.32}} \quad (70/30) \quad (25)$$

$$F = 103.18 + 129.28e^{-\frac{\tau}{1.31}} + 59.1e^{-\frac{\tau}{25.16}} \quad (0/100) \quad (26)$$

Обобщая теоретические и экспериментальные данные, полученные в ходе проведенной работы, можно сделать заключение о практической целесообразности применения творожной сыворотки (не ниже 67 -70°Т) при производстве безглютенового пельменного теста.

Снижение активности амилолитических ферментов и количества продуктов, образованных в процессе гидратации модельных тестовых систем, уменьшение количества водорастворимых веществ, адсорбционное связывание влаги, повышение упругих и пластических деформаций, снижение адгезионного напряжения, сокращение периода мгновенной релаксации теста позволяет рекомендовать вторичное молочное сырье при производстве безглютенового пельменного теста.

3.3 Проектирование рецептуры безглютеновой мучной смеси для производства специализированных мясных полуфабрикатов

Организация процесса проектирования рецептур мучных смесей поликомпонентного состава возможна с помощью предварительного матричного планирования и проведения многофакторного эксперимента по выявлению адекватной зависимости количественного и качественного дозирования ингредиентов, определения оптимума значений варьируемых и исследуемых факторов. Для выявления области максимальных значений комплексной органолептической и реологической характеристики, построения сечения поверхности отклика и определения зависимости изменения исследуемых от варьируемых факторов. При проведении эксперимента все используемые факторы эксперимента были совместимы и не коррелировали между собой.

Для подбора рецептурного состава безглютеновой смеси для производствапельменного теста в качестве основного сырья и объектов исследования были использованы мучные композиции и модельные тестовые системы, включающие в свой состав рисовую, амарантовую, нутовую, льняную муку, кукурузный крахмал.

В качестве контрольного образца использована модельная тестовая система из муки пшеничной в/с. Выбор рисовой муки в качестве базового компонента в рецептурном составе мучных смесей обусловлен рядом технологических факторов, связанных с ее пищевой, биологической ценностью, органолептическими, реологическими характеристиками и химическим составом.

Основными факторами варьирования планируемого эксперимента были выбраны: x_1 - количество амарантовой муки, % к массе рисовой муки, x_2 - количество нутовой муки, % к массе рисовой муки, x_3 - количество льняной муки, % к массе рисовой муки, x_4 - количество кукурузного крахмала, % к массе рисовой муки, x_5 - дозирование влаги при замесе модельной тестовой

системы, % к массе мучной смеси, выходными параметрами послужили y_0 -органолептическая оценка, y_1 -упругая деформация, мм, y_2 -пластическая деформация, мм.

Органолептическая оценка контрольных и опытных модельных мучных систем производилась по пятибалльной шкале (вкус, цвет, запах), структурно-механические свойства модельных тестовых систем определялись на структуромере СТ-1 в режиме «№4» путем установления количественного соотношения между упругой и пластической деформацией.

Реализация и планирование активного полнофакторного эксперимента по заданным критериям оптимизации производилась в прикладной программе использования персонального компьютера для математического и статистического анализа Statgraphics Centurion 16.1.11 и Statistica 10.0.

Программа автоматически анализирует влияние каждого фактора на значение функции, определяет совокупность и значение параметров при которых формируются требуемые значения функции.

При анализе определяли критерий оптимизации изучаемой математической модели: соотношение параметров, при которых формируются максимальные (упруго-пластические деформации, органолептическая оценка) или минимальные (адгезионное напряжение) значения функции.

Для проведения процесса оптимизации был определен уровень введения ингредиентов, взятых в процентном соотношении к массе рисовой муки – для амарантовой муки 5–15%, для нутовой 10,0–30%, для льняной муки 2–6%, для кукурузного крахмала 10–20% (табл.3.5).

Установленный уровень введения льняной муки, нутовой муки и амарантовой муки обусловлен химическим составом – повышенным содержанием жира, сокращающего длительность хранения замороженных мясopодуKтов.

Таблица 3.5– Планирование эксперимента по исследованию изменения органолептической оценки модельных мучных систем от уровня введения безглютенового растительного сырья

Характеристики эксперимента	Пределы варьирования основных факторов			
Условия планирования	% , к массе рисовой муки (x_0)			
	x_1 - амарантовая мука	x_2 - нутовая мука	x_3 - льняная мука	x_4 - кукурузный крахмал
Основной уровень (0)	10,0	20,0	4,0	15,0
Интервал	5,0	10,0	2,0	5,0
Верхний уровень (+1)	15,0	30,0	6,0	20,0
Нижний уровень (-1)	5,0	10,0	2,0	10,0
Верхняя «звездная точка» (+2,0)	20,0	40,0	8,0	25,0
Нижняя «звездная точка» (-2,0)	0,0	0,0	0,0	5,0

Установленный уровень введения льняной, нутовой и амарантовой муки обусловлен химическим составом – повышенным содержанием жира, сокращающего длительность хранения замороженных мясopодуkтов. Согласно составленной матрице РЦКП (Приложение Б) экспериментально полученные данные подвергались статистическому анализу и проверке значимости коэффициентов регрессионного уравнения на адекватность.

Наивысшие балльные оценки органолептических профилей модельных композиций были получены при внесении льняной муки до 4%, амарантовой муки в количестве – 9%, нутовой муки – 20,0%, крахмала кукурузного – 15%, взятых к массе рисовой муки. Отмечено, что использование в составе смеси большого количества амарантовой и льняной муки значительным образом ухудшало вкусовые свойства мучных композиций, а нивелирующим органолептическим эффектом обладал кукурузный крахмал и нутовая мука:

$$y_0 = 4,7 - 0,207X_1 - 0,295X_1^2 + 0,007X_2^2 - 0,045X_3 - 0,097X_3^2 + 0,008X_4^2 \quad (27)$$

Графическая интерпретация результатов построения органолептических профилей поликомпонентных модельных мучных композиций представлена в виде данных сечения проекции поверхности

отклика и данных карты Парето, отражающей статистически наиболее значимые коэффициенты регрессионной модели в виде данных поверхности отклика и ее сечения (рис.26).

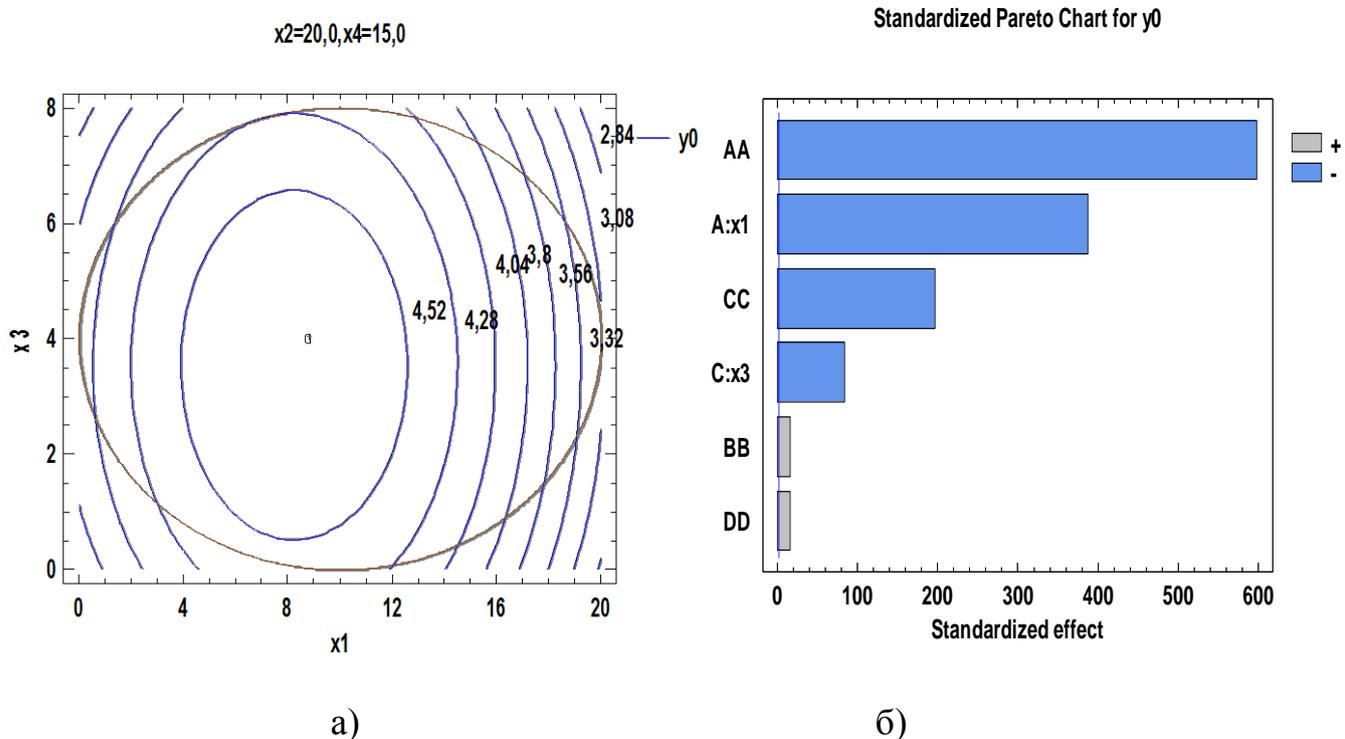


Рисунок 26 – Проекция сечения поверхности оклика (а), карта Парето (б) зависимости изменения органолептической оценки (y_0) безглютеновой мучной смеси от уровня введения компонентов

Замес теста определяется как главный технологический этап его процесса производства, где в значительной степени роль в формировании высоких реологических характеристик играет химический состав и функционально-технологические свойства сырья, количество влаги, время вымешивания и скорость вращения месильных органов и т.д.

С целью дальнейшей оптимизации рецептурного состава по выявлению условного «максимума» значений упругих и пластических деформаций при разном количественном использовании компонентов смеси и влаги был спланирован и реализован многофакторный эксперимент (табл.3.6).

Таблица 3.6 – Планирование эксперимента по исследованию структурно-механических характеристик модельных тестовых систем от уровня введения безглютенового растительного сырья и влаги на замес

Условия планирования	Пределы варьирования основных факторов				
	% , к массе рисовой муки (x_0)				x_5 - количество влаги на замес
	x_1 - амаран товая мука	x_2 - нутовая мука	x_3 - льняная мука	x_4 - кукуруз ный крахмал	
Основной уровень (0)	10,0	16,0	1,7	14,0	77,5
Интервал	2,0	2,0	0,8	2,0	2,5
Верхний уровень (+1)	12,0	18,0	2,5	12,0	80,0
Нижний уровень (-1)	8,0	14,0	0,9	16,0	75,0
Верхняя «звездная точка» (+2,0)	14,0	20,0	3,3	18,0	82,5
Нижняя «звездная точка» (-2,0)	6,0	12,0	0,1	10,0	72,5

Определение количества влаги, используемой на замес поликомпонентных смесей, осуществлялся на основании данных поисковых экспериментальных исследований модельных тестовых систем, сенсорной технологической оценке качества модельных тестовых систем, обусловленной липкостью и степенью разжижения тестовой массы.

Результатом проведенного процесса оптимизации стали графические зависимости изменения упругих и пластических деформаций модельных тестовых систем, представленные в виде сечения поверхностей отклика y_1 и y_2 и карт Парето (рис. 27).

При подготовке модельных мучных и тестовых систем использовали лабораторные электронные весы с точностью определения массы до сотых единиц.

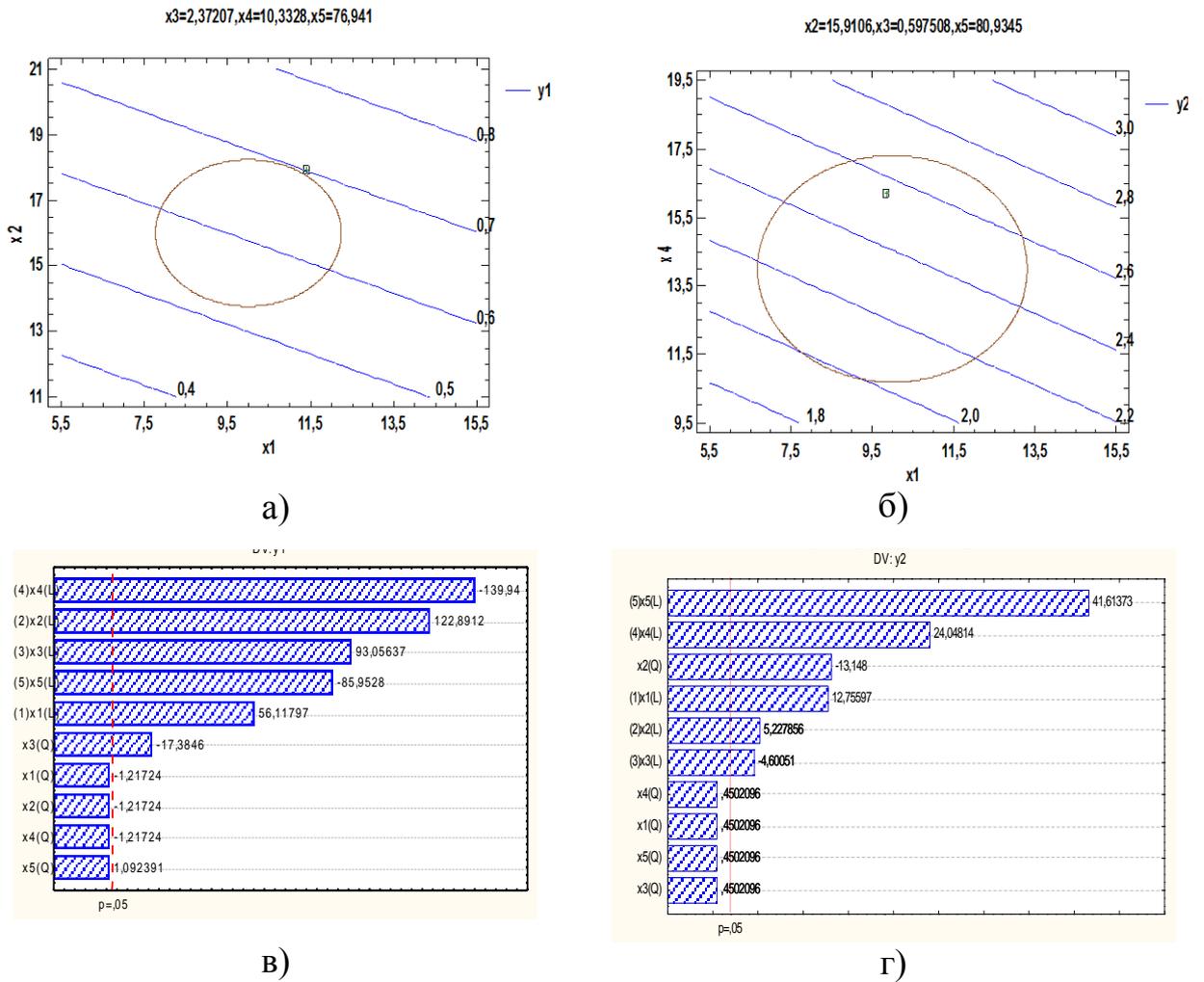


Рисунок 27 – Проекция сечения поверхности отклика (а,б), диаграмма Парето (в,г) зависимости изменения упругих (y_1) и пластических (y_2) деформаций модельных тестовых систем от уровня введения компонентов

Анализ интерпретации графических результатов процесса оптимизации показал положительное влияние амарантовой, нутовой и льняной муки на упругие деформации, что очевидно связано с повышенным содержанием белка и пентозанов, обладающих структурообразующими свойствами. Увеличение уровня введения крахмала и влаги, расходуемой на замес тестовой системы, позволяет в значительной степени повысить пластичность теста.

Результаты экспериментально полученных данных исследования изменения упругой и пластической деформации поликомпонентных модельных тестовых систем можно выразить регрессионной моделью зависимости:

$$y_1=0,418+0,065X_1+0,144 X_2+0,109X_3-0,164X_4-0,1X_5-0,0185X_3^2 \quad (28)$$

$$y_2=1,87+0,203X_1+0,083X_2-0,195X_2^2 -0,07X_3+0,38X_4+0,66X_5 \quad (29)$$

Поскольку результаты максимальных значений исследуемых факторов находятся в удалении от оптимума друг друга, то в условиях дальнейшей оптимизации необходим дополнительный поиск условного «максимума».

Полученные значения «оптимума» уровня введения мучных компонентов процесса оптимизации упругих и пластических деформаций модельных тестовых систем взяты в качестве верхних и нижних «звездных точек» (табл. 3.7).

Таблица 3.7 – Планирование эксперимента по оптимизации структурно-механических характеристик поликомпонентных модельных тестовых систем

Условия планирования	Пределы варьирования основных факторов				
	% , к массе рисовой муки (x_0)				
	x_1 - амарантовая мука	x_2 - нутовая мука	x_3 - льняная мука	x_4 - кукуруз ный крахмал	x_5 - количество влаги на замес
Основной уровень (0)	10,60	16,85	1,50	13,30	78,50
Интервал	0,40	0,52	0,45	1,48	1,00
Верхний уровень (+1)	11,00	17,40	1,95	14,80	79,90
Нижний уровень (-1)	10,20	16,30	1,05	11,80	77,90
Верхняя «звездная точка» (+2,0)	11,40	17,90	2,40	16,20	80,90
Нижняя «звездная точка» (-2,0)	9,80	15,80	0,60	10,30	76,90

В ходе реализации повторного многофакторного эксперимента получены усредненные арифметические значения упругих и пластических деформаций, представленные матрицей ротатабельного центрального композиционного планирования исследования варьируемых от исследуемых параметров (Приложение Б).

Достоверность представленных экспериментальных данных подтверждена критериями Стьюдента и Фишера в полученных регрессионных математических уравнениях вида:

$$y_1 = 0,488 + 0,063 X_2^2 + 0,12 X_3 - 0,0316 X_4 - 0,0004 X_4^2 - 0,04 X_5 \quad (30)$$

$$y_2 = 1,98 - 0,53 X_3 + 0,99 X_4 + 0,208 X_5 - 0,045 X_5^2 \quad (31)$$

Графическая интерпретация результатов экспериментальных исследований упругих и пластических деформаций представлена в виде проекции сечения поверхностей отклика на рисунке 28.

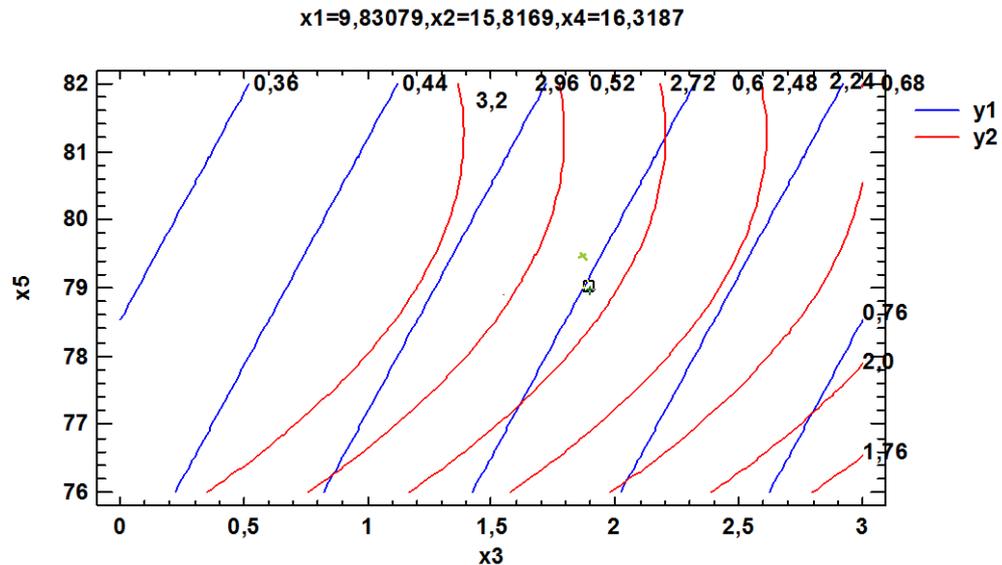


Рисунок 28– Проекция сечения поверхности отклика изменения упругих (y_1) пластических (y_2) деформаций модельных тестовых систем от уровня введения компонентов

Таким образом, проведенный процесс моделирования и оптимизации рецептурного состава безглютеновой смеси по заданным реологическим и органолептическим характеристикам позволил получить оптимальную композицию безглютеновой мучной смеси (БМС), представленную в виде данных уравнения:

$$a_1 x_0 + a_2 x_1 + a_3 x_2 + a_4 x_3 + x_0 = 100 \quad (32)$$

где $a_1=9,8307$ – количество амарантовой муки, % в отношении рисовой муки, $a_2=15,8169$ – количество нутовой муки, % в отношении рисовой муки, $a_3=1,92673$ – количество льняной муки, % в отношении рисовой муки, $a_4=16,3187$ – количество кукурузного крахмала, % в отношении рисовой муки. Тогда состав мучной смеси включает $x_0 = 69,6\%$ – масса рисовой муки, $x_1=6,8\%$ – масса амарантовой муки, $x_2=11\%$ – масса нутовой муки, $x_3=1,3\%$ – масса льняной муки, $x_4=11,3\%$ – масса кукурузного крахмала. Количество

влаги на замес модельной тестовой системы $x_5 = 55 \pm 0,1$, % из расчета к массе безглютеновой мучной смеси.

Сравнительный анализ органолептической и реологической оценки опытных и контрольных модельных тестовых систем представлен в виде данных таблицы 3.8.

Таблица 3.8 – Сравнительная оценка реологических и органолептических свойств модельных тестовых систем из пшеничной муки в/с и безглютеновой мучной смеси

Модельные тестовые системы	Упругая деформация	Пластическая деформация	Водопоглощение, %	M_{1max}, H^*M	T_s стабильность, мин	Органолептическая оценка, ед.
Пшеничная мука в/с	15,50%	84,50%	55,00±0,1	1,14	5,37	5,00
Безглютеновая мучная смесь	17,80%	82,20%	55,00±0,1	1,05	5,27	4,70

Как видно из вышепредставленных данных таблицы, соотношение упругих к пластическим деформациям и результаты органолептической оценки рецептурной композиции мучной смеси позволила получить БМС с высокими качественными характеристиками.

Таким образом, представленный практический процесс проектирования рецептурного состава безглютеновой мучной смеси основан на использовании сырья с разным химическим составом и функционально-технологическими свойствами, позволяющем в значительной степени повысить реологические и органолептические свойства модельных тестовых систем, снизить потребность в использовании большого количества вспомогательных компонентов стабилизирующего и структурообразующего действия.

3.4 Определение основных режимов производства безглютенового пельменного теста специализированных мясных полуфабрикатов

Основными наиболее известными и перспективными способами повышения качества безглютеновых изделий являются предварительная обработка растительного сырья: ИК, СВЧ - нагрев, замачивание, аэрация и т.д. Однако, в практических промышленных условиях большинство из известных способов не актуальны, ввиду высоких энергозатрат, малой рентабельности и амортизации используемого оборудования и т.д..

Установлено, что повышение температуры более 65°C позволило нивелировать запах бобовых и масличных компонентов, что вероятно обусловлено частичным распадом летучих соединений, альдегидов, кетонов и сероводорода. Структурные изменения, произошедшие в сырье в результате нагрева, повлияли на гидратационную способность компонентов, что подтвердилось в ходе практического исследования соотношений упругой и пластической деформации модельных тестовых систем при использовании разного количества влаги, расходуемой на замес (рис.29).

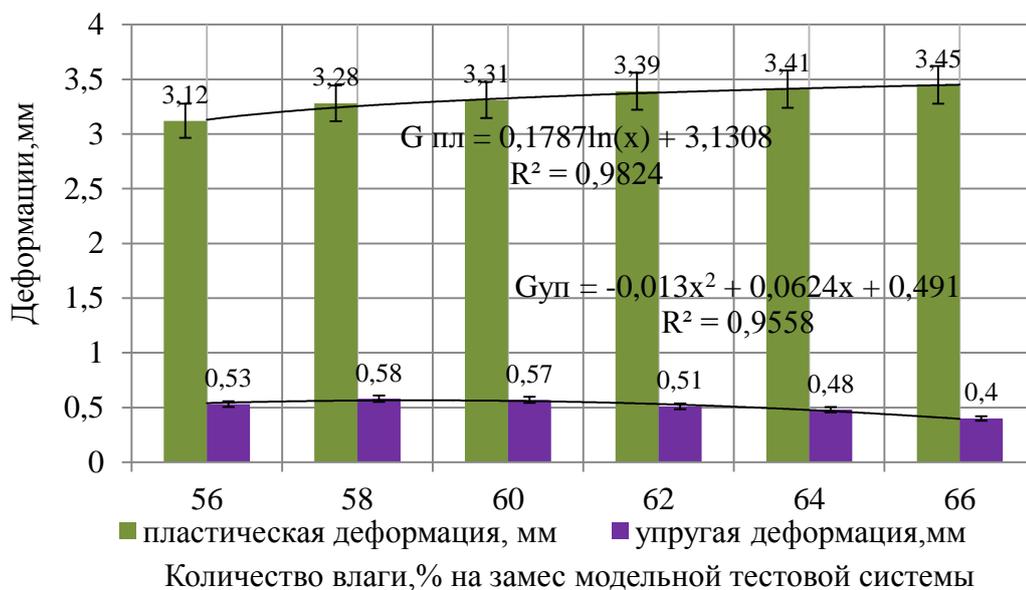


Рисунок 29– Изменение СМС ($G_{пл}$ – пластические деформации, мм; $G_{уп}$ – упругие деформации, мм) модельных тестовых систем из БМС после термизации при разном количестве влаги на замес

В ходе регулирования количества влаги на замес тестовой системы было установлено, что внесение 58% воды к массе БМС наилучшим образом оптимизирует реологические свойства системы с точки зрения получения предпочтительного соотношения пластических (85%) и упругих (15%) деформации, близких по значению к контролю (85% и 15% соответственно).

При сравнении с модельной тестовой системой, выработанной из мучной смеси без температурного воздействия и влаги в установленном количестве (55% к массе БМС), физическая модификация свойств компонентов позволила повысить пластичность массы на 15% и снизить упругость на 10%. Данный факт обусловлен изменением количества влаги в сырье, степени кристалличности крахмальных полисахаридов, частичной клейстеризацией и повышением гидрофильной способности, незначительной денатурацией белковых молекул.

Существенное структурообразующее влияние оказывает на тестовые системы введение вспомогательных ингредиентов, их функциональные особенности, предопределяющие важные биохимические изменения, и, как следствие, обуславливающие получение необходимых реологических и пищевых характеристик моделируемых изделий.

Для выбора параметров и обоснования технологических условий процесса производства безглютенового пельменного были проведены экспериментальные исследования по выявлению рационального количественного соотношения вспомогательных ингредиентов по заданным критериям оптимизации.

Максимальный и минимальный уровень введения вспомогательных компонентов определялся исходя из вторичных и первичных структурных характеристик модельных тестовых систем, установленных путем соотношения реологических характеристик тестовой массы с органолептической оценкой (консистенцией) (Табл.3.9).

Таблица 3.9 – Планирование эксперимента по заданным критериям оптимизации

Наименование ингредиента	Критерий оптимизации	Уровень введения	Шаг варьирования
Эмульсия из яиц куриных (x_1) и масла растительного подсолнечного (x_2)	Повышение упругих (y_1) и пластических (y_2) деформаций, улучшение органолептических свойств	5–15%, к массе БМС	4,0% (x_1)
		0-5%, к массе БМС	1,75% (x_2)
Смесь гуаровой (x_2) и ксантановой (x_1) камедей, количество влаги на замес (x_3)	Снижение адгезионного напряжения (y_3), повышение упругих (y_1) и пластических (y_2) деформаций	0–1%, из расчета в замен массе мучной смеси, %, к массе БМС	0,2% (x_1, x_2)
			1,5% (x_3)
Замена воды на творожную сыворотку (x_1), продолжительность вымешивания теста (x_2), температура жидкости на замес (x_3)	Снижение адгезионного напряжения (y_3), повышение упругих (y_1) и пластических (y_2) деформаций, улучшение органолептических свойств	Соотношение 0:1, в количестве, % к массе БМС, Т= 3,6–10,4 мин Т= 30,2–38,7°C	0,2 ед.д. (x_1) 2мин (x_2) 2,5 °C (x_3)

Определение математической и статистической зависимости между (качественными) исследуемыми и (количественными) изменяемыми параметрами замеса позволит установить оптимальные параметры производства безглютенового пельменного теста.

Согласно аналитическим исследованиям подсолнечное масло является доступным, сбалансированным источником полиненасыщенных жирных кислот, характеризуется повышенным содержанием триглицеридов ненасыщенных жирных кислот, что в наибольшей степени предполагает процесс сорбции жира белками при замесе. Использование эмульсий, содержащих яйца и масло, позволяет создавать условия для наилучшего структурообразования при замесе, за счет чего повышается количество связанных липидов.

Большинство существующих рецептов замороженных полуфабрикатов в тесте в своем составе содержат до 15% яиц к массе муки. Такой уровень введения, очевидно, обусловлен достижением определенных реологических показателей пельменного теста: необходимая эластичность, пластичность и достаточная растяжимость¹²⁶ при раскатке и формовке полуфабрикатов¹²⁷.

Для проведения исследований по выявлению математической зависимости перераспределения упругих и пластических деформаций модельных тестовых систем от количественного введения эмульсии, содержащей яйца и растительное масло, был спланирован и реализован эксперимент. Количество БМС для приготовления модельных тестовых систем было равным – 300г. Как показали проведенные исследования и обобщенная органолептическая оценка модельных тестовых систем увеличение содержания яичепродуктов более 12% и масла более 5% к массе БМС значительно разжижает структуру теста и повышает его липкость. Оптимизация рецептуры теста в установленных количественных ограничениях вспомогательных ингредиентов представлена в виде матрицы планирования (табл. 3.10) и реализации эксперимента (Приложение Б).

Таблица 3.10 – Планирование эксперимента по оптимизации рецептурного состава пельменного теста

Условия планирования	Пределы варьирования основных факторов	
	x_1 - количество яиц,%	x_2 - количество масла,%
Основной уровень (0)	10,00	2,75
Интервал	4,00	1,75
Верхний уровень (+1)	14,00	4,50
Нижний уровень (-1)	6,00	1,00
Верхняя «звездная точка» (+1.414)	15,65	5,22
Нижняя «звездная точка» (-1.414)	4,34	0,27

¹²⁶ Антипова Л.В., Толпыгина И.Н., Калачев А.А. Технология и оборудование производств колбас и полуфабрикатов / под. общ. ред. проф. Л.В. Антиповой. СПб.: ГИОРД, 2011. 438с.

¹²⁷ Рогов И.А., Забашта А.Г., Ибрагимов Р.М., Забашта Л.К. Производство мясных полуфабрикатов. М.: Колосс-Пресс, 2001. 336 с.

Полученные результаты проведенного эксперимента свидетельствуют о положительном влиянии яиц на увеличение упругих деформаций модельных тестовых систем и пластических деформаций – при повышении количества вводимого растительного подсолнечного масла (рис 30).

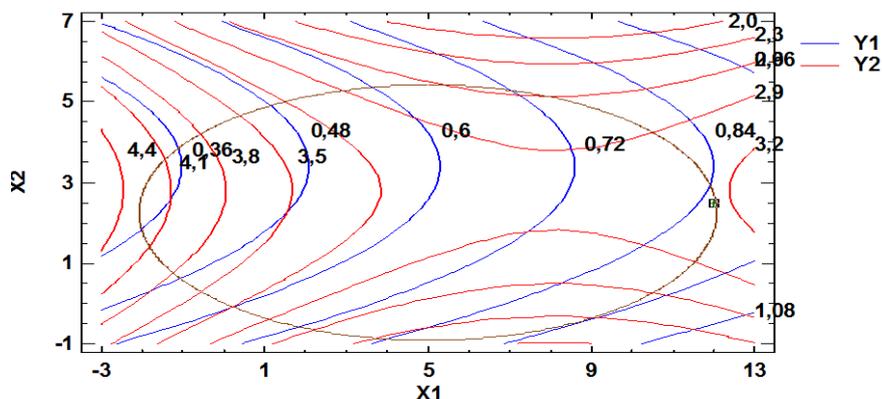


Рисунок 30–Проекция сечения поверхности оклика зависимости упругих (y_1) и пластических (y_2) деформаций от соотношения в эмульсии яиц куриных (x_1) и масла подсолнечного (x_2)

Анализ результатов исследований наглядно показал оптимальное соотношение компонентов в количестве – 12% яиц куриных и 2,5% масла растительного подсолнечного взятых к массе мучной смеси, при котором наблюдаются максимум пластических (3,16мм) и упругих (0,85 мм) деформаций.

Широкое применение в пищевой промышленности гидроколлоидов различной природы обусловлено их многофункциональностью, высокими ФТС, нейтральным вкусом, возможностью гидратации при разных рН и температурных режимах. Согласно аналитическим данным, совместное использование ксантановой и гуаровой камедей в рецептуре пельменного теста позволит решить ряд технологических проблем: улучшить реологические свойства, снизить усушку полуфабрикатов в процессе хранения, уменьшить адгезию при замесе теста и формовании пельменей. Проведенные исследования определили массовые ограничения использования камедей – не более 1% в рецептуре теста. Увеличение смеси

камедей при замесе более 0,8-1% снижало эластичность тестовых масс и придавало изличную крошливость модельным тестовым системам.

При приготовлении модельных тестовых систем расчет количества вспомогательной влаги осуществлялось с учетом свободной влаги, содержащейся в яйцепродуктах, и приведено в значениях равных общему ее расчетному количеству в тестовой системе (Приложение Б). Величина адгезионного напряжения отражает направление силы внутреннего сопротивления тела, отнесенную к площади ее сечения.

Адекватность и достоверность полученных результатов экспериментальных исследований подтверждена критериями Фишера и Кохрена у математических зависимостей вида:

$$y_1 = 0,839 - 0,03x_1 + 0,02x_2 - 0,059x_3 - 0,013x_1^2 - 0,013x_2^2 - 0,034x_3^2, \quad (33)$$

$$y_2 = 3,22 + 0,0176x_1 - 0,0122x_2 + 0,0095x_3 - 0,000081x_1^2 - 0,000081x_2^2 - 0,037x_3^2, \quad (34)$$

$$y_3 = -3885 + 20,92x_1 - 36,13x_2 - 569,61x_3 - 265,5x_1^2 - 217,9x_2^2 - 1,42x_3^2, \quad (35)$$

Увеличение количества вводимой гуаровой камеди в модельную тестовую систему одновременно повышало упругие деформации и снижало адгезионное напряжение тестовых масс. Положительное влияние на пластические деформации тестовых систем было отмечено при повышенном использовании ксантановой камеди и количества влаги на замес (рис.31).

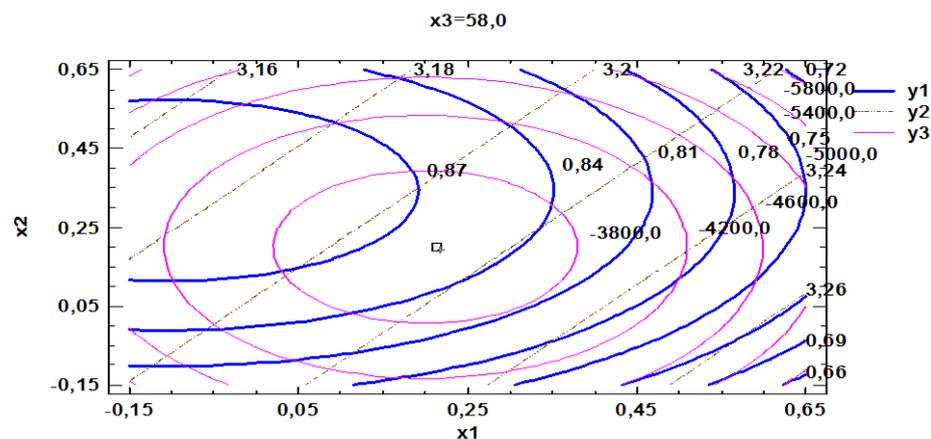
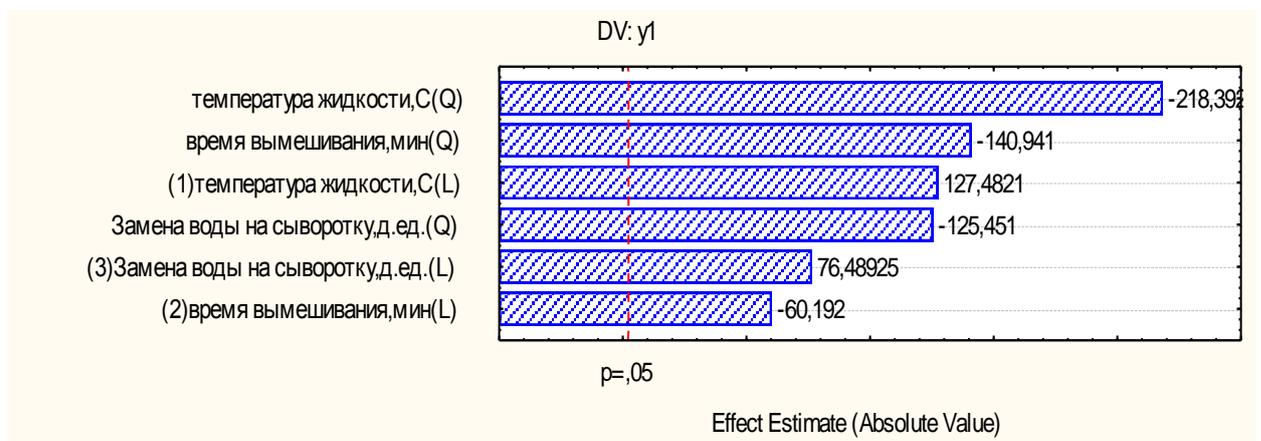


Рисунок 31– Проекция сечения поверхности отклика упругих (y_1) и пластических (y_2) деформаций и адгезионного напряжения (y_3) модельных тестовых систем от разного уровня введения ксантановой (x_1), гуаровой камеди (x_2) и количества влаги (x_3) на замес

Анализируя вышепредставленные данные можно сделать вывод, что оптимальными биотехнологическими решениями процесса производства пельменного безглютенового теста можно считать введение 0,2% гуаровой камеди, 0,2%– ксантановой камеди в модельные тестовые системы, а так же эмульсии из 12% яиц и 2,5% масла подсолнечного растительного, взятых из расчета к массе мучной безглютеновой смеси.

Установленные ранее высокие структурообразующие свойства вторичного молочного сырья в условиях экспериментальных исследований компрессионных и поверхностных свойств модельных тестовых систем представляют практический интерес при разработке и моделировании рецептуры безглютенового пельменного теста. Совместное исследование влияния замены воды на вторичное молочное сырье, температуры жидкой среды и продолжительности замеса теста позволит установить оптимальные физические условия для сохранения максимальной энергии первичных химических связей, снижения низкомолекулярных связей в процессе тестоприготовления, повышения органолептических и реологических свойств модельных тестовых систем.

Влияние продолжительности замеса и температуры жидкой фазы, расходуемой на замес теста определяется степенью денатурации белковых молекул, скоростью образования белково-липидных комплексов, гидрофильностью и гидрофобностью входящих компонентов и т.д. (рис.32).



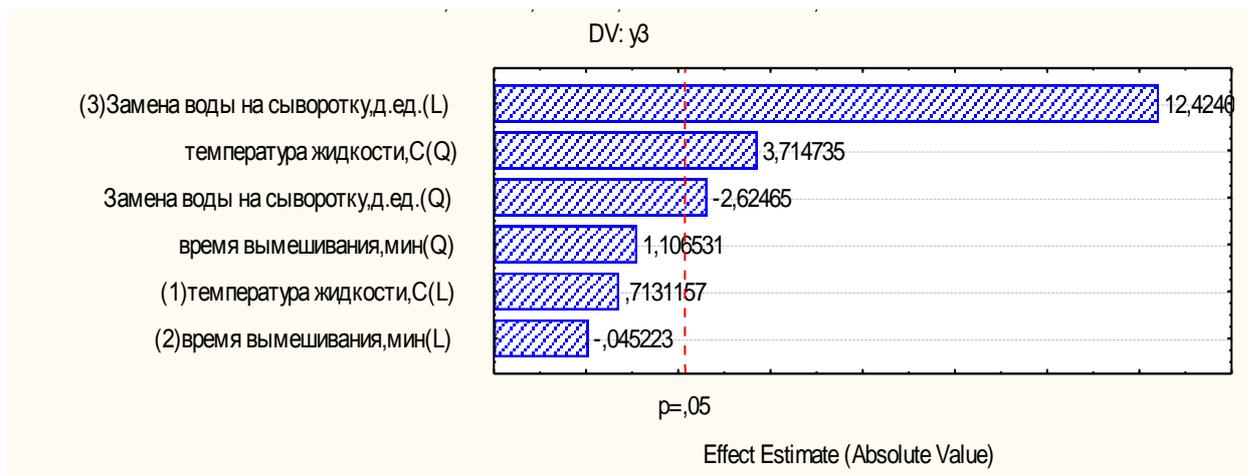
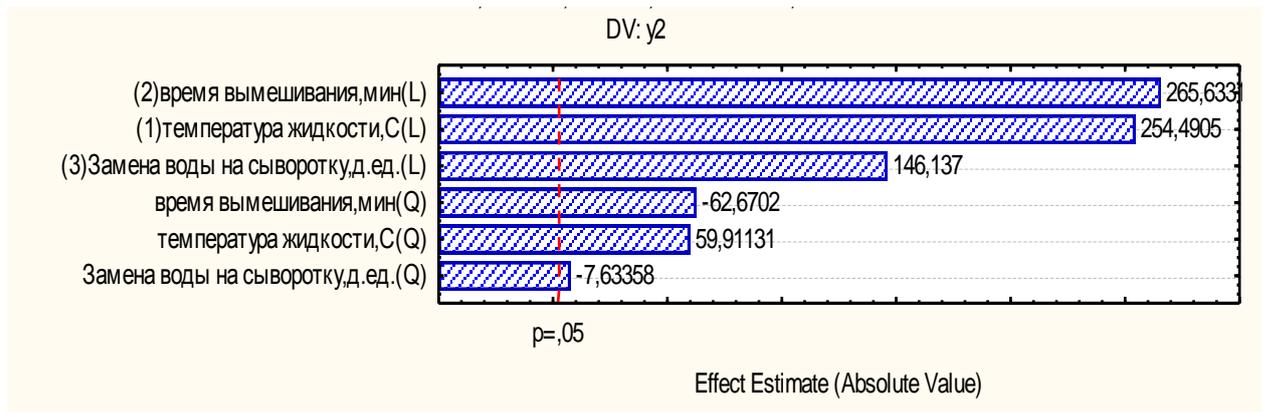


Рисунок 32 – Карты Парето влияния физических факторов процесса тестообразования на реологические свойства (y_1 - упругая деформация, y_2 - пластическая деформация, y_3 - адгезионное напряжение) модельных тестовых систем

Как демонстрируют представленные карты Парето, повышение пластичности теста связано с увеличением количества вводимой творожной сыворотки, продолжительности тестоприготовления и температуры жидкости на его замес.

Процесс оптимизации физических условий приготовленияпельменного теста представлен в виде сечения поверхности отклика изменений упруго-пластических деформаций и адгезионного напряжения на рисунке 33 и подтвержден регрессионными моделями вида:

$$y_1 = 0,939 + 0,74x_1 - 0,035x_2 + 0,044x_3 - 0,124x_1^2 - 0,08x_2^2 - 0,071x_3^2, \quad (36)$$

$$y_2 = 3,31 + 0,184x_1 + 0,193x_2 + 0,106x_3 + 0,042x_1^2 - 0,044x_2^2 - 0,005x_3^2, \quad (37)$$

$$y_3 = -2100,7 + 35,74x_1 - 2,27x_2 + 622,7x_3 + 181,2x_1^2 + 53,98x_2^2 - 128,05x_3^2, \quad (38)$$

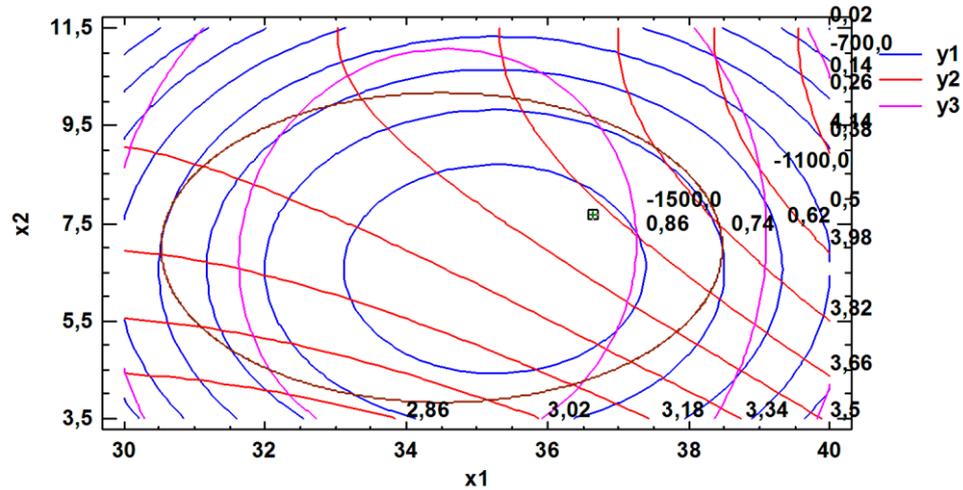


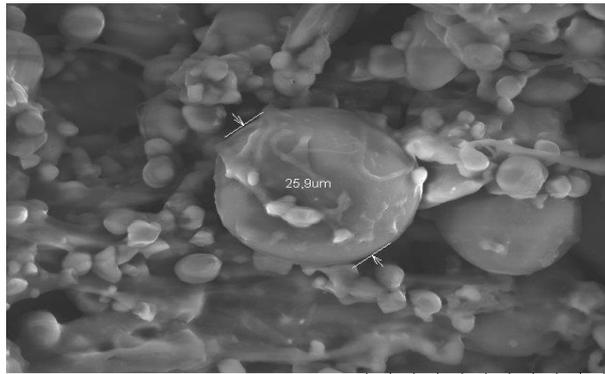
Рисунок 33 – Проекция сечения поверхности отклика поверхности отклика процесса оптимизации условий процесса производства безглютенового пельменного теста

Анализ полученных данных свидетельствует о необходимости введения в рецептуру теста полуфабрикатов творожной сыворотки и воды при соотношении 70:30, с температурой не более 37 С, продолжительностью вымешивания не более 7,5–8 минут, что обусловлено наличием максимальных значений показателей упругих (0,88мм) и пластических (3,63мм) деформаций и минимальными значениями адгезионного напряжения (1583 Па) в модельной тестовой системе.

Введение творожной сыворотки характеризуется усилением сил межмолекулярного сцепления частиц, повышением гидрофобности поверхности тестовой системы. Проведенная органолептическая оценка модельных тестовых систем показала на лучшие характеристики образцов с введением 70 % и 80% сыворотки в замен части воды, при этом соотношении наблюдались оптимальные вкусовые и сенсорные показатели теста.

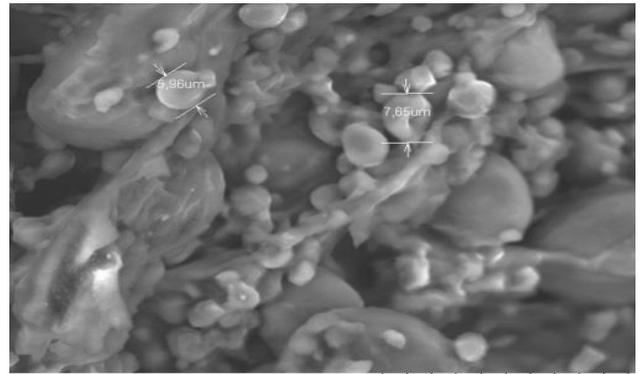
Микроструктуру теста опытного, с предпочтительной заменой 70% воды молочной сывороткой, и контрольного (пшеничного) образцов изучали с помощью растровой электронной микроскопии при температуре минус 18°С в процессе хранения. Изучаемыми показателями проводимого эксперимента стало микроструктурные изменения тестовой массы и

биополимеров при введении сыворотки на момент производства теста и на 90-е сутки хранения (Рис.34).



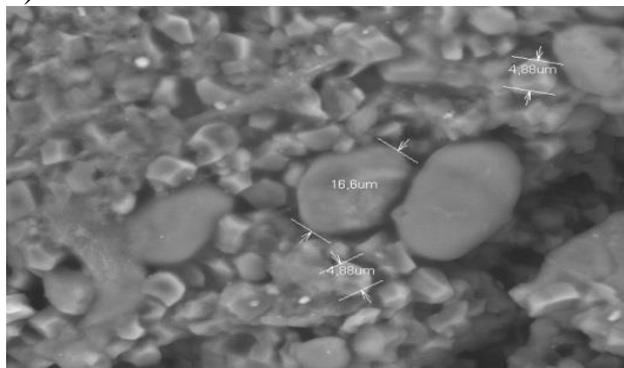
NCFU LPTK0093 2016.03.14 12:48 HL D4,2 x2,0k 30 μm
T-060-sg0-vts

а)



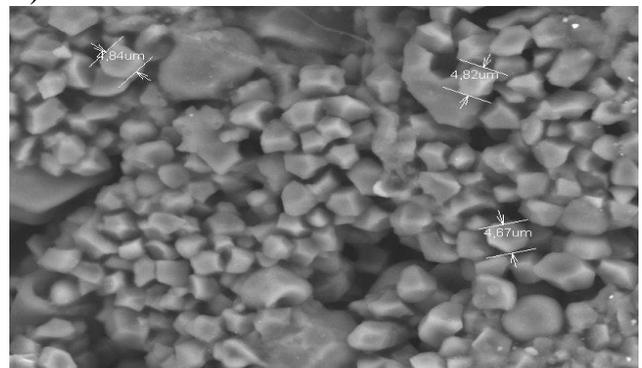
NCFU LPTK0091 2016.03.14 12:43 HL D4,2 x2,0k 30 μm
T-060-sg0-vts

б)



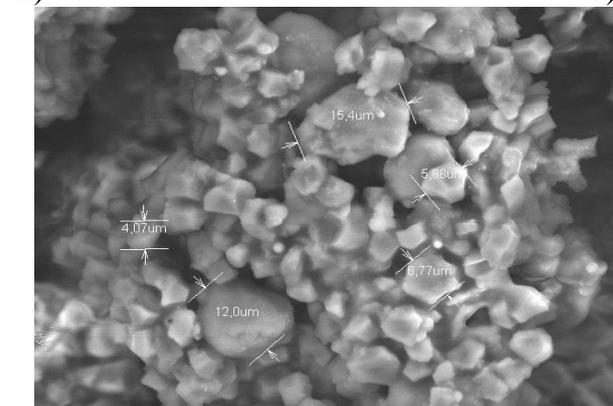
NCFU LPTK0094 2016.03.14 12:53 HL D3,9 x2,0k 30 μm
T-060-sg0-vts

в)



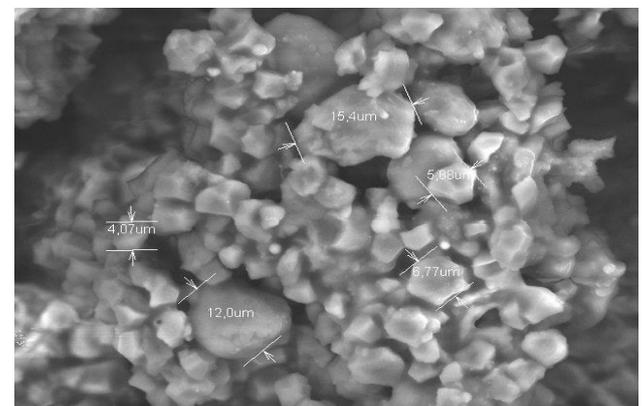
NCFU LPTK0095 2016.03.14 12:57 HL D3,9 x2,0k 30 μm
T-060-sg0-vts

г)



NCFU LPTK0104 2016.03.14 13:27 HL D4,1 x2,0k 30 μm
T-060-sg0-vts

д)



NCFU LPTK0104 2016.03.14 13:27 HL D4,1 x2,0k 30 μm
T-060-sg0-vts

е)

Рисунок 34 –Микроструктура пшеничного (а), безглютенового(70% сыворотки) (д) и безглютенового(100% сыворотки) (в) теста на начало срока хранения; пшеничного (б), безглютенового (70% сыворотки) (е) и безглютенового теста (100% сыворотки) (г) на конец срока исследований (1×2000)

На рисунках четко наблюдаются основные биополимеры тестовых систем: белковые макромолекулы имеют округлую сферическую форму в пшеничном тесте и на момент заморозки имеют большие размеры (до 25,9 мкм), чем в безглютеновом (12 -16,6мкм). Структура пшеничного теста в процессе хранения обретала пустоты, характеризовалась образованием четких агрегаций крахмальных частичек размером до 7,65 мкм. При этом модельная система из пшеничной муки приобретала более аморфную рыхлую структуру, чем опытные модельные тестовые системы. На основании микроструктурных исследований становится очевидно, что в тесте при холодильном хранении происходит ряд биохимических и физико-химических изменений - белки частично денатурируют, индуцируется «старение» и уплотнение крахмальных зерен, что приводит к сокращению расстояния между биополимерам. В опытном образце пельменного теста с использованием при замесе только молочной сыворотки наблюдалось образование большого количества деформированных крахмальных зерен, мелких по размеру. В процессе хранения данные образцы интенсивно теряли влагу, при этом структурное перераспределение влаги способствовало большему образованию пустот. В образце с использованием 70% сыворотки сразу после заморозки находили более равномерные по размеру белковые молекулы (12-15мкм), и крахмальные зерна (4-5мкм).

По результатам исследований можно сказать, что агрегация крахмальных полисахаридов и белков в безглютеновом тесте с заменой воды на 70% сыворотки, приводит к формированию уплотнённой структуры, повышению технологических свойств теста. В данном случае можно предполагать наступление «равновесной точки» гидролиза, где совершается переход от ферментативного гидролиза крахмала к кислотному, за счет чего тесто обладает лучшими технологическими свойствами. При этом данное явление целесообразно интерпретировать влиянием сыворотки на число падения БМС, уменьшением количества растворимых компонентов, модификацией крахмальных зерен в процессе кислотного гидролиза до

декстринов, связыванием свободной влаги гидроколлоидами, что в итоге приводит к образованию прочных связей между веществами и улучшению общей структуры тестовой массы. Дальнейшее увеличение вносимой сыворотки в модельные тестовые системы характеризуется усилением кислотонакопления, в ходе которого крахмал расщепляется до декстринов, и далее до глюкозы. При полном гидролизе моноуглеводы хуже связывают воду, тем самым ухудшая технологические качества теста¹²².

Органолептическая оценка контрольного и опытных образцов теста спустя 90-е сутки хранения производилась на основании исследований количества растрескиваний на поверхности теста, изменений цветовых и вкусовых характеристик. Опытные образцы, содержащие в составе творожную сыворотку, отличались улучшенными органолептическими показателями, меньшим количеством растрескиваний на поверхности.

3.5 Теоретическое обоснование и формирование оптимального рецептурного состава начинки специализированных мясных полуфабрикатов

При проектировании рецептур безглютеновых продуктов питания важным аспектом является формирование качественного состава пищевых изделий, обеспечивающего энергией и нутриентами физиологические потребности организма с учетом возраста, тяжести заболевания и существующими медико-биологическими рекомендациями¹¹¹. Использование принципов компьютерного проектирования рецептурного состава – перспективный способ получения моделей рецептур, полноценных по составу в соответствии с требованиями теории сбалансированного питания¹²⁸.

¹²⁸ Муратова Е.И., Толстых С.Г. Проектирование рецептур кондитерских изделий: метод. указ. Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. 32 с.

Для достижения намеченной цели, на основании литературных данных и экспериментально полученных результатов исследований был произведен расчет содержания пищевых веществ в безглютеновом пельменном тесте (Табл.3.11).

Таблица 3.11– Содержание пищевых веществ в безглютеновом пельменном тесте

Наименование ингредиента	Содержание в рецептуре, %	Массовая доля в сырье, %		
		белка	жира	углеводов
Безглютеновая мучная смесь*	59,80	9,20	2,20	48,3
Яйцо куриное	7,20	12,70	10,40	0,05
Масло подсолнечное	1,50	0,00	99,00	-
Сыворотка творожная	20,50	1,00	0,40	1,0
Смесь камедей	0,40	0,00	0,00	-
Вода питьевая	8,80	0,00	0,00	-
Соль поваренная	1,80	0,00	0,00	-
Итого:	100,00			

Примечание. Безглютеновая мучная смесь*: рисовая мука–41,6%, нуттовая мука–6,6%, амарантовая мука–4,0%, льняная мука –0,8%, кукурузный крахмал–6,8%.

Полученные расчетные данные показали, что содержание жира (3,63г) и белка (6,62г) в пельменном тесте находится в соотношении – 1:1,82. При расчете показателей биологической ценности белка безглютеновой мучной смеси было установлено, что лимитирующими являются три аминокислоты –лизин, метионин, треонин.

Согласно формуле сбалансированного питания академика Покровского А.А. рекомендованным соотношением белка и жира в готовом продукте считается соотношение 1:1, в этой связи для достижения необходимой пропорции пищевых нутриентов в полуфабрикатах и компенсации лимитирующих незаменимых аминокислот пельменного теста, была поставлена задача подбора мясного сырья повышенной пищевой и биологической ценности для производства начинки специализированных мясных полуфабрикатов в безглютеновом тесте.

Анализ литературных данных химического и аминокислотного состава⁴³ мясного сырья показал, что наиболее перспективными для производства замороженных безглютеновых полуфабрикатов в тесте являются мясо говядины и мясо цыплят – бройлеров, отличающихся высоким содержанием белка и пониженным содержанием жира, наилучшей аминокислотной сбалансированностью по отношению к значениям, рекомендованных комитетом ФАО/ВОЗ. Кроме того данные виды сырья содержат повышенное количество лизина, метионина, цистина, треонина, что в большей степени обуславливает целесообразность их использования в составе начинки пельменей.

Большинство замороженных полуфабрикатов в тесте содержат в качестве жирного сырья в своем составе птичий жир, свинину жирную, эмульсии с содержанием растительных жиров и т.д. Согласно анализу литературных данных⁴³, повышенная нутриентная адекватность состава липидов гусиного жира и оливкового масла предполагает перспективу обогащения начинки пельменей эссенциальными нутриентами и возможности улучшения ее органолептических характеристик.

Учитывая, что расчетные показатели биологической ценности безглютеновой мучной смеси показали наименьшее содержание лизина, то его восполнение в необходимых значениях должно быть отражено в приоритетных критериях процесса оптимизации: максимальное значение аминокислотного сора по лизину, биологическая ценность пищевого белка $БЦ \geq 85\%$, содержание жира $\sum Ж \leq 20,0$ г /100 грамм в начинке, содержание белка $Б \geq 12$ г/ 100 грамм. Количественный выбор значений численных критериев оптимизации обоснован необходимостью получения химического состава пельменей согласно ГОСТ 33394–2015 и ГОСТ 32750-2014. Расчет показателей осуществляли по формулам (4-9)¹⁰⁹.

Методика расчета желаемых характеристик проектируемого продукта основывается на построении системы линейных неравенств или уравнений материального баланса по заданным искомым нутриентам или параметрам.

Получение оптимизированного состава рецептурной композиции осуществляется согласно фундаментальному закону сохранения массы веществ в установленных массовых ограничениях¹²⁹.

Для построения системы балансовых неравенств путем линейного программирования использовали среду Microsoft Excel 2010 с помощью команды «Поиск решений». Вид целевой функции для заданного нами критерия оптимизации имеет вид:

$$C_{л} = \frac{\sum \text{Ал.пр.}}{\text{Ал.эт.}} \rightarrow \max, \quad (39)$$

Система балансовых уравнений будет иметь вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} 16 \cdot x_1 + 16,1 \cdot x_2 + 0,2 \cdot x_3 + 99 \cdot x_4 + 0,3 \cdot x_5 + 99,8 x_6 + 3,3 x_7 \leq 20,0; \\ 18,9 \cdot x_1 + 18,7 \cdot x_2 + 1,4 \cdot x_3 + 6,5 \cdot x_5 + 10,8 \cdot x_7 \geq 12; \\ \frac{\sum_{j=1}^8 A_{j\text{пр}} \cdot (x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5) - C_{\text{min}} \cdot 36}{\sum_{j=1}^8 A_j \cdot (x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5)} \geq 85,0 \end{array} \right. \quad (40)$$

где

$X_1 \dots X_n$ – массовые доли ингредиентов в рецептуре начинки из заданного интервала значений, %

X_1 - массовая доля говядины 1 сорта;

X_2 – массовая доля мяса птицы ЦБ;

X_3 – массовая доля лука репчатого;

X_4 – массовая доля жира- сырца гусиного;

X_5 – массовая доля воды питьевой/ чешуйчатого льда;

$\sum_{j=1}^8 A_{j\text{пр}}$ – суммарное расчетное значение каждой незаменимой аминокислоты в продукте;

C_{min} – минимальный лимитирующий скор суммарного нахождения незаменимой аминокислоты в продукте.

Результаты практической реализации процесса оптимизации состава начинки пельменей представлены в таблице 3.12.

¹²⁹ Лисин П.А., Эдигер Е.И., Эдигер Н.И., Чернопольская Н.Л. Компьютерная оптимизация витаминного состава на примере творожного продукта для школьного питания // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2014. №4. С.53-59.

Таблица 3.12– Информационная матрица формирования рецептурного состава начинки пельменей

Наименование ингредиента	Масса, кг	Предел варьирования		массовая доля в сырье, %		Содержание незаменимых аминокислот, г на 100 г белка							
		от	до	белка	жира	Лизин	Треонин	Валин	Лейцин	Изолейцин	Фенилаланин + Тирозин	Триптофан	Метионин+ Цистин
Говядина 1с	50,00	0,00	50,00	18,90	16,0	8,15	4,30	5,67	7,91	4,20	7,79	1,13	3,82
Мясо цб 1 с	20,00	0,00	20,00	18,70	12,8	8,72	4,80	4,85	7,87	3,90	7,60	1,50	3,79
Лук репчатый свежий	11,00	0,00	11,00	1,40	0,2	4,94	5,47	6,79	11,50	7,72	10,19	1,60	3,20
Жир-сырец гусиный	7,00	0,00	7,00	0,00	99,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Чеснок свежий	0,20	0,20	0,20	6,80	0,3	7,17	4,00	5,30	7,90	4,35	8,56	0,92	2,13
Вода питьевая	8,80	0,00	10,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Оливковое масло	1,00	0,00	10,00	0,00	99,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Кориандр	0,20	0,20	0,20	1,50	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Соль поваренная пищ.	1,60	1,60	1,60	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
перец черный	0,20	0,20	0,20	10,80	3,3	1,00	1,00	1,00	4,00	1,00	2,00	0,00	1,00
Итого:	100,0			18,59	13,38								
Эталон ФАО/ВОЗ						5,50	4,00	5,00	7,00	4,00	6,00	1,00	3,50
Содержание аминокислоты в начинке, г						6,44	3,73	4,57	6,79	3,71	6,57	2,04	3,03
Σ эталонных аминокислот, г	36,0												
Σ расчетных аминокислот, г	36,8												
аминокислотный скор, %						115,98	93,04	91,29	97,40	93,50	109,28	104,28	86,5
минимальный C _{ак} , %	0,87												
КСАС, %	85												
КРАС, %	15												
показатель сопоставимой избыточности –с, г	6,4												
ИНАК	1,07												
Биологическая ценность пищевого белка, %	85,1												

Анализ данных по оптимизации целевой функции выявил, что значение аминокислотного сора по лизину составляет -116% , при содержании жира в начинке $-18,6\%$, белка $-13,38\%$ и его биологической ценности $-85,1\%$.

Исходя из результатов компьютерной оптимизации был определен рецептурный состав начинки пельменей, содержащей 50% – говядины 1 сорта, 20% – мяса птицы цыплят-бройлеров 1 сорта, 11% – лука репчатого свежего, $7,0\%$ – жира-сырца гусиного, $8,8\%$ – воды питьевой, 1% – масло оливковое, а так же другие вспомогательные компоненты в установленных количествах.

Заключение по разделу 3

На основании комплекса проведенных экспериментальных исследований можно сделать вывод, что эффективной возможностью повышения качества безглютенового пельменного теста является комбинирование безглютеновых видов муки и крахмала с разными функциональными, реологическими свойствами, пищевой и биологической ценностью. Установлено, что для обеспечения максимальных значений упругих и пластических деформаций модельной тестовой системе, в максимальной степени близких по значениям к контролю из пшеничной муки в/с, рецептурный состав безглютеновой мучной смеси должен включать $69,6\%$ –рисовой муки, $11,3\%$ – кукурузного крахмала, 11% –нутовой муки, $6,8\%$ –амарантовой и $1,3\%$ –льняной муки.

Практическое применение сухого нагрева позволило создать оптимальные условия для повышения органолептических и ФТС безглютенового растительного сырья. Установлено, что предварительная обработка безглютенового растительного сырья до $65\pm 2^\circ\text{C}$ обеспечивает увеличение ВПС, ВУС, ЖПС, ЖУС, набухаемости всех компонентов.

Улучшение качества пшеничного и безглютенового пельменного теста обеспечивается благодаря введению творожной сывороткой ($67-70^\circ\text{T}$), связанное с повышением пластических деформаций, снижением

адгезионного напряжения, увеличением скорости мгновенной релаксации внутренних напряжений, физико-химических, органолептических и микроструктурных показателей тестовых систем.

Компьютерная оптимизация состава безглютенового пельменного теста на основании изменений структурно-механических свойств модельных тестовых систем определила необходимый уровень введения вспомогательных ингредиентов: яиц куриных в количестве 12% и 2,5% масла подсолнечного, взятых из расчета к массе БМС, ксантановой и гуаровой камедей, взятых в соотношении 1:1 в количестве 0,4% в тесто. Сокращение времени замеса теста до 7,5–8 минут обеспечивается при введении творожной сыворотки и воды с температурой не выше 37С (при соотношении 70:30 соответственно), интенсифицирующей биохимические процессы приготовления теста.

По итогам проведенных экспериментальных исследований получено соотношение основных и вспомогательных компонентов, определены условия замеса безглютенового пельменного теста, обеспечивающие максимальные значения упруго-пластических деформаций, минимальные значения адгезионного напряжения в наибольшей степени близких по значениям к контролю из пшеничной муки в/с.

По результатам аналитических исследований литературных источников выделены перспективные виды мясного и вспомогательного сырья для производства начинки пельменей. Моделирование состава (согласно ГОСТ 33394-2015) показало соотношение ингредиентов в рецептуре, при которых можно достичь содержания пищевых веществ в готовом продукте в физиологически рекомендованном количестве.

Анализ полученных данных выявил, что необходимость в подборе условий или особых факторов производства нового вида специализированных мясных полуфабрикатов с использованием безглютенового растительного сырья (отличных от традиционных параметров изготовления пельменей) отсутствует.

ГЛАВА 4. РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

4.1 Разработка рецептуры и технологии производства пельменей «Безглютеновые»

На основании результатов экспериментальных исследований, была разработана рецептура и технология производства специализированных мясных полуфабрикатов в безглютеновом тесте. Для выработки контрольного образца теста пельменей была выбрана рецептура и технологическая схема производства теста пельменей «Домашние» (ТУ 9214-009-48160588-2014)¹³⁰.

При производстве безглютенового пельменного теста использовались муку и крахмал, соответствующих основным требованиям ТР ТС 021/2011¹³¹, ТР ТС 022/2011¹³², ТР ТС 029/2012¹³³, сопровождающихся сертификатами соответствия, соответствующей маркировкой о содержании глютена («gluten free») и протоколами испытаний о его количестве в безглютеновом мучном сырье (≤ 10 мг/кг).

Используемые пищевые добавки и вспомогательные материалы разрешены для применения в производстве специализированной

¹³⁰ ТУ 9214-009-48160588-2014 Полуфабрикаты мясные и мясосодержащие в тесте замороженные. Технические условия (пельмени, манты, вареники и т.п.). Москва, 2014. 84 с.

¹³¹ Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011)/ Принят решением Совета Евразийской экономической комиссии от 9.12.11 № 880 / Официальный сайт Евразийской Экономической Комиссии [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.eurasiancommission.org

¹³² Технический регламент Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки» (ТР ТС 022/2011)/ Принят решением Комиссии Таможенного союза от 9.12.11г. № 881 / Официальный сайт Евразийской Экономической Комиссии [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.eurasiancommission.org.

¹³³ Технический регламент (ТР ТС 029/2012) «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств»/ Принят решением Комиссии Таможенного союза от 20.07.2012г/ Официальный сайт Евразийской Экономической Комиссии [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.eurasiancommission.org.

безглютеновой продукции по основным показателям качества и безопасности, соответствующих ТР ТС 029/2012.

Принимая во внимание результаты моделирования композиции безглютенового пельменного теста и оптимизации рецептурного состава начинки были выработаны партии опытных и контрольных образцов замороженных полуфабрикатов в тесте по приведенным рецептурам (табл.4.1).

Таблица 4.1–Рецептуры контрольных и опытных образцов пельменей

Сырье, пряности и материалы	Норма расхода, кг на 100 кг	
	Контрольный образец	Пельмени «Безглютеновые»
Основное сырье, кг/100 кг несоленого сырья		
Говядина жилованная 1с.	34,7	34,7
Мясо цыплят-бройлеров 1 с.	14,0	14,0
Жир-сырец гусиный	5,0	5,0
Мука пшеничная в/с	35,0	-
Безглютеновая мучная смесь*	-	33,4
Яйца куриные пищевые	3,2	4,0
Лук свежий репчатый	7,3	7,3
Масло оливковое	0,8	0,8
Масло подсолнечное растительное	-	0,8
Вспомогательное сырье и материалы, г/100кг сырья		
Перец черный молотый/ перец душистый	100	100
Кориандр	100	100
Чеснок свежий	100	100
Камедь гуаровая	-	100
Камедь ксантановая	-	100
Соль пищевая поваренная	1700	1700
Мука рисовая/ пшеничная на подсыпку	- / 1000	1500 / -

Безглютеновая мучная смесь* (кг): рисовая мука–23,2, нутовая мука–3,7, амарантовая мука–2,3, льняная мука –0,4, кукурузный крахмал–3,8.

Апробация замороженных безглютеновых полуфабрикатов в тесте осуществлялась на кафедре «Технологии мяса и консервирования», а так же в промышленных условиях на ООО СХП «Югроспром» (г. Новоалександровск) (Приложение Р).

Производство пельменей осуществляли из одних партий сырья, при прочих равных производственных режимах и условиях. Замес проводили в тестомесах непрерывного действия марки НВН-25 (промышленные условия) со скоростью вращения вала 40 об/мин.

Выработку опытных образцов – пельменей «Безглютеновые» проводили в отдельных цеховских помещениях при использовании сырья, тары, вспомогательных материалов и оборудования, исключающих возможность контаминации глютеном и его фракциями.

Отличием при производстве пельменей «Безглютеновые» являлась предварительная обработка смеси из безглютенового растительного сырья (сухой нагрев) в лабораторных условиях до температуры $65\pm 2^{\circ}\text{C}$ в сушильных шкафах кондуктивным способом СНОЛ-3,5.3,5.3,5./3,5-И1М, в производственных условиях на ленточной сушилке каскадного типа конвективным способом. При производстве безглютенового пельменного теста использовали творожную сыворотку и питьевую воду, взятых в соотношении 70:30,соответственно.

При производстве теста для контрольных образцов пельменей использовали питьевую воду. Продолжительность замеса теста проводилась до достижения пластичной однородной консистенции теста и для контрольных образцов пельменей составляла около 15 минут.

После замеса теста предусматривалось его выдерживание в течение 40 минут при температуре не выше $20-25^{\circ}\text{C}$.

Технологическая схема производства¹²⁶ пельменей «Безглютеновые» представлена на рисунке 35.

Основные технологические этапы производства пельменей «Безглютеновые» приведены в ТУ 9214-001-93246014-2016 (Приложение Н).

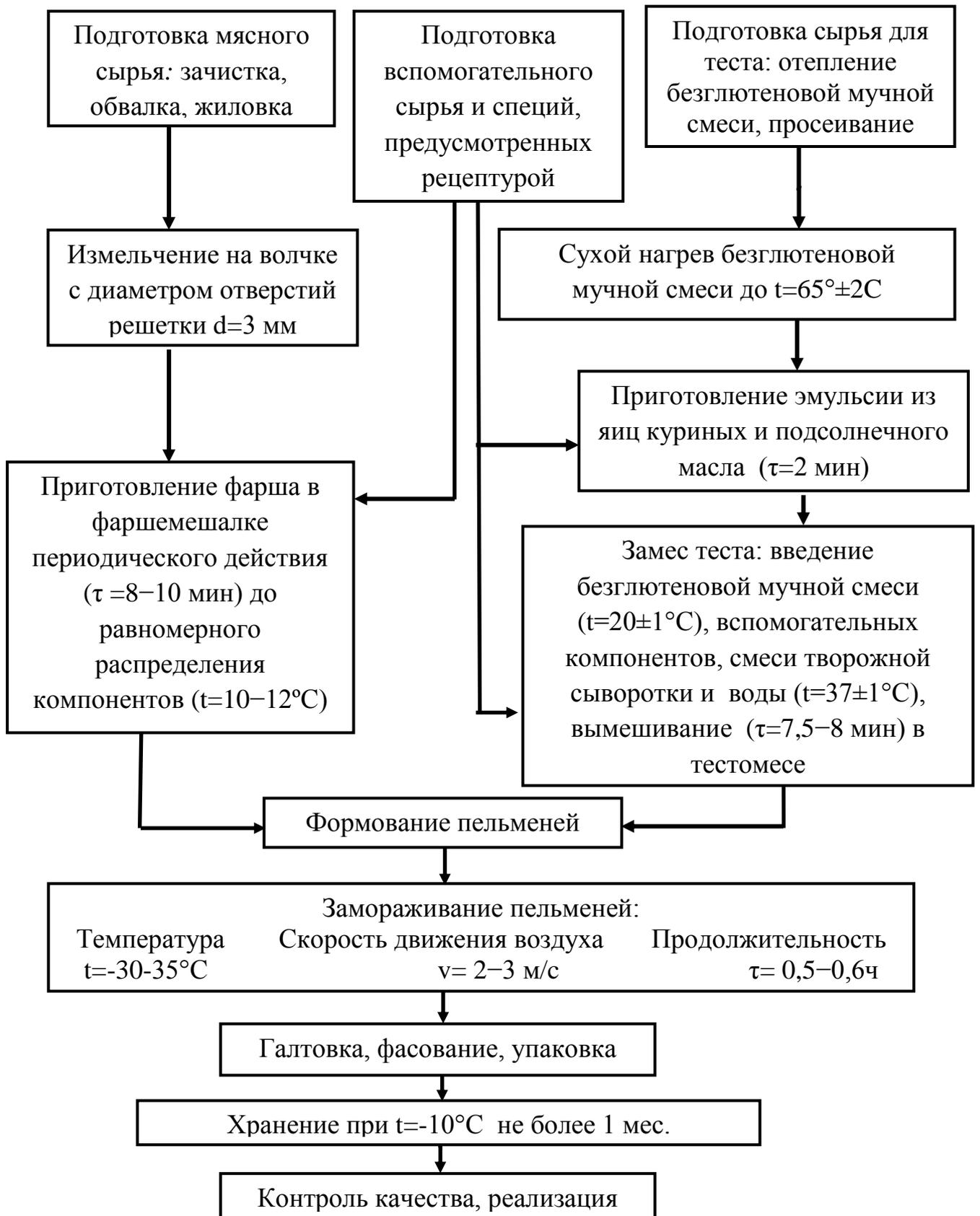


Рисунок 35 – Технологическая схема производствапельменей «Безглютеновые»

Выработанные контрольные и опытные образцы пельменей исследовали по основным показателям качества.

В ходе проведения исследований химического состава определили содержание пищевых веществ и энергетическую ценность пельменей (табл. 4.2).

Таблица 4.2–Химический состав контрольных и опытных образцов пельменей

Наименование образца пельменей	Массовая доля, %					Энергетическая ценность/ Калорийность, кДж/ккал
	влаги	белка	жира	углеводов	зола	
Контрольный	53,5±0,8	11,6±0,1	11,3±0,1	22,5±1,1	1,1±0,1	973/226
Пельмени «Безглютеновые»	54,6±0,8	12,1±0,1	11,7±0,1	20,3±1,1	1,3±0,1	962//230

На основании полученных результатов исследований установлено, что пельмени «Безглютеновые» отличаются повышенным содержанием влаги, белка и жира. Причем соотношение данных нутриентов (1:1:4,5) в опытных и контрольных образцах полуфабрикатов приближается к оптимальному для усвоения продукта организмом человека (1:1:4).

Выход контрольного образца пельменей составляет 121 %, пельменей «Безглютеновые» до 124%. Массовая доля влаги безглютенового пельменного теста, определенная расчетным путем¹²⁷, оказалась равной 42%, пшеничного–40%. Температура безглютенового пельменного теста составила 27±1°C, контрольного образца пельменного теста – 26±1°C.

Проведение исследований физико-химических и органолептических показателей пельменей осуществляли на основании требований ГОСТ 33394-2015. Результаты испытаний представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.3 – Органолептические и физико-химические показатели контрольных и опытных образцов пельменей

Наименование показателя	Контрольный образец пельменей	Пельмени «Безглютеновые»
Внешний вид	Пельмени не слипшиеся, недеформированные, имеют форму полукруга, прямоугольника или квадрата, или другой формы, края хорошо заделаны, фарш не выступает, поверхность сухая	Пельмени не слипшиеся, недеформированные, имеют форму полукруга, прямоугольника или квадрата, или другой формы, края хорошо заделаны, фарш не выступает, поверхность сухая
Вкус и запах, цвет	Вареные пельмени имеют приятный вкус и аромат, свойственные данному виду продукта. Фарш сочный с ароматом лука, чеснока, пряностей, без посторонних привкуса и запаха, цвет теста бело-желтого цвета	Вареные пельмени имеют приятный вкус и аромат, свойственные данному виду продукта. Фарш сочный с ароматом лука, чеснока, пряностей, без посторонних привкуса и запаха, цвет теста белый с серым оттенком
Вид на срезе	На срезе изделия видно тестовую оболочку, окружающую начинку в виде фарша, или смеси мясных и немясных ингредиентов различного измельчения.	На срезе изделия видно тестовую оболочку, окружающую начинку в виде фарша, или смеси мясных и немясных ингредиентов различного измельчения.
Толщина тестовой оболочки пельменя, мм	Толщина тестовой оболочки – $2 \pm 0,1$ мм, в местах заделки – $2,5 \pm 0,1$ мм.	Толщина тестовой оболочки – $2 \pm 0,1$ мм, в местах заделки – $2,5 \pm 0,1$ мм.
Масса одного пельменя, г	$13 \pm 0,50$	$12 \pm 0,50$
Массовая доля хлористого натрия в сырых пельменях, %	$1,1 \pm 0,10$	$1,3 \pm 0,10$
Массовая доля общего фосфора (в пересчете на P_2O_5), %	$0,34 \pm 0,05$	$0,4 \pm 0,05$
Массовая доля начинки к массе пельменя, %	$50 \pm 1,0$	$50 \pm 1,0$
Температура полуфабриката, °С	- $18 \pm 0,5$	- $18 \pm 0,5$
Температура в толще продукта, °С	- $10 \pm 0,5$	- $10 \pm 0,5$

В ходе проведения экспериментальных испытаний установили, что контрольные и опытные образцыпельменей (рис.36) соответствуют основным показателям качества, свойственным данному виду полуфабрикатов.

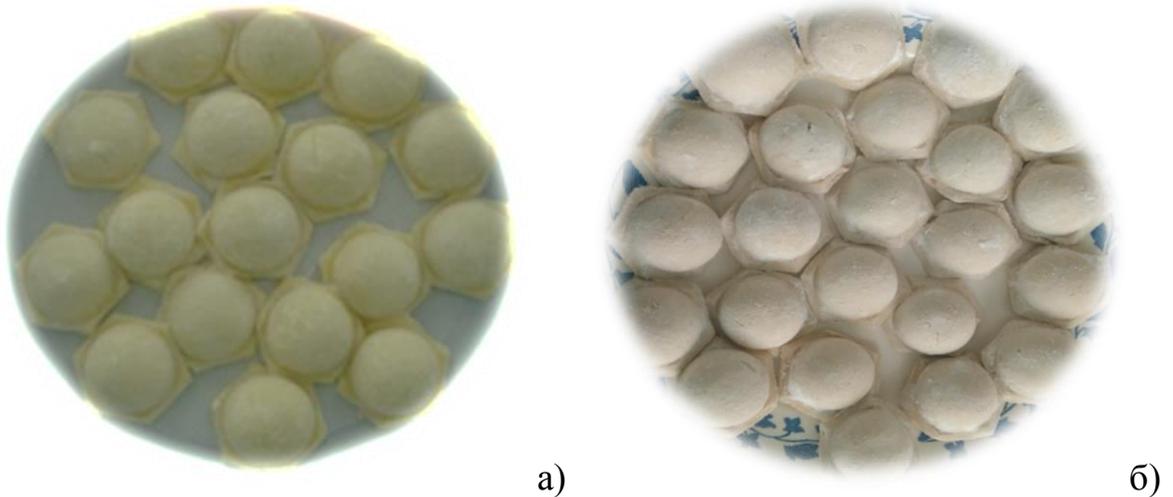


Рисунок 36 – Контрольные (а) и опытные (б) образцыпельменей
 Органолептическую оценку контрольных и опытных образцов проводили по ГОСТ 9959-2015, результаты которой представлены в виде данных сводного акта дегустационных листов по оценке качества мясных продуктов (Приложение П) и данных рисунка 37.

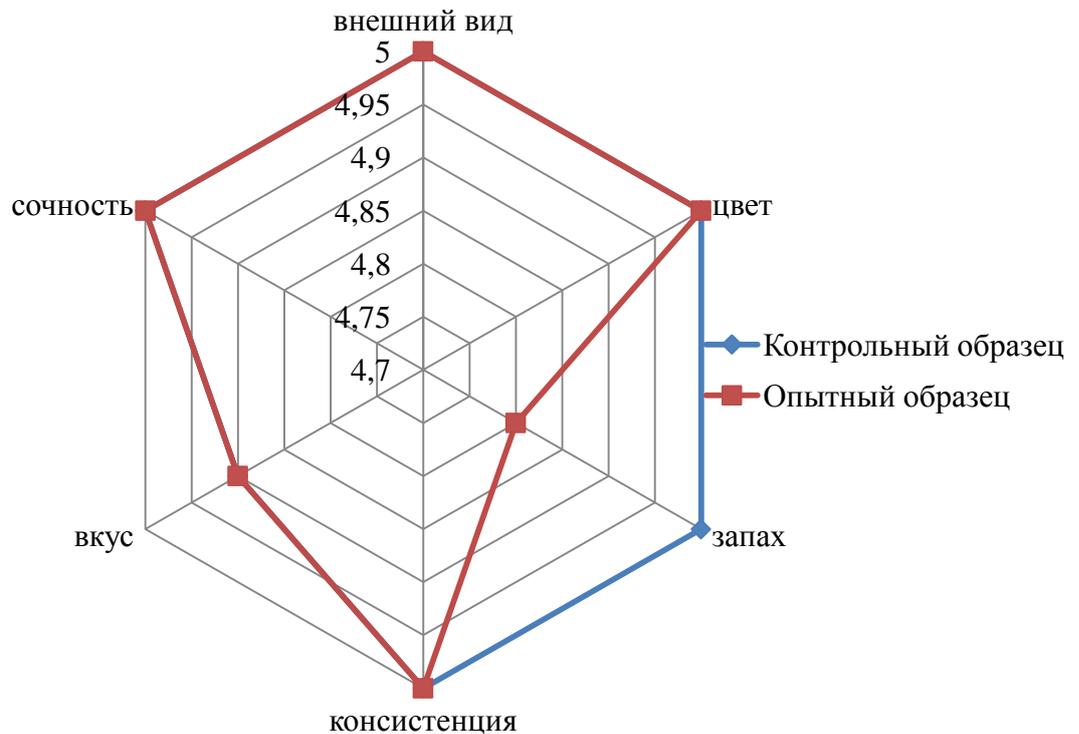


Рисунок 37– Профилограмма контрольных и опытных образцовпельменей

На основании проведенных дегустационных исследований установлено, что пельмени «Безглютеновые» отличаются пластичной, мягкой и однородной консистенцией теста, контрольные образцы пельменей пельмени – более эластичной и плотной тестовой оболочкой. Фарш замороженных полуфабрикатов в тесте характеризовался однородной сочной консистенцией, без видимых включений соединительной ткани. По показателям сочности, консистенции, внешнего вида и запаха контрольный имел незначительное преимущество перед опытным образцом. Для достижения наилучших органолептических характеристик готового продукта членами дегустационной комиссии рекомендована кулинарная обработка пельменей «Безглютеновые» в течение 6–7 минут.

Согласно полученным результатам исследований состава и показателей качества опытных образцов пельменей было установлено, что новый вид замороженных безглютеновых полуфабрикатов в тесте относится к группе мясных полуфабрикатов в тесте категории Б.

4.2 Изучение биологической ценности пельменей «Безглютеновые»

Качественная оценка белкового состава продуктов питания, влияющего на правильное функционирование организма, определяется, прежде всего, содержанием незаменимых аминокислот в физиологически обоснованных количествах. Для объективной оценки биологической ценности контрольных и опытных образцов пельменей исследовали аминокислотный состав пельменей (Приложение Г). Экспериментальные исследования выполняли на базе аккредитованной испытательной лаборатории ЗАО «Премикс» (г. Тимашевск).

Результаты исследования аминокислотного состава опытных и контрольных образцов пельменей представлены в таблице 4.6.

Таблица 4.4 – Аминокислотный состав и скоры опытных и контрольных образцов пельменей

Наименование незаменимой аминокислоты	Эталон ФАО/ВОЗ г/100 г белка	Содержание аминокислот г/100 г белка в пельменях		Аминокислотный скор, %	
		Контрольный образец	Пельмени «Безглютеновые»	Контрольный образец	Пельмени «Безглютеновые»
Лизин	5,5	5,9±0,07	8,8±0,07	107,0	160,0
Метионин+цистин	3,5	2,7±0,05	3,1±0,05	77,0	89,0
Треонин	4,0	3,1±0,05	4,1±0,05	78,0	103,0
Триптофан	1,0	0,8±0,05	1,1±0,05	80,0	110,0
Валин	5,0	3,50±,05	5,2±0,05	70,0	104,0
Изолейцин	4,0	3,8±0,05	4,5±0,05	95,0	113,0
Лейцин	7,0	6,5±0,05	7,6±0,05	93,0	109,0
Фенилаланин+ тирозин	6,0	6,1±0,02	7,6±0,01	102,0	127,0

Анализ приведённых данных свидетельствует о том, что в опытных образцах пельменей наблюдается повышенное содержание незаменимых аминокислот. Лимитирующей аминокислотой замороженных безглютеновых полуфабрикатов в тесте является метионин+цистин, в контрольном образце пельменей лимитирующими аминокислотами оказались шесть из восьми незаменимых аминокислот. Полученные данные согласуются с расчетными показателями биологической ценности используемого сырья растительного и животного происхождения и подтверждают эффективность принятых технологических решений процесса моделирования и оптимизации рецептурного состава пельменей.

Согласно полученным результатам исследований аминокислотного состава провели расчет показателей и дали сравнительную оценку биологической ценности белков замороженных полуфабрикатов в тесте (Рис.38).

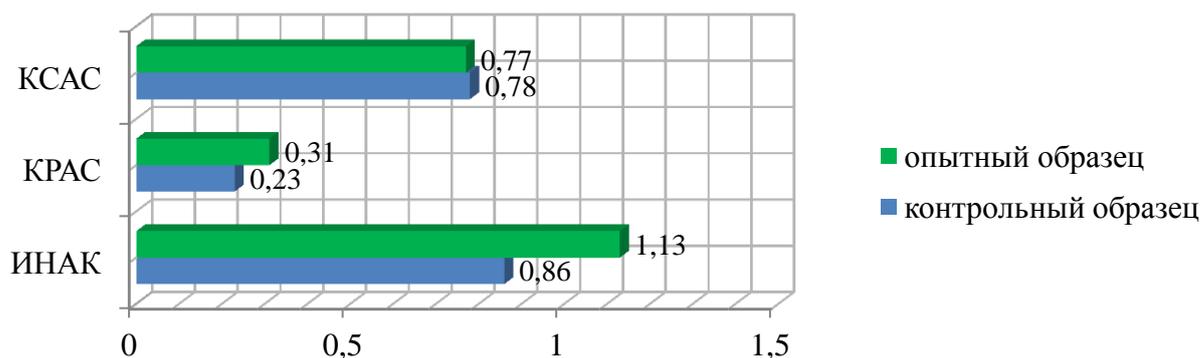


Рисунок 38– Биологическая ценность контрольных и опытных образцов пельменей

На основании показателей установлено, что индекс незаменимых аминокислот пельменей «Безглютеновые» оказался выше контрольных образцов в 1,3 раза больше. Показатель КРАС контрольных образцов пельменей был ниже на 0,08 ед. опытных, что связано с пониженным содержанием эссенциальных аминокислот по отношению к значениям эталонного белка (ФАО/ВОЗ). Благодаря комбинированию мясного сырья и различных видов БРС достигается сбалансированность аминокислотного состава продукта, более чем 100 %. В данном случае нужно заметить, что при кулинарной тепловой обработке часть аминокислот разрушается под действием температуры, в связи с чем, можно полагать, что расчетные показатели биологической ценности (после термообработки) опытного образца будут превышать контрольные.

Другим важным показателем, характеризующим биологическую ценность изделий, является скорость переваримости белковых компонентов ферментами пищеварительного тракта. В ходе проведения эксперимента была исследована и определена скорость переваримости белковых компонентов замороженных полуфабрикатов в тесте после их кулинарной обработки. Исследования проводили системой протеиназ «пепсин+трипсин» в опытах «in vitro» (Приложение Д).

Зависимость накопления продуктов гидролиза (тирозина) от продолжительности гидролиза представлена на рисунке 39.

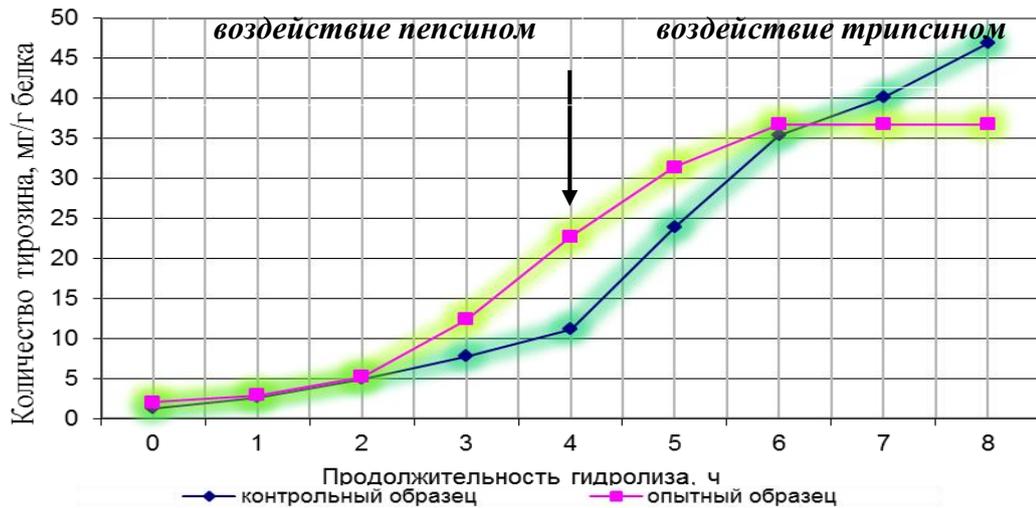


Рисунок 39 – Скорость гидролиза контрольного и опытного образцов пельменей

Динамика накопления продуктов гидролиза по фазам «пепсин-трипсин» показывает, что скорость расщепления белка в опытных образцах выше на 8%, чем в контрольном образце пельменей (80%). Это объясняется гетерогенностью и многокомпонентностью состава растительного сырья безглютенового пельменного теста. Высокая гидролизующая способность пепсином безглютеновых замороженных полуфабрикатов в тесте связана с наличием большого количества ароматических аминокислот (тирозин, фенилаланин, триптофан), и обусловлена пониженной ферментативной активностью в контрольных образцах пельменей ввиду аминокислотных остатков компактной структуры клейковины с большим количеством дисульфидных связей. Снижение скорости гидролиза пельменей «Безглютеновые» трипсином в условиях щелочного гидролиза можно интерпретировать взаимодействием белковых биополимеров с целлюлозой и гемицеллюлозой льняной и амарантовой муки, наличием антипитательных веществ нутовой муки.

К основным критериям качества и биологической эффективности продуктов питания можно отнести жирнокислотную сбалансированность состава липидных компонентов продукта. Согласно формуле сбалансированного питания рекомендованным считается потребление

МНЖК (мононенасыщенных жирных кислот), ПНЖК (полиненасыщенных жирных кислот), НЖК (насыщенных жирных кислот) в строго определенных пропорциях – 60%: 10%: 30% соответственно. При исследовании жирнокислотного состава контрольных и опытных образцов пельменей получили данные, представленные в таблице 4.5 (Приложение И).

Таблица 4.5 – Жирнокислотный состав контрольных и опытных образцов пельменей

Наименование жирной кислоты	Содержание,% к общему содержанию	
	Контрольный образец	Пельмени «Безглютеновые»
каприновая	1,76±0,01	0,3±0,01
лауриновая	0,232±0,01	0,023±0,01
миристиновая	5,238±0,01	1,677±0,0
миристолевая	0,299±0,01	0,168±0,01
пентадециловая	0,694±0,01	20,703±0,1
пальмитиновая	29,179±0,01	11,978±0,1
гептадециловая	0,512±0,01	0,082±0,001
стеариновая	0,229±0,01	0,052±0,011
арахидоновая	0,085±0,01	0,042±0,011
лигноцериновая	0,02±0,001	–
пальмитоолеиновая	2,58±0,01	5,15±0,07
элаидиновая	6,127±0,01	0,04±0,001
линолэлаидиновая	0,403±0,01	15,6±0,02
олеиновая	22,383±0,1	26,61±0,01
эйкозеновая	0,77±0,01	0,124±0,001
эруковая	0,011±0,01	–
линолевая	29,32±0,5	17,36±0,1
гамма-линолевая	0,082±0,01	0,061±0,001
линоленовая	0,076±0,001	0,018±0,001
ΣНЖК	38,248±0,1	35,0±0,1
ΣМНЖК	32,274±0,1	47,5±0,1
ΣПНЖК	29,478±0,1	17,439±0,1

Анализ жирнокислотного состава опытных и контрольных образцов полуфабрикатов показал, что пельмени «Безглютеновые» отличаются

повышенным содержанием олеиновой (26,61%) и пальмитолеиновой жирной кислоты (5,15%), в контрольных образцах пельменей отмечается повышенное количество линолевой (29,32%) жирной кислоты. По результатам исследований установлено уменьшение суммы ПНЖК в опытном образце по сравнению с контролем.

На основании полученного соотношения основных групп жирных кислот определили расчетные критерии оценки сбалансированности липидного состава (значения коэффициентов R_{li}) контрольных и опытных образцов пельменей, представленные в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Характеристика жирнокислотной сбалансированности контрольных и опытных образцов пельменей

Наименование образца пельменей	Коэффициент жирнокислотной сбалансированности, дол.ед.		
	$R_{li} 1...3$	$R_{li} 1...5$	$R_{li} 1...6$
Контрольный образец	0,66	0,42	0,32
Пельмени «Безглютеновые»	0,82	0,40	0,28
Эталон ФАО/ВОЗ	1,0	1,0	1,0

Сравнительный анализ жирнокислотной сбалансированности состава показал различие в степени сбалансированности липидных компонентов контрольных и опытных образцов пельменей. По расчетному коэффициенту $R_{li} 1...3$ пельмени «Безглютеновые» были максимально близки к заданным требованиям, а критерий $R_{li} 1...6$ контрольного образца пельменей оказался выше в 1,14 раза опытного образца пельменей.

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что комбинирование сырья животного и растительного происхождения с разной пищевой и биологической ценностью – эффективная возможность повышения качества пищевых изделий и получения специализированных продуктов питания с высоким уровнем содержания эссенциальных нутриентов.

4.3 Оценка показателей безопасности пельменей «Безглютеновые»

Согласно ТР ТС 034/2013¹³⁴ «О безопасности мяса и мясной продукции» замороженные полуфабрикаты в тесте должны соответствовать показателям безопасности – по уровню содержания токсичных элементов, антибиотиков, пестицидов и радионуклидов. Гигиенические требования и показатели пельменей «Безглютеновые» представлены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Гигиенические требования и показатели безопасности пельменей «Безглютеновые»

Наименование вещества (элемента)		Допустимый уровень его содержания, мг/кг (для радионуклидов — Бк/кг), не более	Результаты испытаний
Токсичные элементы:	Свинец	0,5	Не обнаружено
	Мышьяк	0,1	Не обнаружено
	Кадмий	0,05	Не обнаружено
	Ртуть	0,03	Не обнаружено
Антибиотики:	Левомецетин	Не допускается	Не обнаружено
	Тетрациклиновая группа	Не допускается	Не обнаружено
	Гризин	Не допускается	Не обнаружено
	Бацитрацин	Не допускается	Не обнаружено
	Диоксин	0,000003 говядина (в пересчете на жир)	Не обнаружено
Пестициды:	Гексахл орциклогексан (α, β, γ-изомеры)	0,1	Не обнаружено
	ДДТ и его метаболиты	0,1	Не обнаружено
Радионуклиды:	Цезий- 137	200	Не обнаружено

По полученным результатам исследуемых показателей безопасности, можно сделать вывод, что токсичных элементов, антибиотиков, пестицидов и

¹³⁴ Технический регламент Таможенного союза «О безопасности мяса и мясной продукции» (ТР ТС 034/2013)/ Принят решением Совета Евразийской экономической комиссии от 9.10.13 № 68 / Официальный сайт Евразийской Экономической Комиссии [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.eurasiancommission.org.

радионуклидов, вызывающих пищевые отравления и токсикозы в организме человека, в пельменях «Безглютеновые» не обнаружено (Приложение К).

Обеспечить безопасность безглютеновых пищевых продуктов питания предоставляется возможным только благодаря использованию системы контроля за количеством глютена злаковых. Определение содержания глютена в продукте проводили иммуноферментным методом с использованием моноклиальных антител к глиадину, секалину и гордеину тест-системой «Хема» (ООО «Хема-Медика» г. Москва) (Табл.4.8).

Таблица 4.8 – Результаты исследований пельменей «Безглютеновые» на содержание глютена

Исследуемый параметр	Метод исследования	Ед.	Значение	Комментарий
Содержание глютена в оболочке из теста	ИФА	ppm	2,6	Следовые количества
Содержание глютена в фарше	ИФА	ppm	≤2	Глютен не обнаружен

В связи с полученными результатами исследований установлено, что пельмени «Безглютеновые» соответствуют требованиям ТР ТС 027/2012 и могут быть идентифицированы как пищевая продукция специализированного назначения (Приложение М).

При производстве мясной продукции детского и специализированного назначения не допускается использование фосфатов, усилителей вкуса и аромата, сорбиновых кислот и солей, пищевого продовольственного сырья, содержащего ГМО (генно-инженерно-модифицированные организмы). Результаты исследований пельменей «Безглютеновые» на наличие ГМО методом ПЦР подтвердили безопасность состава готового продукта (Приложение Л).

Обобщая результаты полученных экспериментальных исследований, можно сделать вывод о соответствии пельменей «Безглютеновые» основным показателям качества и безопасности, а так же дальнейшей возможности апробации продукта на группе пациентов с клиническими признаками целиакии.

4.4 Определение сроков годностипельменей «Безглютеновые»

При проектировании новых видов пищевой продукции важным аспектом является определение сроков годности изделий, основанное на физико-химических, биохимических, гидролитических, микробиологических изменениях, происходящих в продукте в процессе хранения. Ограничения по продолжительности хранения замороженных полуфабрикатов в тесте определяет условия и сроки, при которых гарантируется качество и безопасность продуктов питания.

Пельмени относятся к группе скоропортящихся пищевых изделий и срок их хранения и годности определяется предприятием изготовителем. Согласно требованиям ГОСТ 33394-2015 и условиям определения сроков годности (МУК 4.2.1847-04 «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов»), продолжительность хранения замороженных полуфабрикатов в тесте устанавливается путем исследования изменения основных показателей качества в процессе храненияпельменей¹³⁵.

Органолептические, микробиологические, физико-химические показатели, в том числе кислотные и перекисные числа контрольных и опытных образцовпельменей изучали в процессе холодильного хранения (при минус 18°С) в течение 90 суток с момента изготовления с периодичностью в 30 суток.

Органолептические показатели замороженных полуфабрикатов в тесте исследовали после кулинарной обработки. Результаты изменения органолептических показателей опытных образцовпельменей в процессе хранения представлены в таблице 4.9.

¹³⁵ Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов: методические указания МУК 4.2.1847-04. М., Федеральный центр Госэпиднадзора Минздрава России, 2004. 32с.

Таблица 4.9 – Органолептические показатели опытных образцов пельменей «Безглютеновые» в процессе хранения

Сроки хранения, сутки	Внешний вид	Вкус, запах, цвет	Консистенция после кулинарной обработки (варка 6-7 мин)
0	Пельмени не слипшиеся, имеют форму прямоугольника края хорошо заделаны, фарш не выступает, поверхность сухая, без растрескиваний тестовой оболочки	Вареные пельмени имеют приятный вкус и аромат, свойственные данному виду продукта. Фарш с ароматом лука, чеснока, пряностей, без посторонних привкуса и запаха, равномерный цвет теста бледно-желтого с сероватым оттенком	Фарш сочный. Оболочка теста не разорвана. Консистенция свойственная продукту, некрошливая
30	Пельмени не слипшиеся, имеют форму прямоугольника, края хорошо заделаны, фарш не выступает, поверхность сухая, нет растрескиваний тестовой оболочки	Вареные пельмени имеют приятный вкус и аромат, свойственные данному виду продукта. Фарш с ароматом лука, чеснока, пряностей, без посторонних привкуса и запаха, равномерный цвет теста бледно-желтого с сероватым оттенком	Фарш сочный. Оболочка теста не разорвана. Консистенция свойственная продукту, некрошливая
60	Пельмени не слипшиеся, имеют форму прямоугольника края хорошо заделаны, фарш не выступает, поверхность сухая, нет растрескиваний тестовой оболочки	Вареные пельмени имеют приятный вкус и аромат, свойственные данному виду продукта. Фарш с ароматом лука, чеснока, пряностей, без посторонних привкуса и запаха, равномерный цвет теста бледно-желтого с сероватым оттенком	Фарш сочный. Оболочка теста не разорвана. Консистенция свойственная продукту, некрошливая
90	Пельмени не слипшиеся, имеют форму прямоугольника края хорошо заделаны, фарш не выступает, поверхность сухая, небольшие растрескивания тестовой оболочки	Вареные пельмени имеют приятный вкус и аромат, свойственные данному виду продукта, однако тестовая оболочка немного крошливая. Фарш с ароматом лука, чеснока, пряностей, без посторонних привкуса и запаха, равномерный цвет теста бледно-желтого с сероватым оттенком	Фарш сочный. Оболочка теста не разорвана. Консистенция свойственная продукту, слегка крошливая

У опытных образцов в процессе хранения отсутствуют ухудшения органолептических показателей: аромат без посторонних запахов, цвет и вкус, свойственные данному продукту, форма стабильная, без видимых изменений. При сравнительном анализе органолептических показателей

пельменей «Безглютеновые» с контрольным образцом пельменей, было установлено, что на 90 сутки хранения, замороженные полуфабрикаты в тесте, выработанные из пшеничной муки в/с отличаются улучшенной консистенцией пельменного теста. Вероятно, это связано с повышенным содержанием нерастворимых белков, обладающих высокими функциональными свойствами (главным образом, ВУС).

В процессе хранения пельменей уровень изменения содержания влаги, белка, жира в продукте, что определяется степенью модификаций коллоидных структур биополимеров и перераспределением свободной воды. Изменения содержания свободной влаги и ее количества, перешедшего из продукта во внешнюю среду оценивали путем высушивания навески полуфабрикатов до постоянной массы. Перед проведением исследований предусматривалась подготовка образцов пельменей – разморозка до достижения внутри продукта криоскопической температуры $0 \pm 0,5^\circ\text{C}$.

В ходе исследований изменений химического состава образцов установлено, что в условиях холодильного низкотемпературного хранения, общее содержание жира в обоих образцах имело тенденцию к снижению, а белка – к увеличению. Большие потери жира (на 0,2г) наблюдались в контрольных образцах полуфабрикатов. Результаты экспериментальных исследований представлены наглядно на диаграммах 40-41.

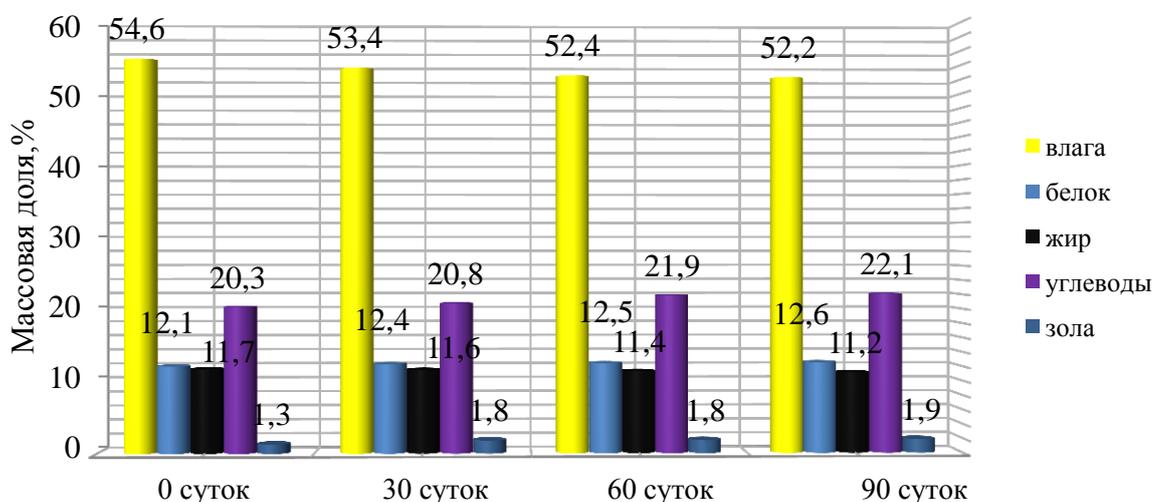


Рисунок 40- Изменение химического состава опытных образцов пельменей в процессе хранения

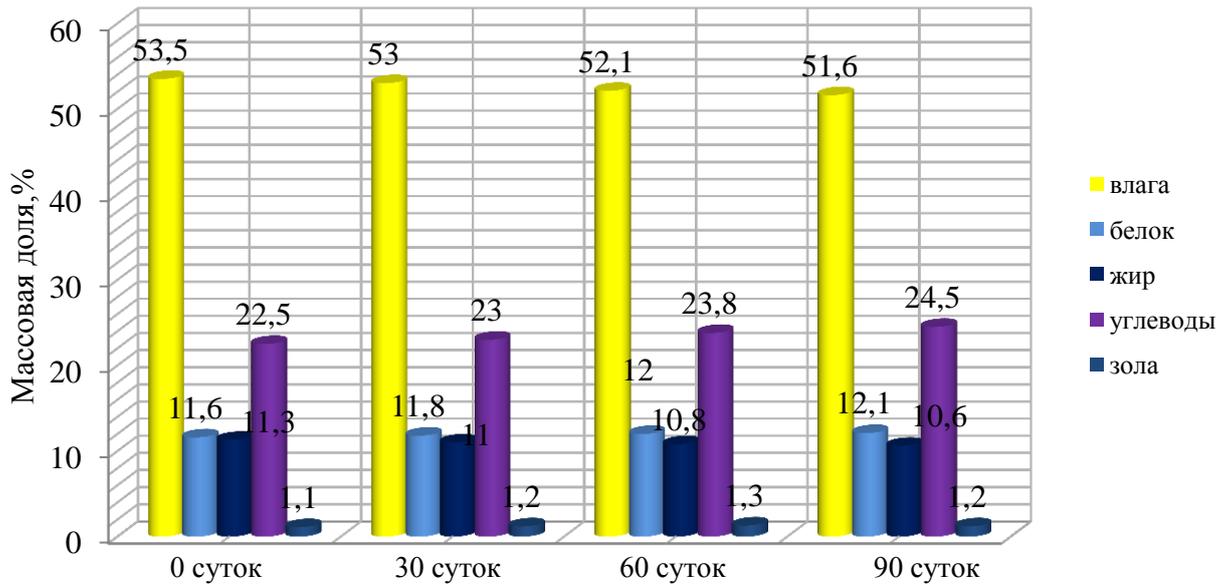


Рисунок 41- Изменение химического состава контрольных образцов пельменей в процессе хранения

На конец срока хранения готового продукта исследований было установлено, что общее содержание влаги пельменей «Безглютеновые» уменьшилось на 2,4%, а контрольных образцов полуфабрикатов –1,9%.

Получение таких результатов связано с использованием в составе пельменей «Безглютеновые» безглютенового растительного сырья с повышенным содержанием влаги и водорастворимых белков, в меньшей степени по сравнению с клейковиной пшеницы, способной удерживать свободную влагу в процессе хранения.

Результаты исследований переваримости опытных и контрольных образцов пельменей в опытах «in vitro» подтвердили повышение атакуемости ферментами ЖКТ белковых компонентов полуфабрикатов.

Переваримость на конец периода исследований опытного образца увеличилась в среднем на 5,8%, а контрольных – на 4,5% (рис.42).

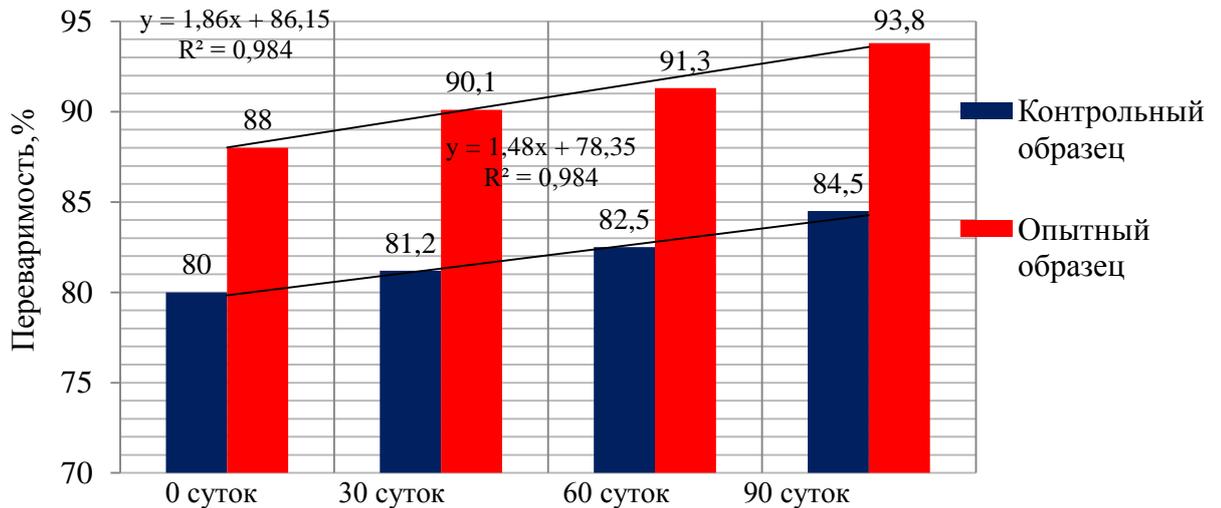


Рисунок 42- Переваримость контрольных и опытных образцовпельменей в процессе хранения

Глубину и степень окислительных изменений липидной фракции замороженных полуфабрикатов в тесте в процессе хранения оценивали на основании динамики изменения кислотного и перекисного числа.

На рисунке 43 представлена динамика изменения кислотных чисел от продолжительности хранения контрольных и опытных образцовпельменей.

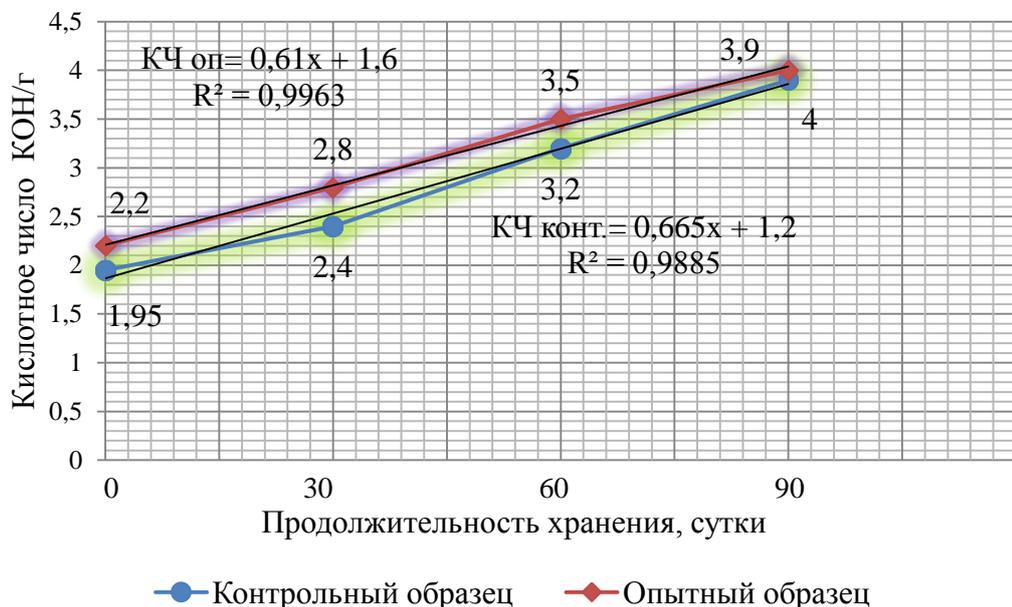


Рисунок 43–Изменение кислотных чиселпельменей в процессе хранения

Из полученных данных установлено, что интенсивный рост значений кислотных чисел в опытных образцах отмечается во временном промежутке от 30 до 60 суток хранения. В контрольном образце в период от 30 до 60

суток также наблюдается интенсивное накопление свободных жирных кислот. Отмечено, что на конец 3 месяца хранения скорость гидролитических процессов в пельменях несколько приостанавливается. Согласно литературным данным это может быть связано со снижением уровня влаги в продукте и активности липаз.

Результаты исследования динамики изменения перекисных чисел пельменей представлены в виде данных рисунка 44.

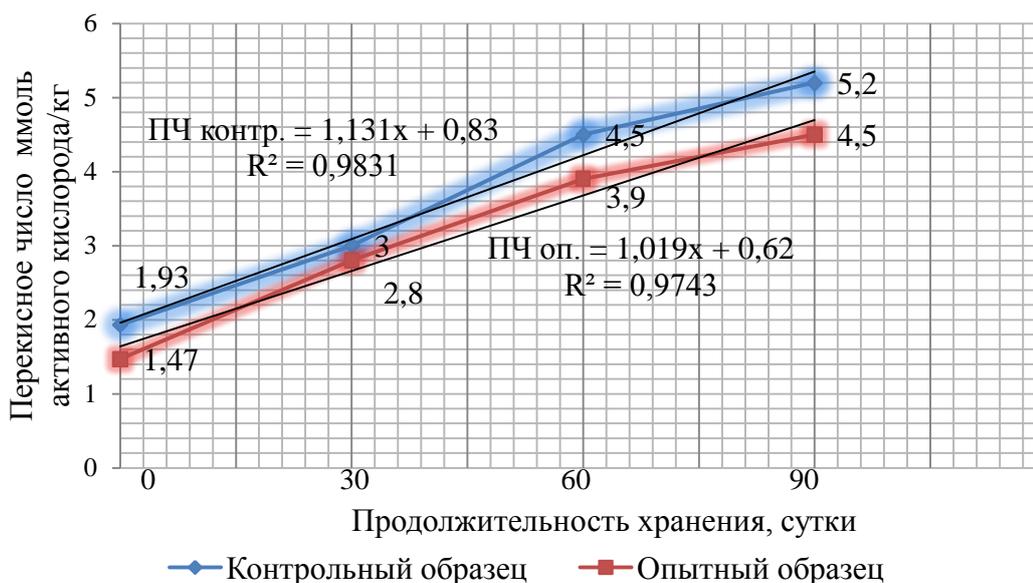


Рисунок 44– Изменение перекисных чисел пельменей в процессе хранения

На период хранения контрольных образцов пельменей и исследования динамики изменения перекисных чисел было установлено, что наиболее интенсивное накопления продуктов окисления липидов происходит с 30 до 60 сутки хранения, а в безглютеновых – с 0 по 30 сутки. На конец срока хранения перекисное число замороженных безглютеновых полуфабрикатов в тесте составило 4,5 ммоль активного кислорода/кг, что оказалось ниже контрольных образцов пельменей почти в 1,15 раз. Получение таких результатов тесно коррелирует с экспериментальными данными по исследованиям жирнокислотного состава полуфабрикатов. Пониженное содержание ПНЖК в замороженных безглютеновых полуфабрикатов в тесте

предполагает уменьшение скорости окислительных и гидролитических процессов, протекающих в продукте в процессе хранения.

Микробиологические исследования контрольных и опытных образцов пельменей изучали согласно требованиям ТР ТС 034/2013 путем сравнительной оценки микробиологической обсемененности в процессе хранения (Табл.4.10).

Таблица 4.10 – Результаты микробиологических исследований контрольных и опытных образцов пельменей в процессе хранения

Показатели	Допустимые уровни, не более	Срок хранения, сутки							
		Контрольный образец				Пельмени «Безглютеновые»			
		0	30	60	90	0	30	60	90
КМАФАнМ, КОЕ/г	$2 \cdot 10^6$	$9,5 \cdot 10^4$	$8 \cdot 10^4$	$7 \cdot 10^4$	$6 \cdot 10^4$	$6 \cdot 10^4$	$3,5 \cdot 10^4$	$2,5 \cdot 10^4$	$1,5 \cdot 10^4$
БГКП (колиформы)	Не допускается в 0,0001 г продукта	Не обнаружено							
Плесневые грибы, КОЕ/г	500	50	20	15	10	15	2	2	1
<i>St. aureus</i>	Не допускается в 1г продукта	Не обнаружено							
Патогенные, в т.ч. сальмонеллы	Не допускается в 25 г продукта	Не обнаружено							
Бактерии рода <i>Proteus</i>	Не допускается в 0,1 г продукта	Не обнаружено							

Таким образом, полученные результаты исследований свидетельствуют о микробиологической безопасности контрольных и опытных образцов при хранении. Интенсивное подавление роста показателей КМАФАнМ и количества плесневых грибов к концу срока хранения в специализированных мясных полуфабрикатах обусловлено усилением кислотонакопления

вследствие использования творожной сыворотки, оказывающей антагонистическое действие росту нежелательной микрофлоры.

Согласно аналитическому анализу данных известно, что в процессе хранения мясных продуктов протекает ряд биохимических реакций. В частности, наблюдается снижение массы продукта (усушка), обусловленная перекристаллизацией свободной влаги, агрегацией и денатурацией белковых молекул, изменением состава жировых компонентов полуфабрикатов.

Результаты исследования потери массы замороженных полуфабрикатов в тесте в процессе хранения представлены в таблице 4.11.

Таблица 4.11 – Потери массы контрольных и опытных образцов пельменей в процессе хранения, %

Наименование образца пельменей	Продолжительность хранения, сут.			
	0	30	60	90
Контрольный образец	0	1,0	1,3	2,2
Пельмени «Безглютеновые»	0	1,2	1,9	2,6

В течение всего периода хранения усушка контрольных образцов замороженных полуфабрикатов в тесте была несколько ниже, чем опытных образцов. По итогам прошедшего времени (90 сут.) было установлено, что потеря массы контрольного образца пельменей составила $2,2 \pm 0,05\%$, пельменей «Безглютеновые» $-2,6 \pm 0,05\%$.

Исходя из полученных результатов органолептических, микробиологических, физико-химических изменений, происходящих при хранении опытных образцов пельменей, в условиях пределов нормативных значений, предполагающих свежесть пищевых продуктов, были установлены сроки годности пельменей «Безглютеновые» – не более 2-ух месяцев с момента изготовления при температуре не выше минус 18°C .

ГЛАВА 5. КЛИНИЧЕСКАЯ АПРОБАЦИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Одним из основных методов подтверждения профилактической эффективности разработанных специализированных продуктов питания является их клиническая апробация, направленная на обоснование целесообразности употребления продукта при конкретных видах физиологических дисфункций организма.

Согласно методическим указаниям¹³⁶ о порядке проведения исследований специализированной пищевой продукции, создание новых видов безглютеновой продукции должно быть направлено на восполнение достаточного количества эссенциальных компонентов, улучшение состояния здоровья и восстановлению нарушенного функционирования органов в организме больных.

Для практического подтверждения безопасности употребления нового вида специализированного мясного полуфабриката в течение 2016 года проведено открытое, проспективное, нерандомизированное исследование, состоявшее из двух последовательных этапов.

На первом этапе в исследование включено 20 детей и подростков в возрасте от 7 до 17 лет с установленным диагнозом «целиакия» на базе краевого детского гастроэнтерологического отделения ГДКБ им. Г.К. Филиппского в 2004-2015 годах в соответствии с клинико-анамнестическими, серологическими, морфологическими и генетическими критериями ESPGHAN (1990, 2012). Со слов детей и родителей, пациенты соблюдали строгую БГД в течение 6 месяцев и более. Всем детям на период

¹³⁶ Тутельян В.А. Порядок проведения исследований эффективности специализированной диетической лечебной и диетической профилактической пищевой продукции: методические указания/Сост.: В.А. Тутельян, Д.Б. Никитюк, А.Р. Богданов, М.Г. Гаппаров, З.М. Зайнудинов, В.А. Исаков, А.А. Кочеткова, А.В. Погожева, В.А. Ревякина, Е.А. Смирнова, С.А. Хотимченко, Х.Х. Шарафетдинов. Москва, 2016. 31 с.

включения для контроля приверженности БГД определён уровень антител к анти-ТТГ и анти-ДПГ, при этом у 7 (35,0%) пациентов выявлены положительные анти-ТТГ IgA, что свидетельствовало о наличии «скрытого» глютена в организме, в результате они были исключены из исследования.

По итогам клинико-серологического обследования определена группа из 13 детей в возрасте от 7 до 17 лет (средний возраст $9,4 \pm 0,8$ лет), строго приверженных БГД, имеющих отрицательный уровень анти-ТТГ и анти-ДПГ IgA, IgG. Среди больных были 6 (46,2%) девочек и 7 (53,8%) мальчиков. Детей младшего школьного возраста было 10 (76,9%) и старшего школьного возраста – 3 (23,1%) человек.

Исследования проведены с соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинкской декларации и директивах Европейского сообщества (8/609ЕС), родители детей подписали информированное согласие на участие. Алгоритм клинического исследования основан на этапном использовании «золотого стандарта» диагностики целиакии – биопсийного исследования, серологических, генетических методов и клинико-лабораторного анализа эффективности БГД¹³⁷.

Основными показаниями включения в клинические наблюдения стали следующие критерии:

1. диагноз целиакии верифицирован на основании современных критериев ESPGHAN;

2. морфологическое исследование биоптата тощей кишки, положительный, титр АТ к тканевой трансглутаминазе и эндомизию, наличие генетической предрасположенности (HLA-DQ2 или HLA-DQ8);

3. соблюдение БГД на протяжении не менее 6 месяцев;

4. отсутствие на период включения в исследование положительного титра анти-ТТГ IgA/IgG, анти-ДПГ IgA/IgG;

5. отсутствие острых инфекционных заболеваний.

¹³⁷ Rubio-Tapia A., Hill I.D., Kelly C.P. et al. ACG clinical guidelines: diagnosis and management of celiac disease //Am J Gastroenterology. 2013. №108. P. 656-676.

Анализируя возрастной состав группы пациентов, было принято решение о незначительной модификации рецептурного состава мясных полуфабрикатов на основе БРС, а именно понижение содержания соли до 0,9% и замена перца черного на душистый в соответствующих количествах. Промышленное производство полуфабрикатов осуществляли согласно с требованиями ГОСТ 32750-2014 «Полуфабрикаты в тесте замороженные для детского питания» и положениям ТР ТС 021/2011 (ст.8), ограничивающими возможность использования в составе специализированных продуктов питания отдельных видов сырья, для производствапельменей для детского питания. Все нормируемые показатели по качеству и безопасности пельменей отвечали требованиям действующего законодательства.

На втором этапе пациенты в течение 1 месяца с интервалом через день принимали по 15–20 безглютеновых пельменей (массой 180-250 г). Контроль безопасности и эффективности использования в рационе питания детей и подростков безглютеновых пельменей проводился спустя 1 месяц на основании серологического анализа уровня анти-ТТГ и анти-ДПГ.

В работе было проведено наблюдательное (наблюдательное) исследование – клиническое исследование, в котором данные собирали путем медицинских наблюдений. Критериями первоначального и повторного наблюдения являлось двукратное определение уровня антител к глиадину и тканевой трансглутаминазе классов ДПГ IgA и ДПГ IgG; клинический осмотр, общий анализ крови, определение сывороточного железа, ферритина и общей железосвязывающей способности крови, тестирование родителей и ребёнка по качеству жизни.

В начале и по окончании курса приёма пельменей врач-педиатр проводил клинический осмотр ребёнка, в том числе измерение роста, веса, окружности плеча, талии, грудной клетки, бедра, измерение толщины кожных складок, исследования проводилось с использованием стандартизированных весов и ростомера. Антропометрические измерения оценивались с помощью перцентильных таблиц и компьютерной программы

ВОЗ Antro-2011. Статистическая обработка и анализ результатов исследования проводили с использованием пакета программ «Microsoft Excel», AtteStat, Statistica10.0. Для выяснения типа распределения данных использовали тест Шапиро–Уилка. Для параметрических количественных данных определяли среднее арифметическое значение (M) и ошибку средней арифметической величины (m). Для непараметрических количественных данных определяли медиану (Me) и квартили [25Q–75Q].

В случае нормального распределения для оценки межгрупповых различий при анализе количественных параметрических данных применяли t-критерий Стьюдента, при аномальном распределении в группах с количественными непараметрическими данными использовались U-критерий Манна–Уитни и критерий Вилкоксона. Различия считались статистически достоверными при $p \leq 0,05$. Медицинское наблюдение за пациентами осуществлялось посредством личного контакта с врачом до и после приёма пельменей, а также в динамике с помощью телефонной связи. Эффективность и переносимость продуктов оценивались по следующим критериям: органолептические свойства, удобство приготовления (оценивали родители), отношение детей к продукту, нарушения аппетита, наличие или отсутствие диспепсических явлений (тошноты, рвоты, метеоризма, изменения частоты и консистенции стула), аллергических реакций³⁰.

Помимо этого, в процессе исследования дважды (до начала и по окончании месячного курса) проводился анализ показателей гемограммы, определение сывороточного железа, сывороточного ферритина, коэффициента насыщения трансферрина железом, общей и латентной железосвязывающей способности сыворотки крови.

В ходе проведения клинической апробации пельменей «Безглютеновые» изучали изменения серологических показателей пациентов на фоне приема пельменей, путем определения изменений уровня анти – ТТГ IgA. Уровень антител у пациентов, соблюдающих безглютеновую диету не должен превышать 20 Ед/мл.

Основные результаты экспериментальных исследований представлены в таблице 4.12 .

4.12 – Уровень специфических антител у больных целиакией до и после употребления пельменей «Безглютеновые»

Антитела	До приёма пельменей, Ме [25Q – 75Q]	После приёма пельменей, Ме [25Q – 75Q]	Достоверность различий
Анти-ТТГ IgA, ЕД/мл	1,3 [0,5 – 2,3]	0,6 [0,1 – 1,3]	$p < 0,05$
Анти-ТТГ IgG, ЕД/мл	0,07 [0,05 – 0,10]	0,1 [0 – 0,1]	$p > 0,05$
Анти-ДПП IgA, ЕД/мл	4,0 [1,1 – 5,0]	1,8 [1,3 – 4,1]	$p < 0,05$
Анти-ДПП IgG, ЕД/мл	1,5 [0,6 – 2,0]	1,4 [0,6 – 2,4]	$p > 0,05$

Анализ полученных результатов показывает, что на фоне приёма пельменей средний титр антител анти-ТТГ IgA не только сохранился в пределах референтных значений (не превышал 20 ЕД/мл), но и достоверно снизился ($p < 0,05$).

На рисунке 45 показана динамика уровня анти-ТТГ IgA на фоне приёма пельменей.

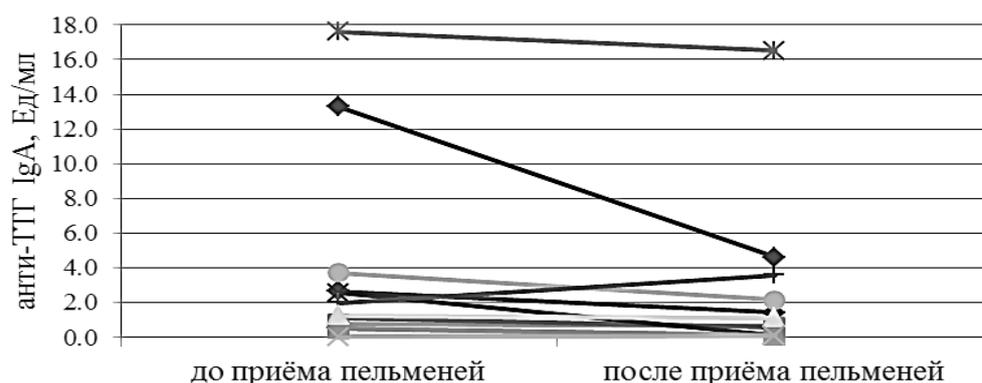


Рисунок 45– Динамика анти-ТТГ IgA (ЕД/мл) по итогам приёма пельменей «Безглютеновые»

Исходя из представленных данных, можно сделать вывод, что лишь у одного пациента на фоне приёма пельменей отмечалось незначительное повышение уровня антител, а у остальных детей и подростков наблюдали

снижение анти-ТТГ IgA. Очевидно, что это свидетельствует об отсутствии глютена, включая испытуемые пельмени, в продуктах питания обследованных нами детей и подростков, находящихся на строгой БГД.

Исследование изменения уровня антител к ТТГ класса IgG является менее чувствительным по сравнению с определением анти-ТТГ IgA, тем не менее, у всех пациентов отмечался уровень антител IgG по окончании приёма пельменей в пределах нормы.

Сопоставление уровней анти-ДПП у обследуемых пациентов на фоне месячного приёма безглютеновых пельменей показывает, что по окончании приёма пельменей медиана уровня анти-ДПП IgA достоверно уменьшилась ($p < 0,05$), а анти-ДПП IgG – не изменилась, в обоих случаях оставаясь в рамках параметров, характерных для стойкой лабораторной ремиссии заболевания (норма для IgA и IgG – до 25,0 ЕД/мл).

Результаты исследования динамики анти-ДПП IgA на фоне приёма пельменей показали, что у 10 (76,9%) пациентов показатели анти-ДПП IgA и до, и после месячного курса приёма пельменей не превышали уровень 5,0-5,5 ЕД/мл. У 2 (15,4%) детей исходный уровень находился в диапазоне от 20,0 до 25,0 ЕД/мл, а у 1 (7,7%) – в диапазоне от 15,0 до 20,0 ЕД/мл. Во всех этих трёх случаях обнаружение в исходном анализе субпороговых значений анти-ДПП IgA могло свидетельствовать о неполном соблюдении пациентами БГД и наличии следовых количеств глютена в пище. Спустя месяц приёма пельменей ни в одном случае пороговый уровень антител (25,0 ЕД/мл) не был превышен, при этом у 1 из 3 пациентов он снизился, а у 2 – несущественно вырос, возможно, отражая существовавшие и ранее погрешности в соблюдении диеты. Уровень антител к ДПП IgA является одним из наиболее высокочувствительных индикаторов антигенной нагрузки, поэтому достоверное снижение медианы убедительно свидетельствует об абсолютной безопасности использования пельменей «Безглютеновые» в рационе детей и подростков, находящихся на безглютеновой диете.

В соответствии с обновленными критериями ESPGHAN, для первичной постановки диагноза и контроля приверженности соблюдению БГД достаточно однократного, одновременного обнаружения специфических изменений в слизистой оболочке и повышенных титров вышеперечисленных антител. Следовательно, зафиксированное у всех детей отсутствие прироста, а в ряде случаев, снижение уровня специфических антител является несомненным доказательством абсолютной безопасности для пациентов пельменей.

Результаты исследования динамики гематологических показателей пациентов с целиакией на фоне приёма специализированных мясных полуфабрикатов представлены в таблице 4.13.

Таблица 4.13 – Гематологические показатели у больных с целиакией на фоне приёма пельменей

Гематологические показатели	до начала приёма, n – 13	после приёма, n – 13	P
Эритроциты, $10^{12}/л$	$4,9 \pm 0,1$	$4,9 \pm 0,1$	$> 0,05$
Гемоглобин, г/дл	$13,5 \pm 0,2$	$13,5 \pm 0,3$	$> 0,05$
Гематокрит, %	$39,3 \pm 0,7$	$38,9 \pm 0,6$	$> 0,05$
Средний объём эритроцитов (MCV), фл	$80,5 \pm 1,3$	$80,0 \pm 1,3$	$> 0,05$
Среднее содержание гемоглобина в эритроците (MCH), пг	$27,7 \pm 0,4$	$27,7 \pm 0,5$	$> 0,05$
Средняя концентрация гемоглобина в эритроците (MCHC), г/дл	$34,4 \pm 0,2$	$34,7 \pm 0,3$	$> 0,05$
Ширина распределения эритроцитов (RDW), %	$13,2 \pm 0,2$	$13,0 \pm 0,2$	$> 0,05$
Лейкоциты, $10^9/л$	$6,0 \pm 0,3$	$6,0 \pm 0,2$	$> 0,05$
Тромбоциты, $10^9/л$	$307,6 \pm 17,9$	$301,2 \pm 14,4$	$> 0,05$

Анализ представленных в таблице 4.15 данных показывает, что количественные и качественные характеристики периферической крови у больных целиакией, находящихся на БГД, до приёма и по окончании употребления пельменей существенно не отличаются.

Таблица 4.14 – Показатели метаболизма железа у детей с целиакией на фоне приёма пельменей «Безглютеновые»

Гематологические показатели	до начала приёма, n – 13	после приёма, n – 13	P
Сывороточное железо, мкмоль/л	15,6 ± 0,9	16,6 ± 1,3	> 0,05
Сывороточный ферритин, мкг/л	27,4 ± 3,6	37,7 ± 6,0	> 0,05
Общая железосвязывающая способность сыворотки, мкмоль/л	60,2 ± 1,5	56,6 ± 1,8	> 0,05
Латентная железосвязывающая способность сыворотки, мкмоль/л	44,7 ± 1,9	40,8 ± 2,0	> 0,05
Коэффициент насыщения трансферрина железом, %	26,2 ± 1,8	29,5 ± 2,4	> 0,05

Из табл. 6 видно, что показатели обеспеченности железом пациентов с целиакией на фоне приёма пельменей, несмотря на отсутствие достоверных различий, имели отчётливую тенденцию к улучшению. В частности, повысился не только уровень сывороточного железа и коэффициент насыщения трансферрина железом, но и, что более важно, уровень сывороточного ферритина, отражающего тканевые запасы железа.

На рисунке 46 представлены антропометрические показатели детей до и после приёма пельменей.

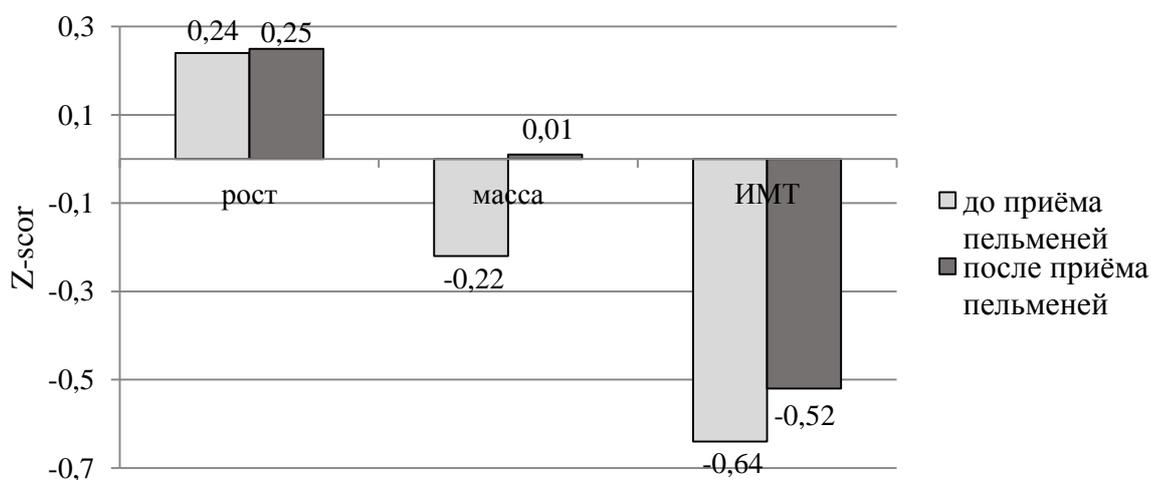


Рисунок 46 – Динамика показателей физического развития у детей с целиакией на фоне приема пельменей «Безглютеновые»

Динамика отклонения показателей физического развития (рис. 3) на фоне приёма пельменей характеризовалась стабильностью, отмечалось умеренное сокращение отставания детей в массе и ИМТ. Показатели калиперометрии 4-х складок (над бицепсом, трицепсом, подвздошной костью и под углом лопатки), отражающие упитанность, немного увеличились на фоне приёма безглютеновых пельменей с $52,1 \pm 3,7$ мм до $54,8 \pm 3,5$ мм ($p > 0,05$).

Результаты клинико-лабораторной апробации пельменей «Безглютеновые» позволили сделать следующие выводы:

- органолептические характеристики продукта не вызывали нареканий ни у одного из участвовавших в апробации пациентов школьного возраста;

- в процессе употребления пельменей «Безглютеновые» ни у одного ребёнка не произошло существенного подъёма наиболее чувствительных и специфичных серологических маркёров целиакии – уровня анти-ТТГ IgA и анти-ДПГ IgA;

- медиана уровня анти-ТТГ IgA и анти-ДПГ IgA на фоне месячного приёма безглютеновых пельменей достоверно ($p < 0,05$) уменьшилась, в обоих случаях оставаясь существенно ниже пороговых значений;

- на фоне приёма пельменей у детей повысился средний уровень сывороточного железа (на 6,4%), характеризующего транспортную фракцию и сывороточного ферритина (на 37,6%), характеризующего депо железа в организме;

- показатели физического развития на фоне приёма пельменей характеризовались стабильностью, отклонение массы тела и ИМТ от средней величины сократилось.

На основании вышеизложенного можно сделать заключение, что в условиях проведенной клинической апробации была подтверждена профилактическая эффективность пельменей «Безглютеновые». Употребляемый продукт обладал хорошей переносимостью потенциальными пациентами, способствовал улучшению физических, гематологических и

серологических показателей, и рекомендован специалистами к промышленному производству и употреблению лицами, в том числе, детьми и подростками, с клиническими признаками целиакии. Учитывая наличие материально-технической базы мясной отрасли и готовность к производству, предлагаемое техническое решение позволит расширить ассортимент продуктов для профилактики и лечения целиакии.

Расчёт экономической эффективности принятых технологических решений процесса производства пельменей «Безглютеновые» представлен в приложении У.

ВЫВОДЫ

1. На основании обзора литературных данных обоснован выбор безглютенового растительного сырья с разными функционально-технологическими и реологическими свойствами. Изучены физико-химические показатели, реологические и функционально - технологические свойства, химический состав, приведена оценка биологической ценности безглютенового растительного сырья.

2. Предложены режимы физической модификации безглютенового растительного сырья. Установлено, что сухой нагрев безглютенового растительного сырья до $65\pm 2^{\circ}\text{C}$ увеличивает показатели ВПС, ЖПС, ВУС, ЖУС и набухаемости рисовой, амарантовой, нутовой, льняной муки и кукурузного крахмала. Результатами исследований СМС модельных тестовых систем на основе БРС подтверждена целесообразность введения творожной сыворотки в рецептуру полуфабрикатов, обеспечивающая улучшение упруго-пластических свойств тестовых систем.

3. Результатами проектирования ингредиентного состава безглютеновой мучной смеси установлено оптимальное сочетание БРС в рецептурной композиции: 69,6% рисовой муки, 6,8% амарантовой муки, 11% нутовой муки, 1,3% льняной муки и 11,3% кукурузного крахмала. Выявлено, что введение творожной сыворотки и питьевой воды, в соотношении 70:30, позволяет сократить продолжительность замеса до 7,5-8 минут, улучшить реологические и органолептические показатели модельных тестовых систем.

4. Установлен оптимальный рецептурный состав начинки пельменей «Безглютеновые», включающий говядину 1 сорта (50%) , мясо цыплят – бройлеров (20%), жир – сырец гусиный (7%), а так же другие немясные ингредиенты (23%) для получения рекомендованного соотношения белка и жира в готовом продукте (1:1).

5. Экспериментально подтверждено, что аминокислотный состав специализированных мясных полуфабрикатов характеризуется наличием

лимитирующей аминокислоты - метионин+цистин, что подчеркивает преимущества сравнению с контрольным образцом, имеющим шесть лимитирующих аминокислот. Выявлено, что переваримость в условиях ферментативного гидролиза методом «in vitro» опытных образцов превышает контрольные образцы пельменей на 8%. По результатам исследований основных показателей качества и безопасности разработанных полуфабрикатов установлено, что пельмени «Безглютеновые» соответствуют требованиям ГОСТ 33394-2015, ТР ТС 034/2013 и ТР ТС 027/2012, что позволяет их идентифицировать как пищевой продукт специализированного назначения.

6. В ходе клинической апробации пельменей «Безглютеновые» подтверждена целесообразность включения в рацион потребителей с клиническими признаками целиакии, что способствует улучшению гематологических показателей крови, физических и серологических показателей.

7. Разработаны технические условия на специализированные мясные полуфабрикаты категории Б замороженные: пельмени «Безглютеновые» (ТУ 9214-001-93246014-2016, ТИ 9214-001-93246014-2016). Произведена промышленная выработка пельменей в промышленных условиях ООО СХП «Югроспром» (Ставропольский край, г. Новоалександровск). Оценка экономической эффективности предлагаемой промышленно ориентированной технологии показала, что прибыль от реализации годового объема пельменей «Безглютеновые» составляет 973 883,0 руб., что на 32,3% выше, чем контрольных образцов.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ:

- Анти – ТТГ** – антитела к тканевой трансглутаминазе
- Анти– ДТГ** – антитела к деамидированным пептидам глиаина
- БГД** – безглютеновая диета
- БГКП** – бактерии группы кишечной палочки
- БМС** – Безглютеновая мучная смесь
- БРС** – Безглютеновое растительное сырье
- ВНИИЗ** – Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки
- ВПС** – водопоглощающая способность
- ВУС** – водоудерживающая способность
- ГБУЗ** – государственное бюджетное учреждение здравоохранения
- ГМО** – генно-модифицированные организмы
- ЖПС** – жиропоглощающая способность
- ЖУС** – жирудерживающая способность
- ИК** – инфракрасный
- ИМТ** – индекс массы тела
- ИНАК** – индекс незаменимых аминокислот
- ИФА** – иммуноферментный анализ
- КМАФАнМ** – Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов
- КОЕ** – колониеобразующие единицы
- КРАС** – коэффициент различия аминокислотного состава
- КСАС** – коэффициент сбалансированности аминокислотного состава
- МУК**–методические указания
- НИЛ** – научно-исследовательская лаборатория
- ОЖСС** – общая железосвязывающая способность сыворотки
- ООО** – Общество с ограниченной ответственностью
- ПАВ** – поверхностно-активные вещества
- СВЧ** – сверхвысокочастотное излучение
- СКФУ** – Северо-Кавказский федеральный университет
- СКФО** – Северо-Кавказский федеральный округ
- СМС** – структурно-механические свойства
- СтГАУ**–Ставропольский государственный аграрный университет
- СтГМУ**– Ставропольский государственный медицинский университет
- ТР ТС** – технический регламент таможенного союза
- ФТС** – функционально-технологические свойства
- ЦКП** – центр коллективного пользования

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверкина, Н.А. Особенности лечения целиакии у детей при длительной патогенетической терапии: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.09 / Аверкина Наталья Анатольевна. – Москва, 2007. – 27 с.
2. Аникеева, Н. В. О перспективах использования продуктов переработки нута / Н. В. Аникеева, Л. В. Антипова // Кондитерское производство: Науч.-произв. журн. – 2005. – № 6. – С. 34.
3. Аникеева, Н.В. Применение нута в производстве колбасных изделий / Н.В. Аникеева, Л.В. Антипова // Пищевая промышленность. – 2003. – №2. – С. 66.
4. Антипова, Л.В. Технология и оборудование производств колбас и полуфабрикатов / Л.В. Антипова, И.Н. Толпыгина, А.А. Калачев; под. общ. ред. проф. Л.В. Антиповой. – СПб.: ГИОРД, 2011. – 438с.
5. Антипова, Л.В. Частные исследования технологии получения нутовой муки и ее характеристики / Л.В. Антипова, Н.В. Аникеева // Современные технологии переработки животноводческого сырья в обеспечении здорового питания: наука, образование и производство: мат. междунар. науч.-техн. конф. (Воронеж, 1-4 октября 2003). – Воронеж, 2003. – С. 153-156
6. Анциферова, О.В. Клинико-диагностическая характеристика целиакии у детей Иркутска и Иркутской области: дис. ...канд. мед. наук: 14.01.08 / Анциферова Оксана Викторовна. – Красноярск, 2014. – 153 с.
7. Аширова, Н.Н. Разработка и оценка качества безглютеновой кулинарной продукции: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.18.15 / Аширова Нурия Нургалиевна. – Новосибирск, 2012. – 19 с.
8. 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.
9. Барбашов, А.В. Биохимические и функциональные характеристики белков семян льна и разработка способов повышения их биологической ценности: дис. ...

канд. техн. наук: 03.00.04 / Барбашов Александр Вячеславович. –Краснодар, 2007. – 160 с.

10. Барсукова, Н.В. Новые технологические подходы к созданию специализированных продуктов питания для безглютеновой диеты / Н.В. Барсукова, В.Н. Красильников // Здоровое питание с рождения: медицина, образование, пищевые технологии. Санкт-Петербург-2010: материалы V Российского Форума. – СПб., 2010. – С. 7-8.

11. Барсукова, Н.В.. Разработка технологии пряничных изделий на основе безглютенового растительного сырья: автореф. дис.... канд. техн. наук: 05.18.15 / Барсукова Наталья Валерьевна. – Санкт-Петербург., 2005. – 20 с.

12. Бельмер, С.В. Целиакия от патогенеза к лечению / С.В.Бельмер, Т.В. Гасилина // Вопросы современной педиатрии. – 2013. – №12(3). – С.12-15.

13. Болдина, А.А. Разработка технологий хлеба и безглютеновых мучных кондитерских изделий, обогащенных рисовой мукой: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Болдина Анастасия Андреевна. – Краснодар, 2015. – 132 с.

14. Вайтанис, М.А. Расширение ассортимента комбинированных мясных полуфабрикатов / М.А. Вайтанис / Ползуновский вестник. – 2010. – № 3. – С. 252-255.

15. Вакар, А.Б Клейковина пшеницы / А.Б. Вакар. – М.: Изд-во Академии наук СССР, 1961. – 252 с.

16. Василевская, М.Н. Исследование свойств нативного картофельного крахмала как сырья для производства макаронных изделий / М.Н. Василевская, Е.А. Назаренко, Е.Ф. Тихонович // Научни Трудове на университет по хранителни технологии – пловдив. – 2014. – № 3. – С. 90-95.

17. Гамин, Д.С. Общий обзор крахмалопаточной отрасли РФ и мирового производства крахмала и продуктов его переработки / Д.С. Гамин // Вестник СамГУ. – 2007. – №5/2 (55). – С. 252-260.

18. Гаптар, С.Л. Проектирование продуктов с заданными свойствами: учебно-методическое пособие / С.Л. Гаптар, О.В. Рявкин, О.Н. Сороколетов, В.М. Фомин, Т.И. Дячук. – Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2016.– 89с.

19. Гаязова, А.О. Перспективные направления развития производства мясных полуфабрикатов [Электронный ресурс] / А.О. Гаязова, М.Б. Ребезов, Е.А.

Паульс, Р.А. Ахмедьярова, А.С. Косолапова // Молодой ученый. – 2014. – №9. – С. 127-129. – URL: <https://moluch.ru/archive/68/11514/> (дата обращения: 03.03.2018).

20. Гуринович, Г.В. Белковые препараты и пищевые добавки в мясной промышленности / Г.В. Гуринович, Н.Н. Потипаева, В.М. Позняковский. – М.; Кемерово: Издательское объединение «Российские университеты»: «Кузбассвузиздат: АСТШ», 2005. – 362 с.

21. Горлов, И.Ф. Нут – альтернативная культура многоцелевого назначения: Монография. – Волгоград: Волгоградское научное издательство, 2012. – 107с.

22. Горлов, И.Ф. Разработка новых функциональных продуктов на основе использования пророщенного нута / И. Ф. Горлов, Ю. Н. Нелепов, М. И. Сложенкина // Всё о мясе. – 2014. – № 1. – С. 28-30.

23. ГОСТ 33394-2015 Пельмени замороженные. Технические условия. – М.: Стандартиформ, – 2016. – 19 с.

24. ГОСТ 32750-2014 Полуфабрикаты в тесте замороженные для детского питания. Технические условия. – М.: Стандартиформ, – 2015. – 16 с.

25. ГОСТ 27560-87 Мука и отруби. Метод определения крупности. – М.: Стандартиформ, 2007. – 4 с.

26. ГОСТ 27558-87. Мука и отруби. Методы определения цвета, запаха, вкуса и хруста. – М.: Стандартиформ, 2007. – 4 с.

27. ГОСТ 20239-74 Мука, крупа и отруби. Метод определения металломагнитной примеси. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 4 с.

28. ГОСТ Р 53159-2008 Органолептический анализ. Методология. Метод треугольника. – М.: Стандартиформ, 2009. – 19 с.

29. ГОСТ 9959-2015 Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки. – М.: Стандартиформ, 2010. – 23 с.

30. ГОСТ 9404-88. Мука и отруби. Метод определения влажности. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 5 с.

31. ГОСТ 33319-2015. Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли влаги. – М.: Стандартиформ, 2016. – 5 с.

32. ГОСТ 10846-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. – М.: Стандартиформ, 2009. – 8 с.

33. ГОСТ 25011-81. Мясо и мясные продукты. Методы определения белка. – М.: Стандартиформ, 2010. – 8 с.
34. ГОСТ 29033-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения жира. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 6 с.
35. ГОСТ 23042-2015. Мясо и мясные продукты. Методы определения жира. – М.: Стандартиформ, 2016. – 11 с.
36. ГОСТ 27494-2016. Мука и отруби. Методы определения зольности. – М.: Стандартиформ, 2016. – 14 с.
37. ГОСТ ISO 17718-2015. Зерно и мука из мягкой пшеницы. Определение реологических свойств теста в зависимости от условий замеса и повышения температуры. – М.: Стандартиформ, 2016. – 32 с.
38. ГОСТ ISO 1841-2-2013. Мясо и мясные продукты. Потенциометрический метод определения массовой доли хлоридов. – М.: Стандартиформ, 2014. – 10 с.
39. ГОСТ Р 55483-2013. Мясо и мясные продукты. Определение жирнокислотного состава методом газовой хроматографии. – М.: Стандартиформ, 2014. – 16 с.
40. ГОСТ Р 55480-2013. Мясо и мясные продукты. Метод определения кислотного числа. – М.: Стандартиформ, 2014. – 8 с.
41. ГОСТ Р 54346-2011. Мясо и мясные продукты. Метод определения перекисного числа. – М.: Стандартиформ, 2012. – 11 с.
42. ГОСТ 10444.12-2013. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов. – М.: Стандартиформ, 2014. – 10 с.
43. ГОСТ 10444.15-94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. – М.: Стандартиформ, 2010. – 7 с.
44. ГОСТ 31659-2012. Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*. – М.: Стандартиформ, 2014. – 20 с.
45. ГОСТ 31747-2012. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий). – М.: Стандартиформ, 2013. – 20 с.

46. ГОСТ 26932-86. Сырье и продукты пищевые. Методы определения свинца. – М.: Стандартинформ, 2010. – 12 с.
47. ГОСТ 32161-2013 Продукты пищевые. Метод определения содержания цезия Cs-137. – М.: Стандартинформ, 2013. – 10 с.
48. ГОСТ Р 54669-2011 Молоко и продукты переработки молока. Методы определения кислотности. – М.: Стандартинформ, 2013. – 14 с.
49. ГОСТ 31628-2012. Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрический метод определения массовой концентрации мышьяка. – М.: Стандартинформ, 2013. – 27 с.
50. ГОСТ 26933-86. Сырье и продукты пищевые. Методы определения кадмия. – М.: Стандартинформ, 2010. – 11 с.
51. ГОСТ 26927-86. Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути. – М.: Стандартинформ, 2010. – 13 с.
52. Гурская, О.Л. Химический состав и технологические свойства сортов риса различного происхождения / О.Л. Гурская // Бюлл. НТИ ВНИИ риса. – 1981. – №31. – С. 15-17.
53. Динь, Т.Х. Разработка технологии хлебобулочных изделий с использованием рисовой муки: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01/ Динь Тхи Хьен. – Москва, 2010. – 149 с.
54. Еркебаев, М.Ж. Реология пищевых производств / М.Ж. Еркебаев и др. – Алматы, 2003. – 192 с.
55. Жебелева, И.А. Оптимизация рецептурыпельменей с учетом сбалансированности аминокислотного состава / И.А. Жебелева, Д.В. Криштафович, Г.П. Горошко // Мясная индустрия. – 2008. – №2. – С.60-64.
56. Журавская, Н.К. Исследования и контроль качества мяса и мясных продуктов / Н.К. Журавская, Л.Т. Алехина. – М.: Агропромиздат, 2000. – 296 с.
57. Захарова, И.Н. Целиакия: базовые сведения / И.Н. Захарова, Т.Э. Боровик, Е.А. Рославцева, Ю.А. Дмитриева, Е.Н. Касаткина, В.А. Курьянинова, Ф.С. Дзедбисова // Педиатрия. – 2014. – № 2. – С. 31-35.

58. Зубцов, В.А. Льняное семя, его состав и свойства / В.А. Зубцов, Л.Л. Осипова, Т.И. Лебедева // Российский химический журнал. – 2002. – Т. XLVI. – №2. – С. 14-16.
59. Ибрагимова, И. Е. Реология пищевого сырья, продуктов, полуфабрикатов. Конспект лекций: учебное пособие. – М.: Экон-Информ, 2010. – 144 с.
60. Казаков, Е.Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов / Е.Д. Казаков, Г.П. Карпиленко. – 3-е изд. перераб. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 512с.
61. Кенийз, Н.В. Анализ рынка полуфабрикатов в России / Н.В. Кенийз, А.А. Нестеренко, С.С. Сыроваткина // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 105. – С. 1-14.
62. Киреева, М.С. Функционально-технологические свойства семян льна и разработка технологии мучных кондитерских изделий специализированного назначения на их основе: дис. ... канд. тех. наук: 05.18.07 / Киреева Мария Сергеевна. – СПб., 2014. – 113с.
63. Козьмина, Е.П. Технологические свойства крупяных и зернобобовых культур. – М.: ЦИНТИ Госкомзага, 1963. – 293 с.
64. Конарев, В.Г. Белки пшеницы / В.Г. Конарев. – М.: Колос, 1980. – 351с.
65. Коровин, Ф.Н. Зерно хлебных, бобовых и масличных культур. – М.: Пищевая промышленность, 1964. – 463 с.
66. Корячкина, С.Я. Новые виды мучных и кондитерских изделий. Научные основы, технологии, рецептуры / С.Я. Корячкина. – Орел: Труд, 2006. – 480 с.
67. Криштафович, Д.В. Влияние белковых добавок животного происхождения на потребительские свойства мясосодержащих полуфабрикатов в тесте: дис. ... канд. тех. наук: 05.18.15 / Криштафович Дмитрий Валентинович. – М., 2009. – 182с.
68. Кудряшов, Л.С. Перспективы использования рисовой муки при производстве мясных продуктов / Л.С. Кудряшов, Л.И. Лебедева, И.Г. Войтова // Мясная индустрия. – 2002. – № 8. – С. 13–15.
69. Курьянинова, В.А. Клинические особенности и физическое развитие детей с целиакией, находящихся на безглютеновой диете: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.08 / Курьянинова Виктория Александровна. – Москва, 2014. – 23 с.

70. Курьянинова, В.А. Безглютеновая диета у детей с целиакией: достижения и проблемы / В.А. Курьянинова, М.Д. Дагужиева, Л.Я. Климов, М.В. Стоян, М.А. Шелегеда, Н.С. Хомякова, Н.П. Оботурова, В.В. Масалова // Актуальные вопросы педиатрии и неонатологии: материалы краевой научно-практической конференции педиатров и неонатологов Ставропольского края. – Ставрополь, 2013. – С. 156 -162.

71. Лебедева, Л.И. Разработка технологии эмульгированных мясных продуктов с использованием модифицированной рисовой муки: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / Лебедева Людмила Ивановна. – М.: ВНИИМП, 2003. – 22 с.

72. Лисин, П.А. Оценка аминокислотного состава рецептурной смеси пищевых продуктов / П.А. Лисин, Е.А. Молибога, Ю.А. Канушина, Н.А. Смирнова // Аграрный вестник Урала. – 2012. – №3. – С.26-28.

73. Лисин, П.А. Компьютерная оптимизация витаминного состава на примере творожного продукта для школьного питания / П.А. Лисин, Е.И. Эдигер, Н.И. Эдигер, Н.Л. Чернопольская // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2014. – №4. – С.53-59.

74. Липатов, Н.Н. Формализованный анализ amino- и жирнокислотной сбалансированности сырья, перспективного для проектирования продуктов детского питания с задаваемой пищевой адекватностью / Н.Н. Липатов, Г.Ю. Сажинов, О.И. Башкиров // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. – № 8. – С. 11-14.

75. Лоточникова, Т.Н. Изменчивость технологических и биохимических признаков качества новых сортов риса российской селекции: дис. ... канд. биол. наук: 06.01.05 / Лоточникова Татьяна Николаевна. – Краснодар, 2006. – 135 с.

76. Лукин, Н.Д. Сахаристые продукты из крахмала в обеспечении рационального баланса сахара [Электронный ресурс] / Н.Д. Лукин // Рынок сахара стран СНГ-2012. Самообеспечение: от политической установки к экономической реальности: материалы конференции. – Москва, 2012. – Режим доступа: <http://www.rossahar.ru/Business-Activities/2012year/SNG-2012/>. (Дата обращения: 07.03.2014).

77. Лукьянченко, Н.П. Разработка технологий колбасных изделий с использованием нута и продуктов его модификации: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / Лукьянченко Наталья Павловна. – Ставрополь, 2003. – 25 с.

78. Луценко, У.Н. Разработка показателей оценки свойств амарантовой муки для использования в хлебопекарном производстве: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Луценко Ульяна Николаевна. – Москва, 1995. – 25 с.

79. Магомедов, Г.О. Научные и практические основы технологии сбивных функциональных хлебобулочных изделий: монография / Г.О. Магомедов, Е.И. Пономарева. – Воронеж: ВГТА, 2010. – 248 с.

80. Матвеева, И.В. Пищевые добавки и хлебопекарные улучшители в производстве мучных изделий / И.В. Матвеева, И.Г. Белявская. – 2-е изд., перераб. и доп. – М., 2001. – 116 с.

81. Маркетинговое исследование «Анализ рынка мясных полуфабрикатов в РФ 2017 г.» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docplayer.ru/70137040-Analiz-rynka-myasnyh-polufabrikatov-2017-g-vliyanie-krizisa-tendencii-perspektivy-razvitiya-i-prognoz-rynka.html>

82. Мартиросян, В.В. Разработка технологии макаронных изделий с применением муки амаранта и сетарии: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.18.01 / Мартиросян Владимир Викторович. – Пятигорск, 2006. – 28с.

83. Масалова, В.В. Перспективы использования безглютенового растительного сырья в производстве пищевых продуктов для диетического и профилактического питания / В.В. Масалова, Н.П. Оботурова // Пищевая промышленность. – 2016. – № 3. – С. 16–20.

84. Методические указания (МУ 1222-75) Определение хлорорганических пестицидов в мясе, мясопродуктах и животных жирах хроматографией в тонком слое. – М., 1976. – 8 с.

85. Методические указания № 4.2.026-95 от 29.03.1995 «Экспресс-метод определения антибиотиков в пищевых продуктах. МУК 4.2.026-95» (Утв. ГОСКОМСАНЭПИДНАДЗОРОМ РФ 29.03.1995).

86. Методы определения глютена в продовольственном сырье и пищевых продуктах. МУК 4.1.2880-11.Химические факторы. – Роспотребнадзор, 2011. – С. 31.

87. Миневич, И.Э. Разработка технологических решений переработки семян льна для создания функциональных пищевых продуктов: автореф. дис.... канд. техн. наук: 05.18.01 / Миневич Ирина Эдуардовна. – М., 2009. – 27 с.

88. Муратова, Е.И. Проектирование рецептур кондитерских изделий: метод. указ. / Е.И. Муратова, С.Г. Толстых. – Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. – 32 с.

89. Мысаков, Д.С. Исследование реологических свойств альтернативных видов муки / Д.С. Мысаков, Е.В. Крюкова, О.В. Чугунова // Технические науки - от теории к практике: материалы XXXVIII междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск: СибАК, 2014. – № 9(34). – С. 105-111.

90. Мясные технологии: "Оборудование для пельменей. Как начать производство пельменей. Гост на пельмени". [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.meatbranch.com/publ/view/31.html>

91. Нагарокова, Д.К. Анализ российского рынка полуфабрикатов / Д.К. Нагарокова, А.А. Нестеренко // Молодой ученый. – 2015. – №2. – С. 175-178.

92. Нечаев, А.П. Пищевая химия: учебник / А.П. Нечаев и др.; под ред. А.П. Нечаева. – СПб.: ГИОРД, 2001. – 592 с

93. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации [Электронный ресурс]: Указ Президента Российской Федерации от 30.01.2010 г. № 120. – Режим доступа: Консультант Плюс.

94. Орешко, Л.С. Целиакия взрослых: особенности патогенеза, клинических проявлений, диагностики, лечения и профилактики осложнений: автореф. дис. ... д-ра мед. наук: 14.00.47 / Орешко Людмила Саварбековна. – СПб, 2008. – 44 с.

95. Осипова, Г.А. Технология макаронного производства: учебное пособие для вузов / Г.А. Осипова. – Орел: ОрелГТУ, 2009. – 152с.

96. Отчет результаты выборочного анализа различных образцов пищевых продуктов на содержание глютена [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.agluten.narod.ru/produkti_bezGluten.htm.

97. Пащенко, Л.П. Характеристика семян льна и их применение в производстве продуктов питания / Л.П. Пащенко, А.С. Прохорова, Л.Ю. Кобцева, И.А. Никитин // Хранение и переработка сельхоз. Сырья. – 2004. – №7. – С.56-57.

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

99. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 октября 2010 г. № 1873-р «Об основах государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года». – Москва, 2010. – 4 с.
100. Реброва, И.А. Теория планирования эксперимента / И.А. Реброва. – Омск: СибАДИ, 2016. – 106 с.
101. Ревна, М.О. Целиакия: болезнь или образ жизни? / М.О. Ревна, И.Э. Романовская. – СПб., 2010. – 156с.
102. Рензьева, Т.В. Разработка рецептуры и технологии безглютенового печенья на основе природного растительного сырья / Т.В. Рензьева, А.С. Тубольцева, С.И. Артюшина // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – №4 (39). – С. 87-92.
103. Рогов, И.А. Производство мясных полуфабрикатов / И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Р.М. Ибрагимов, Л.К. Забашта. – М.: Колосс-Пресс, 2001. – 336 с.
104. Российский рынок мясных полуфабрикатов в 2015 году. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mresearcher.com/2017/01/roif-expert-rossijskij-rynok-myasnuyh-polufabrikatov-v-2015-godu.html>
105. Руководство Всемирной организации гастроэнтерологов (ВОГ-OMGE) Целиакия. – ВОГ, 2005. – 18 с.
106. Садыгова М.К. Научно – практические основы технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий с применением муки из семян нута саратовской селекции: дис. ... д-ра с.-х. наук: 05.18.01 / Садыгова Мадина Карипуловна. – Красноярск., 2015. – 336 с.
107. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов: методические указания МУК 4.2.1847-04. – М., Федеральный центр Госэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 32с.
108. Сафонова, Е.Ф. Выделение и изучение фосфолипидов масла семян амаранта: автореф. дис. ... канд. хим. наук: 15.00.02 / Сафонова Елена Федоровна. – Москва, 2004. – 28 с.
109. Сергеева К.М. Педиатрия: учебник / К.М. Сергеева. – СПб., 2006. – 544с.
110. Способы получения белкового продукта на основе нута: пат.2265374 Рос. Федерация: МПК51 А23L1/20, А23J3/16/ Т.М. Гиро; заявитель и патентообладатель

Кузнецов А.Г., Еленович Е.Р.– №2004111760/13; заявл. 20.04.04; опубл.10.12.05. Бюл. №34. – 4 с.

111. Способ определения переваримости белков пищевых продуктов *in vitro*: пат.2045918 Рос. Федерация: , МКИ 6 А 23 L 1/31/ Юдина С. Б., Липатов Н. Н.; заявитель и патентообладатель Московский институт прикладной биотехнологии – №93020038/13; заявл. 16.04.93.; опубл. 20.10.95. Бюл. №29. – 4с.

112. Способ производства безглютенового хлеба: пат. 2579257 Рос. Федерация: МПК 51 А21D 13/04/ Жаркова И.М., Мирошниченко Л.А., Росляков Ю.Ф., Кликонос А.А.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кубанский государственный технологический университет" (ФГБОУ ВПО «КубГТУ») – №2015102878/13; заявл. 28.01.2015.; опубл. 10.04.2016. Бюл. №10. – 7с.

113. Способ производства безглютенового печенья: пат. 2541654 Рос. Федерация: МПК 51 А21D 13/08. / Магомедов Г.О., Шевякова Т.А., Сибирко К.И.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Воронежский государственный университет инженерных технологий" (ФГБОУ ВПО «ВГУИТ») – №2015102878/13; заявл. 08.11.2013; опубл. 20.02.2015. Бюл. №5. – 8с.

114. Состав для приготовления мучного кондитерского изделия: пат. 2285417 Рос. Федерация: МПК 51 А21D 13/08./ Красильников В.Н., Леонтьева Н.А., Кузнецова Л.И., Синявская Н.Д.; заявитель и патентообладатель ООО «Протеин» заявл. 11.03.2005; опубл. 20.10.2006. Бюл. №29. – 8с.

115. Способ производства пельменей, обогащенных растительным сырьем (варианты): пат. 2472344 Рос. Федерация :МПК51 А21С9/06 А23L1/31 / Вайтанис М. А., Иунихина В. С., Назарчук Т. Н.; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова". – №2010150172/13; заявл. 07.12.2010; опубл. 20.01.2013, Бюл. № 2. – 13 с.

116. Способ производства пельменей, обогащенных рыбным сырьем: пат.2613449 Рос. Федерация: МПК51 А21С 9/06/ Вайтанис М. А.; заявитель и

патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова". – №2015142323; заявл. 05.10.2015; опубл. 24.03.2017, Бюл. № 9. – 2 с.

117. Способ приготовленияпельменей пат. 2243704 Рос. Федерация: МПК51 А 23 L 1/317, А 21 D 13/00, А 21 С 9/02/ Михайлова М.Г., Касьянов Г.И., Максютя И.В., Михайлова О.Г., Григоренко С.П.; заявитель и патентообладатель Кубанский Государственный Технологический Университет. – № 2003104940/13; заявл. 18.02.2003; опубл. : 10.01.2005, Бюл. № 1. – 6 с.

118. Султаева, Н.Л. Исследование свойств семян льна и разработка на их основе технологии хлебобулочных изделий / Султаева Н.Л., Перминова В.С. // Наукоеведение. – 2015. – Т.7. – №1. – С.1-15.

119. Суюнчева, Б.О. Разработка технологии бифидогенного концентрата из молочного белково-углеводного сырья для хлебопечения автореф. дис.... канд. техн. наук: 05.18.01 / Суюнчева Белла Олеговна. – Ставрополь, 2004. – 24 с.

120. Скурихин, И.М. Химический состав российских пищевых продуктов. Справочник / И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.

121. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности мяса и мясной продукции» (ТР ТС 034/2013)/ Принят решением Совета Евразийской экономической комиссии от 9.10.13 № 68 [Электронный ресурс] / Официальный сайт Евразийской Экономической Комиссии. – Режим доступа: www.eurasiancommission.org.

122. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011)/ Принят решением Совета Евразийской экономической комиссии от 9.12.11 № 880 [Электронный ресурс] / Официальный сайт Евразийской Экономической Комиссии. – Режим доступа: www.eurasiancommission.org.

123. Технический регламент Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки» (ТР ТС 022/2011)/ Принят решением Комиссии Таможенного союза от 9.12.11г. № 881 [Электронный ресурс] / Официальный

сайт Евразийской Экономической Комиссии. – Режим доступа: www.eurasiancommission.org.

124. Технический регламент (ТР ТС 027/2012) "О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания» / Принят решением Комиссии Таможенного союза от 15.06.2012г. №34 [Электронный ресурс] / Официальный сайт Евразийской Экономической Комиссии. – Режим доступа: www.eurasiancommission.org.

125. Технический регламент (ТР ТС 029/2012) «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств»)/ Принят решением Комиссии Таможенного союза от 20.07.2012г. [Электронный ресурс] / Официальный сайт Евразийской Экономической Комиссии. – Режим доступа: www.eurasiancommission.org..

126. Толстогузов, В.Б. Новые формы белковой пищи / В.Б. Толстогузов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 303с.

127. ТУ 9214-009-48160588-2014 Полуфабрикаты мясные и мясосодержащие в тесте замороженные. Технические условия (пельмени, манты, вареники и т.п.). – Москва, 2014. – 84 с.

128. Тулапина, К.В. Применение злаковых культур при производстве полуфабрикатов из тестовой оболочки с начинкой / К.В. Тулапина, Е.Н. Шугаева // Студенческий научный форум: материалы V Междунар. студ. эл. науч. конф. – Москва, 2013. – С. 15-18.

129. Тутельян, В.А. Научные основы здорового питания / В.А. Тутельян, А.Н. Разумов, А.И. Вялков, В.И. Михайлов, К.А. Москаленко, А.Т. Одинец, В.Г. Сбежнева

130. Тутельян, В.А. Порядок проведения исследований эффективности специализированной диетической лечебной и диетической профилактической пищевой продукции: методические указания / В.А. Тутельян, Д.Б. Никитюк, А.Р. Богданов, М.Г. Гаппаров, З.М. Зайнудинов, В.А. Исаков, А.А. Кочеткова, А.В. Погожева, В.А. Ревякина, Е.А. Смирнова, С.А. Хотимченко, Х.Х. Шарафетдинов. – Москва, 2016. – 31 с.

131. Тырлова, О.Ю. Разработка индустриальной технологии замороженных полуфабрикатов на основе льняной муки / О.Ю. Тырлова, Н.В. Барсукова // Процессы и аппараты пищевых производств. – 2014. – № 3. – С. 43-52.

132. Федеральный Закон «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации». – М.: Кремль, 2011. – 34 с.

133. Фещук, Е.Н. Российский рынок замороженных полуфабрикатов демонстрирует стабильный рост / Е.Н. Фещук, Д.Л. Альшевский // Научный журнал КубГАУ. – 2008. – №43 (9). – С. 1-7.

134. Хайруллин, М.Ф. О потребительских предпочтениях при выборе мясных продуктов / М.Ф. Хайруллин, М.Б. Ребезов, Н.Л. Наумова, А.А. Лукин, А.О. Дуць // Мясная индустрия. – 2011. – № 12. – С. 15–17.

135. Ходырева, З.Р. Возможность использования крупяной муки для производства кисломолочных продуктов смешанного брожения / З.Р. Ходырева // Ползуновский вестник. – 2011. – № 3/2. – С. 167-170.

136. Храмцов, А.Г. Феномен молочной сыворотки / А.Г. Храмцов. – СПб.: Профессия, 2011. – 804с.

137. Черных, В.Я. Лабораторный практикум по реологии сырья, полуфабрикатов и готовых изделий хлебопекарного и кондитерского производств / В.Я. Черных, А.С. Максимов. – М.: ИК МГУПП, 2004. – 163с.

138. Чугунова, О.В. Теоретическое обоснование и практическое использование дескрипторно-профильного метода при разработке продуктов с заданными потребительскими свойствами: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.15 / Чугунова Ольга Викторовна. – Екатеринбург, 2012. – 396 с.

139. Шарипова, Т.В. Исследование и разработка технологии мясорастительных полуфабрикатов для геродиетического питания: дис. ... канд. тех. наук: 05.18.04 / Шарипова Татьяна Викторовна. – Благовещенск, 2014. – 140 с.

140. Шмалько, Н.А. Перспективы использования амарантовой белковой муки в хлебопечении / Н.А. Шмалько, Н.А. Дроздовская, И.А. Чалова, Н.Л. Ромашко // Техника и технологии пищевых производств. – 2009. – №1. – С. 23-26.

141. Шмалько, Н.А. Характеристика состава и свойств липидов пшеничной и амарантовой муки / Н.А. Шмалько // Техника и технология пищевых производств. – 2011. – № 4 (23). – С. 1-5.

142. Шмалько, Н.А. Разработка технологий хлебобулочных изделий функционального назначения с использованием продуктов переработки семян амаранта: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.18.01 / Шмалько Наталья Анатольевна. – Краснодар, 2005. – 24 с.

143. Шнейдер, Д.В. Теоретические и практические аспекты создания безглютеновых продуктов питания на основе повышенной биодоступности сырья: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.01 / Шнейдер Дарья Владимировна. – М., 2012. – 606 с.

144. Щетинин, М.П. Растительные компоненты в качестве сырья в производстве плавленых сырных продуктов / М.П. Щетинин, Н.С. Богданова, Л.Н. Азолкина // Ползуновский вестник. – 2013. – №4. – С. 178-182.

145. Щербаков, В.Г. Биохимия и товароведение масличного сырья: изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Пищевая промышленность, 1969. – 456 с.

146. Ягофаров, Д.Ш. Физико-химические свойства картофельного крахмала / Д.Ш. Ягофаров, А.В. Канарский, Ю.Д. Сидоров, М.А. Поливанов // Вестник КТУ. – 2012. – № 12. – С. 215.

147. Alvares-Jubete, L. Nutritive value and chemical composition of pseudocereals as gluten free ingredients / L. Alvares-Jubete, E.K. Arendt, E. Gallagher // International journal of Food Sciences and Nutrition's. – 2009. – №60 (S4). – P. 240–257.

148. Arab, E.A.A. Nutritional evaluation and functional properties of chickpea (*Cicer arietinum* L.) flour and the improvement of spaghetti produced from its / E.A.A. Arab, I.M.F. Helmy, G.F. Bareth // Journal of American Science. – 2010. – Т. 6. – № 10. – P. 1055–1072.

149. CODEX STAN 118-1979, Rev.1-2008. Standard for Foods for Special Dietary Use for Persons Intolerant to Gluten. – 2009. – 3с.

150. Cato, L. Gluten-free breads using rice flour and hydrocolloid gums / L. Cato, L.B. Rafael, J. Gan and D.M. Small // Food Australia. – 2004. – Vol. 56(3). – P. 75-78.

151. De la Hera, E. Effect of water content and flour particle size on gluten-free bread quality and digestibility / E. de la Hera, C.M. Rosell, M. Gomez // *Food Chem.* – 2014. – Vol.151. – P.526-531.
152. Description and Composition of Flax [Электронный ресурс]. – A Health and Nutrition Primer. – URL:[flaxcouncil.ca/wpcontent/.../03/FlxPrmr_4ed_Chpt1.pdf].
153. Elke, K.A. Gluten-free cereal product and beverages / K.A. Elke, D.B. Fabio // Department of food and nutritional sciences university college cork Ireland. – Academic Press, 2008. – 445 p.
154. El-Adawy, T.A. Nutritional compositions and antinutritional factors of chickpea undergo different cooking methods and germination / T.A. El-Adawy // *Plant Foods for Human Nutrition.* – 2002. – №57. – P. 83 –97.
155. Gallagher E. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products / E. Gallagher, T.R. Gormley, E.K. Arendt // *Trends Food Science Technology.* – 2004. – Vol. 15. – P. 143-152.
156. Gambuś, H. The effect of composition of hydrocolloids on properties of gluten-free bread / H. Gambuś, M. Sikora, R. Ziobro // *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* – 2007. – Vol. 6(3). – P.61-74.
157. Gluten-free cereals product and beverages / Edited by E. Arendt, F.D.Bello etc. – Academic Press.-Amsterdam, 2008. – P.445.
158. Grobelnik, M. S. Nutrition value and use of grain amaranth: potential future application in bread making / S.M. Grobelnik, M. Turinek, M. Jakop, M. Bavec, F. Bavec // *Agricultura.* – 2009. – № 6. – P. 43-53.
159. Gujral, H.S. Effect of cyclodextrinase on dough rheology and bread quality from rice flour / H.S. Gujral, I. Guardiola, J.V. Carbonell, M.C. Rosell // *J. Agr. Food Chem.* – 2003. – Vol. 51. – P. 3814-3818.
160. Huttner, E.K. Recent advances in gluten-free baking and the current status of oats / E.K. Huttner, E.K. Arendt // *Trends Food Science Technol.* – 2010. – Vol. 21. – P. 303-312.
161. Kaswala, D.H. Celiac Disease: Diagnostic Standards and Dilemmas / D.H. Kaswala, G. Veeraraghavan, P.K. Ciaran, D.A. Leffler // *Diseases.* – 2015. – Vol.3. – P. 86-101.

162. Kato, A. Structural and gelling properties of dry heated egg white proteins / A. Kato, R.I. Hisham, H. Watanabe, K. Honma, K. Kobayashi // *J. Agric. Food Chem.* – 1990. – Vol.38. – P.32-37.
163. Kenny, S. Incorporation of dairy ingredients into wheat bread: Effects on dough rheology and bread quality / S. Kenny, K. Wehrle, C. Stanton, E.K. Arendt // *Euro. Food Res. Technol.* – 2000. – Vol. 210. – P. 391–396.
164. Kim, J-W. Protein content and composition of waxy rice grains / J.-W. Kim, B.-C. Kim, J.-H. Lee, D.-R. Lee, S. Rehman, S.J. Yun // *Pak. J. Bot.* – 2013. – Vol. 45(1). – P.151-156.
165. Krupa-Kozak, U. Application of Dairy Proteins as Technological and Nutritional Improvers of Calcium-Supplemented Gluten-Free Bread / U. Krupa-Kozak, N. Bączek, C.M. Rosell // *Nutrients.* – 2013. – Vol. 5(11). – P. 4503-4520.
166. Lazaridou, A. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations / A. Lazaridou, D. Duta, M. Papageorgiou, N. Belc, C.G. Biliaderis // *J Food Eng.* – 2007. – Vol. 79. – P. 1033-1047.
167. Mark, L. Dreher. Starch digestibility of foods: A nutritional perspective / L. Dreher Mark, J. Dreher Claudia, W. Berry James, E. Fleming Sharon // *Food Science and Nutrition.* – 2009. – Vol 3. – P. 47-71.
168. Marston, K. Effect of heat treatment of sorghum flour on the functional properties of gluten-free bread and cake / K.Marston, H. Khouryiehb, F. Aramounic // *Food Science and Technology.* – 2016. – Vol. 65 – P. 637–644.
169. Renzetti, S. Microstructure, fundamental rheology and baking characteristics of batters and breads from different gluten-free flours treated with a microbial transglutaminase. / S. Renzetti, F. Dal Bello, E.K. Arendt // *J Cereal Sci.* – 2008. – Vol.48. – P. 33–45.
170. Rubio-Tapia, A. ACG clinical guidelines: diagnosis and management of celiac disease / A. Rubio-Tapia, I.D. Hill, C.P. Kelly et al. // *Am J Gastroenterology.* – 2013. – №108. – P. 656-676.
171. Sabovics, M. Assessment of the rheological properties of flour using the mixolab / M. Sabovics, E. Straumite, R. Galoburda // *FOODBALT.* – 2011. – Vol. 34. – P. 33-38.

172. Sanchez-Marroquin, A. Amaranth flour blends and fractions for baking applications / A. Sanchez-Marroquin, M.V. Domingo, S. Maya, C. Saldana // *Journal of food science*. – 1985. – 50. – №3. – P. 789-794.

173. Smerdel, B. Improvement of gluten-free bread quality using transglutaminase, various extruded flours and protein isolates./ B. Smerdel, L. Pollak, D. Novotni, N. Cukelj, M. Benkovic, D. Lusic et al. // *J Food Nutr Res*. – 2012. – Vol.51. – P. 242-253.

174. Stathopoulos, C.E. Rheological evaluation of concentrated casein systems as replacement for gluten: calcium effects / C.E. Stathopoulos, B. T. O’Kennedy // *Int.J.of Dairy Tech*. – 2008. – Vol.61. – P. 397– 402.

175. Sumnu, G. The effects of xanthan and guar gums on staling of gluten-free rice cakes baked in different ovens / G. Sumnu, F. Koksel, S. Sahin, A. Basman, V. Meda // *Int. Journal: Food Science Technol*. – 2010. – Vol.45. – P. 87-93.

176. Tribole, E. Celiac sprue / E. Tribole, C. Kupper, M. Pietzak // *N Engl. J. Med*. – 2002. – Vol. 347. – №6. – P. 446-448.

177. Teutonico, R.A. Amaranth: Composition, properties and applications of a rediscovered food crop / R.A. Teutonico, D. Knorr // *Food Technology*. – 1985. – Vol.39 (4). – P.49.

178. Valcárcel-Yamani, B. Applications of Quinoa (*Chenopodium Quinoa Willd.*) and Amaranth (*Amaranthus Spp.*) and Their Influence in the Nutritional Value of Cereal Based Foods / B. Valcárcel-Yamani, S. Caetano da Silva Lannes // *Food and Public Health*. – 2012. – №2(6). – P. 265-275.

179. Vallons, KJR. Promoting structure formation by high pressure in gluten-free flours / K.J.R. Vallons, R. LAM, E.K. Arendt // *LWT - Food Sci. Technol*. – 2011. – № 44. – P. 1672-1680.

180. Venskutonis, P.R. Nutritional Components of Amaranth Seeds and Vegetables: A Review on Composition, Properties, and Uses / P.R. Venskutonis, P. Kraujalis // *Comprehensive reviews in Food Science and Food Safety*. – 2013. –Vol.12. – P.381–412.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица А1– Органолептические и физико-химические показатели безглютенового растительного сырья и пшеничной муки в/с

Наименование сырья	Вид нормативной/технической документации	Органолептические показатели сырья				Физико-химические показатели сырья					
		Цвет	Запах	Вкус	Минеральные примеси	Влажность, % не более		Крупность помола, проход через сито, не менее % (остаток на сите,% не более)		Металломагнитная примесь в мг на 1 кг сырья	
						Норм. знач.	Факт. знач.	Норм. знач.	Факт. знач.	Норм. знач.	Факт. знач.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Пшеничная мука в/с хлебопекарная	ГОСТ Р 52189-2003. Мука пшеничная. Общие технические условия	Белый с желтоватым оттенком	Свойственный данной муке, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый	Свойственный продукту из соответствующего сырья, без посторонних привкусов, не кислый, не горький	Отсутствовали	15,0	13,2	Остаток на сите 45/50 ПА ≤ 5	1,7	$\leq 3,0$	Не обнаружено
Нутовая мука	ТУ 9293-009-89751414-10. Мука нутовая. Технические условия.	Беловатый, кремовый	Свойственный данной муке, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый	Свойственный продукту из соответствующего сырья, без посторонних привкусов, не кислый, не горький	Отсутствовали	15,0	8,3	Проход через сито №22,7 ПЧ-150 $\geq 60,0$	96,94	$\leq 3,0$	Не обнаружено

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Льняная мука	ТУ 9293-009-89751414-10. Мука льняная. Технические условия.	От светло-серого до коричневого	Свойственный данной муке, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый	Свойственный продукту из соответствующего сырья, без посторонних привкусов, не горький, не кислый	Отсутствовали	10,0	6,0	Проход через сито № 067 по ≥ 75	95,6	$\leq 3,0$	Не обнаружено
Рисовая мука	ТУ 9293-002-43175543-03 Мука рисовая. Технические условия.	Белый, с желтым оттенком	Свойственный данной муке, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый	Свойственный продукту из соответствующего сырья, без посторонних привкусов, не горький, не кислый	Отсутствовали	14,0	10,6	Проход через сито №22,7 ПЧ-150 ≥ 60	91,4	$\leq 3,0$	Не обнаружено
Амарантовая мука	ТУ 9146-017-70834238-11. Мука амарантовая. Технические условия.	Белый, с желтым или серым оттенком	Свойственный данной муке, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый	Свойственный продукту из соответствующего сырья, без посторонних привкусов, не горький, не кислый	Отсутствовали	14,0	6,9	Проход через сито №45/50 ПА ≥ 60	68,24	$\leq 3,0$	Не обнаружено

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Кукурузный крахмал	ГОСТ 32159-2013.Крахмал кукурузный. Общие технические	Белый, с желтым оттенком	Свойственный данной сырью, без посторонних запахов, не затхлый, плесневый	Свойственный продукту из соответствующего сырья, без посторонних привкусов, не горький, не кислый	Отсутствовали	14,0	11,3	-	-	Не допускается	Не обнаружено

Таблица Б1– Матрица РЦКП эксперимента по определению зависимости изменения органолептической оценки модельных композиций от дозирования безглютенового растительного сырья

Натуральные значения факторов					Кодированные значения факторов				Органолептическая оценка, ед. балл
1					2				3
0	x_1	x_2	x_3	x_4	X_1	X_2	X_3	X_4	y_0
1	5	10	2	10	-1	-1	-1	-1	4,58
2	15	10	2	10	1	-1	-1	-1	4,16
3	5	30	2	10	-1	1	-1	-1	4,58
4	15	30	2	10	1	1	-1	-1	4,16
5	5	10	6	10	-1	-1	1	-1	4,49
6	15	10	6	10	1	-1	1	-1	4,07
7	5	30	6	10	-1	1	1	-1	4,49
8	15	30	6	10	1	1	1	-1	4,07
9	5	10	2	20	-1	-1	-1	1	4,58
10	15	10	2	20	1	-1	-1	1	4,16
11	5	30	2	20	-1	1	-1	1	4,58
12	15	30	2	20	1	1	-1	1	4,16
13	5	10	6	20	-1	-1	1	1	4,49
14	15	10	6	20	1	-1	1	1	4,07
15	5	30	6	20	-1	1	1	1	4,49
16	15	30	6	20	1	1	1	1	4,07
17	0	20	4	15	-2	0	0	0	3,93
18	20	20	4	15	2	0	0	0	3,11
19	10	0	4	15	0	-2	0	0	4,73
20	10	40	4	15	0	2	0	0	4,73
21	10	20	0	15	0	0	-2	0	4,40
22	10	20	8	15	0	0	2	0	4,22
23	10	20	4	5	0	0	0	-2	4,73
24	10	20	4	25	0	0	0	2	4,73
25	10	20	4	15	0	0	0	0	4,70
26	10	20	4	15	0	0	0	0	4,70
27	10	20	4	15	0	0	0	0	4,70
28	10	20	4	15	0	0	0	0	4,70
29	10	20	4	15	0	0	0	0	4,70
30	10	20	4	15	0	0	0	0	4,70
31	10	20	4	15	0	0	0	0	4,70

Таблица Б2 – Матрица РЦКП и результаты эксперимента по исследованию СМС модельных тестовых систем от уровня введения безглютенового растительного сырья

№ опыта п/п	Натуральные значения факторов					Кодированные значения факторов					Упругая деформация, мм	Пластическая деформация, мм
	1					2						
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	y_1	y_2
1	8	14	0,9	12	80	-1	-1	-1	-1	1	0,28	1,80
2	12	14	0,9	12	75	1	-1	-1	-1	-1	0,45	1,34
3	8	18	0,9	12	75	-1	1	-1	-1	-1	0,53	1,22
4	12	18	0,9	12	80	1	1	-1	-1	1	0,49	2,12
5	8	14	2,5	12	75	-1	-1	1	-1	-1	0,49	1,23
6	12	14	2,5	12	80	1	-1	1	-1	1	0,46	1,93
7	8	18	2,5	12	80	-1	1	1	-1	1	0,53	1,81
8	12	18	2,5	12	75	1	1	1	-1	-1	0,70	1,35
9	8	14	0,9	16	75	-1	-1	-1	1	-1	0,22	1,52
10	12	14	0,9	16	80	1	-1	-1	1	1	0,18	2,42
11	8	18	0,9	16	80	-1	1	-1	1	1	0,26	2,30
12	12	18	0,9	16	75	1	1	-1	1	-1	0,43	1,84
13	8	14	2,5	16	80	-1	-1	1	1	1	0,23	2,11
14	12	14	2,5	16	75	1	-1	1	1	-1	0,39	1,65
15	8	18	2,5	16	75	-1	1	1	1	-1	0,47	1,53
16	12	18	2,5	16	80	1	1	1	1	1	0,44	2,43
17	6	16	1,7	14	77,5	-2	0	0	0	0	0,35	1,65
18	14	16	1,7	14	77,5	2	0	0	0	0	0,48	2,09
19	10	12	1,7	14	77,5	0	-2	0	0	0	0,27	1,37
20	10	20	1,7	14	77,5	0	2	0	0	0	0,56	1,57
21	10	16	0,1	14	77,5	0	0	-2	0	0	0,27	1,96
22	10	16	3,3	14	77,5	0	0	2	0	0	0,49	1,78
23	10	16	1,7	10	77,5	0	0	0	-2	0	0,58	1,47
24	10	16	1,7	18	77,5	0	0	0	2	0	0,25	2,27
25	10	16	1,7	14	72,5	0	0	0	0	-2	0,52	1,19
26	10	16	1,7	14	82,5	0	0	0	0	2	0,32	2,55
27	10	16	1,7	14	77,5	0	0	0	0	0	0,42	1,87
28	10	16	1,7	14	77,5	0	0	0	0	0	0,42	1,87
29	10	16	1,7	14	77,5	0	0	0	0	0	0,42	1,87
30	10	16	1,7	14	77,5	0	0	0	0	0	0,42	1,87
31	10	16	1,7	14	77,5	0	0	0	0	0	0,42	1,87
32	10	16	1,7	14	77,5	0	0	0	0	0	0,42	1,87

Таблица Б3 –Матрица РЦКП и результаты эксперимента по исследованию СМС модельных тестовых систем из безглютенового растительного сырья

№ опы та п/п	Натуральные значения факторов					Кодированные значения факторов					Упругая деформация, мм	Пластическая деформация, мм
	1					2						
1	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	y_1	y_2
2	10,2	16,3	1,1	11,8	79,9	-1	-1	-1	-1	1	0,45	1,8
3	11	16,3	1,1	11,8	77,9	1	-1	-1	-1	-1	0,49	1,54
4	10,2	17,4	1,1	11,8	77,9	-1	1	-1	-1	-1	0,49	1,54
5	11	17,4	1,1	11,8	79,9	1	1	-1	-1	1	0,45	1,8
6	10,2	16,3	2	11,8	77,9	-1	-1	1	-1	-1	0,61	0,96
7	11	16,3	2	11,8	79,9	1	-1	1	-1	1	0,57	1,22
8	10,2	17,4	2	11,8	79,9	-1	1	1	-1	1	0,57	1,22
9	11	17,4	2	11,8	77,9	1	1	1	-1	-1	0,61	0,96
10	10,2	16,3	1,1	14,8	77,9	-1	-1	-1	1	-1	0,46	2,64
11	11	16,3	1,1	14,8	79,9	1	-1	-1	1	1	0,42	2,9
12	10,2	17,4	1,1	14,8	79,9	-1	1	-1	1	1	0,42	2,9
13	11	17,4	1,1	14,8	77,9	1	1	-1	1	-1	0,46	2,64
14	10,2	16,3	2	14,8	79,9	-1	-1	1	1	1	0,54	2,32
15	11	16,3	2	14,8	77,9	1	-1	1	1	-1	0,58	2,06
16	10,2	17,4	2	14,8	77,9	-1	1	1	1	-1	0,58	2,06
17	11	17,4	2	14,8	79,9	1	1	1	1	1	0,54	2,32
18	9,8	16,85	1,55	13,3	78,9	-2	0	0	0	0	0,49	1,95
19	11,4	16,85	1,55	13,3	78,9	2	0	0	0	0	0,49	1,95
20	10,6	15,75	1,55	13,3	78,9	0	-2	0	0	0	0,62	1,95
21	10,6	17,95	1,55	13,3	78,9	0	2	0	0	0	0,62	1,95
22	10,6	16,85	0,65	13,3	78,9	0	0	-2	0	0	0,37	2,53
23	10,6	16,85	2,45	13,3	78,9	0	0	2	0	0	0,61	1,37
24	10,6	16,85	1,55	10,3	78,9	0	0	0	-2	0	0,52	0,85
25	10,6	16,85	1,55	16,3	78,9	0	0	0	2	0	0,45	3,05
26	10,6	16,85	1,55	13,3	76,9	0	0	0	0	-2	0,53	1,62
27	10,6	16,85	1,55	13,3	80,9	0	0	0	0	2	0,45	2,13
28	10,6	16,85	1,55	13,3	78,9	0	0	0	0	0	0,49	1,95
29	10,6	16,85	1,55	13,3	78,9	0	0	0	0	0	0,49	1,95
30	10,6	16,85	1,55	13,3	78,9	0	0	0	0	0	0,49	1,95
31	10,6	16,85	1,55	13,3	78,9	0	0	0	0	0	0,49	1,95
32	10,6	16,85	1,55	13,3	78,9	0	0	0	0	0	0,49	1,95

Таблица Б4 – Матрица РЦКП и результаты эксперимента по исследованию СМС модельных тестовых систем от уровня введения эмульсии из куриных яиц и растительного масла

№ опыта п/п	Количество яиц куриных,% к массе безглютеновой мучной смеси	Количество масла растительного,% к массе безглютеновой мучной смеси	Кодированные значения факторов		Упругая деформация, мм	Пласти ческая деформа ция, мм
			4	5		
1	2	3	4	5	6	7
0	x_1	x_2	x_1	x_2	y_1	y_2
1	10	2,75	0	0	0,58	3,28
2	6	1	-1	-1	0,95	2,48
3	14	1	1	-1	0,42	3,62
4	10	2,75	0	0	0,79	2,82
5	6	4,5	-1	1	0,42	3,79
6	14	4,5	1	1	0,86	3,14
7	10	2,75	0	0	0,77	2,56
8	4,34	2,75	-1,414	0	0,65	2,64
9	15,65	2,75	1,414	0	0,61	3,07
10	10	0,27	0	-1,414	0,61	3,07
11	10	5,22	0	1,414	0,61	3,07
12	10	2,75	0	0	0,61	3,07
13	10	2,75	0	0	0,61	3,07

Таблица Б6– Матрица РЦКП и результаты эксперимента по определению условий замеса безглютенового пельменного теста

№ опыта п/п	Температура жидкой фазы на замес,°С	Время замеса, мин	Замена воды на сыворотку	Кодированные значения факторов			Упругая деформация, мм	Пластические деформации, мм	Адгезионное напряжение, Па
				x_1	x_2	x_3			
1	2	3	4	5			6	7	8
0	x_1	x_2	x_3	x_1	x_2	x_3	y_1	y_2	y_3
1	32	5	0,2	-1	-1	-1	0,58	2,82	-2600
2	37	5	0,2	1	-1	-1	0,73	3,19	-2430
3	32	9	0,2	-1	1	-1	0,51	3,2	-2500
4	37	9	0,2	1	1	-1	0,66	3,57	-2350
5	32	5	0,8	-1	-1	1	0,67	3,03	-1580
6	37	5	0,8	1	-1	1	0,82	3,4	-1550
7	32	9	0,8	-1	1	1	0,6	3,42	-1420
8	37	9	0,8	1	1	1	0,75	3,79	-1450
9	30,2	7	0,5	-1,682	0	0	0,46	3,12	-1650
10	38,7	7	0,5	1,682	0	0	0,71	3,74	-1550
11	34,5	3,6	0,5	0	-1,682	0	0,77	2,86	-1820
12	34,5	10,4	0,5	0	1,682	0	0,65	3,51	-2100
13	34,5	7	0	0	0	-1,682	0,66	3,12	-3850
14	34,5	7	1	0	0	1,682	0,81	3,47	-1100
15	34,5	7	0,5	0	0	0	0,94	3,31	-2100
16	34,5	7	0,5	0	0	0	0,94	3,31	-2100
17	34,5	7	0,5	0	0	0	0,94	3,31	-2100
18	34,5	7	0,5	0	0	0	0,94	3,31	-2100
19	34,5	7	0,5	0	0	0	0,94	3,31	-2100
20	34,5	7	0,5	0	0	0	0,94	3,31	-2100

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЗЕРНА И
ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ»**

127434, г. Москва, ш. Дмитровское, д.11

Тел, 976-45-97, факс 976-21-62, e-mail: kachestvovniiz@mail.ru

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

№ 1-17 от 30.01.2017 г.

Наименование и адрес заказчика: Масалова Валерия Валерьевна
356000, Ставропольский край, Новоалександровский район, г. Новоалександровск,
ул. Ленина, д.119, кв., 23

Отбор образцов выполнен: без акта отбора проб, заявка б/н от 19.01.2017 г.

Шифр образца: 1-17

Наименование образца испытаний: мука пшеничная хлебопекарная высший сорт
ОАО «Мелькомбинат в Сокольниках»

НД на продукцию: ГОСТ Р52189-2003 «Мука пшеничная. Общие технические условия»

Вид упаковки: бумажная заводская упаковка не опломбирована

Дата (выработки, изготовления): дата изготовления 18.11.2016 г.

Количество пробы на испытание: 0,5 кг.

Цель проведения испытаний: определение качества муки

Дата поступления образца: 19.12.2016 г.

Дата проведения испытаний: 19.01.2017 г. -27.01.2017 г.

НД на методы испытаний	Определяемые показатели, единицы измерений	Значение показателей		Погрешность метода, ±Δ
		по НД для высшего сорта	фактическое	
1	2	3	4	5
ГОСТ 27560-87	Крупность помола, %: остаток на сите 45/50 ПА проход сита 45/50 ПА	не более 5,0	1,7	-
Методика ВНИИЗ	Гранулометрический состав, %			
	остаток на сите:			
	22,7 ПЧ-150 (300мкм)	-	0,0	-
	27ПЧ-120 (250мкм)	-	0,12	-
	36/40ПА (180мкм)	-	0,48	-
	45/50 ПА (140мкм)	-	1,54	-
	56/64 ПА (106 мкм)	-	21,94	-
009 нерж. (90 мкм)	-	11,58	-	
	проход сита: 009 нерж. (90 мкм)	-	64,34	-

Директор ФГБНУ «ВНИИЗ», д.т.н.

Е.П. Мелешкина

Протокол подготовил:

А.И. Коваль

Примечание: Настоящий протокол испытаний не может быть полностью или частично перепечатан без разрешения ИЦ и распространяется только на образцы продукции, представленные на испытание

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЗЕРНА И
ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ»**

127434, г. Москва, ш. Дмитровское, д.11

Тел, 976-45-97, факс 976-21-62, e-mail: kachestvovniiz@mail.ru

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

№ 2-17 от 30.01.2017 г.

Наименование и адрес заказчика: Масалова Валерия Валерьевна
356000, Ставропольский край, Новоалександровский район, г. Новоалександровск,
ул. Ленина, д.119, кв., 23

Отбор образцов выполнен: без акта отбора проб, заявка б/н от 19.01.2017 г.

Шифр образца: 2-17

Наименование образца испытаний: мука рисовая цельнозерновая

Изготовитель: ООО «Гарнец»

НД на продукцию: ТУ 9293-002-43175543-03 «Мука крупяная и зерновая»

Вид упаковки: бумажная заводская упаковка не опломбирована

Дата (выработки, изготовления): дата изготовления 17.08.16 г.

Количество пробы на испытание: 0,2 кг.

Цель проведения испытаний: определение качества муки

Дата поступления образца: 19.12.2016 г.

Дата проведения испытаний: 19.01.2017 г. -27.01.2017 г.

НД на методы испытаний	Определяемые показатели, единицы измерений	Значение показателей		Погрешность метода, ±Δ
		по НД	фактическое	
1	2	3	4	5
ГОСТ 27560-87	Крупность помола, %: проход сита 22,7 ПЧ-150 (300 мкм)	не менее 60,0	91,4	-
	Гранулометрический состав, % остаток на сите: 22,7 ПЧ-150 (300мкм)	-	5,64	-
	27ПЧ-120 (250мкм)	-	3,41	-
	36/40ПА (180мкм)	-	4,36	-
	45/50 ПА (140мкм)	-	11,29	-
	56/64 ПА (106 мкм)	-	19,84	-
	009 нерж. металлотканное (90 мкм)	-	11,03	-
	проход сита 009 нерж. металлотканное (90 мкм):	-	44,43	-

Директор ФГБНУ «ВНИИЗ», д.т.п.

Е.П. Мелешкина

Протокол подготовил :

А.И. Коваль

Примечание: Настоящий протокол испытаний не может быть полностью или частично перепечатан без разрешения ИЦ и распространяется только на образцы продукции, представленные на испытание

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЗЕРНА И
ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ»**

127434, г. Москва, ш. Дмитровское, д.11

Тел, 976-45-97, факс 976-21-62, e-mail: kachestvovniiz@mail.ru

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

№ 3-17 от 30.01.2017 г.

Наименование и адрес заказчика: Масалова Валерия Валерьевна
356000, Ставропольский край, Новоалександровский район, г. Новоалександровск,
ул. Ленина, д.119, кв., 23

Отбор образцов выполнен: без акта отбора проб, заявка б/н от 19.01.2017 г.

Шифр образца: 3-17

Наименование образца испытаний: мука из амаранта

Изготовитель: ООО «Корпорация Ди энд Ди», Санкт-Петербург

НД на продукцию: ТУ 9293-026-66032220-2014

Вид упаковки: бумажная заводская упаковка не опломбирована

Дата (выработки, изготовления): дата изготовления июнь 2016 г.

Количество пробы на испытание: 0,2 кг.

Цель проведения испытаний: определение качества муки

Дата поступления образца: 19.12.2016 г.

Дата проведения испытаний: 19.01.2017 г. -27.01.2017 г.

НД на методы испытаний	Определяемые показатели, единицы измерений	Значение показателей		Погрешность метода, ±Δ
		по НД	фактическое	
1	2	3	4	5
ГОСТ 27560-87	Крупность помола, %: проход сита 45/50 ПА	-	68,24	-
Методика ВНИИЗ	Гранулометрический состав, % остаток на сите:			
	22,7 ПЧ-150 (300мкм)	-	1,78	-
	27ПЧ-120 (250мкм)	-	2,92	-
	36/40ПА (180мкм)	-	12,26	-
	45/50 ПА (140мкм)	-	23,00	-
	56/64 ПА (106 мкм)	-	22,56	-
	009 нерж. металлотканное (90 мкм)	-	13,40	-
	проход сита 009 нерж. металлотканное (90 мкм):	-	24,08	-

Директор ФГБНУ «ВНИИЗ», д.т.н.

Е.П. Мелешкина

Протокол подготовил:

А.И. Коваль

Примечание: Настоящий протокол испытаний не может быть полностью или частично перепечатан без разрешения ИЦ и распространяется только на образцы продукции, представленные на испытание

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЗЕРНА И
ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ»**

127434, г. Москва, ш. Дмитровское, д.11

Тел, 976-45-97, факс 976-21-62, e-mail: kachestvovniiz@mail.ru

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

№ 5-17 от 30.01.2017 г.

Наименование и адрес заказчика: Масалова Валерия Валерьевна
356000, Ставропольский край, Новоалександровский район, г. Новоалександровск,
ул. Ленина, д.119, кв., 23

Отбор образцов выполнен: без акта отбора проб, заявка б/н от 19.01.2017 г.

Шифр образца: 5-17

Наименование образца испытаний: мука льняная подубезжиренная

Изготовитель: ООО «Гарнец»

НД на продукцию: ТУ 9293-009-89751414-10 «Мука льняная»

Вид упаковки: бумажная заводская упаковка не опломбирована

Дата (выработки, изготовления): дата изготовления 05.09.2016 г.

Количество пробы на испытание: 0,2 кг.

Цель проведения испытаний: определение качества муки

Дата поступления образца: 19.12.2016 г.

Дата проведения испытаний: 19.01.2017 г. -27.01.2017 г.

НД на методы испытаний	Определяемые показатели, единицы измерений	Значение показателей		Погрешность метода, ±Δ
		по НД	фактическое	
1	2	3	4	5
ГОСТ 27560-87	Крупность помола, %: остаток сита 08 (800 мкм) проход сита 067 (670 мкм)	не более 10,0 не менее 75,0	0,26 95,6	-
Методика ВНИИЗ	Гранулометрический состав, %			
	остаток на сите:			
	22,7 ПЧ-150 (300мкм)	-	17,50	-
	27ПЧ-120 (250мкм)	-	38,64	-
	36/40ПА (180мкм)	-	9,76	-
	45/50 ПА (140мкм)	-	14,74	-
	56/64 ПА (106 мкм)	-	5,36	-
009 нерж. металлотканое (90 мкм)	-	5,00	-	
	проход сита 009 нерж. металлотканое (90 мкм):	-	9,0	-

Директор ФГБНУ «ВНИИЗ», д.т.н.

Е.П. Мелешкина

Протокол подготовил:

А.И. Коваль

Примечание: Настоящий протокол испытаний не может быть полностью или частично перепечатан без разрешения ИЦ и распространяется только на образцы продукции, представленные на испытание

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЗЕРНА И
ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ»**

127434, г. Москва, ш. Дмитровское, д.11

Тел, 976-45-97, факс 976-21-62, e-mail: kachestvovniiz@mail.ru

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

№ 4-17 от 30.01.2017 г.

Наименование и адрес заказчика: Масалова Валерия Валерьевна
356000, Ставропольский край, Новоалександровский район, г. Новоалександровск,
ул. Ленина, д.119, кв., 23

Отбор образцов выполнен: без акта отбора проб, заявка б/н от 19.01.2017 г.

Шифр образца: 4-17

Наименование образца испытаний: мука нутовая

Изготовитель: ООО «Гарнец»

НД на продукцию: ТУ 9293-009-89751414-10 «Мука гороховая, нутовая, чечевичная»

Вид упаковки: бумажная заводская упаковка не опломбирована

Дата (выработки, изготовления): дата изготовления 08.02.2016 г.

Количество пробы на испытание: 0,2 кг.

Цель проведения испытаний: определение качества муки

Дата поступления образца: 19.12.2016 г.

Дата проведения испытаний: 19.01.2017 г. -27.01.2017 г.

НД на методы испытаний	Определяемые показатели, единицы измерений	Значение показателей		Погрешность метода, ±Δ
		по НД	фактическое	
1	2	3	4	5
ГОСТ 27560-87	Крупность помола, %: проход сита 22,7 ПЧ-150 (300 мкм)	не менее 60,0	96,64	-
Методика ВНИИЗ	Гранулометрический состав, % остаток на сите:			
	22,7 ПЧ-150 (300мкм)	-	22,95	-
	27ПЧ-120 (250мкм)	-	8,58	-
	36/40ПА (180мкм)	-	12,10	-
	45/50 ПА (140мкм)	-	28,87	-
	56/64 ПА (106 мкм)	-	2,63	-
	009 нерж. металлотканное (90 мкм)	-	7,61	-
	проход сита 009 нерж. металлотканное (90 мкм):	-	17,26	-

Директор ФГБНУ «ВНИИЗ», д.т.н.

Мелешкина Е.П. Мелешкина

Протокол подготовил:

Коваль А.И. Коваль

Примечание: Настоящий протокол испытаний не может быть полностью или частично перепечатан без разрешения ИЦ и распространяется только на образцы продукции, представленные на испытание



Испытательная лаборатория ЗАО "Премикс"

Адрес ИЛ: 352747 РФ, Краснодарский край,
г. Тимашевск, мкр. Индустриальный, ул. Парковая, 18/1
телефон/факс (861-30) 5-55-93, 4-30-61, 4-01-60
[Http://premix.com.ru](http://premix.com.ru) E-mail: premix-lab@yandex.ru

ОТЧЁТ О ПРОВЕДЕНИИ ИСПЫТАНИЙ №1851 от 22 июня 2016 года

Заказчик: Масалова В.В., аспирант кафедры "Технологии мяса и консервирования"
ФГАОУ ВПО "Северо-Кавказский федеральный университет"

Адрес заказчика: г. Ставрополь, ул. Маршала Жукова, 9, корпус № 7

Образец отобран: представитель заказчика Масалова В.В.

Наименование образца: Пельмени безглютеновые (образец №2)

Дата получения образца: 10 июня 2016 г

Дата проведения испытаний: 10-22 июня 2016 г

Цель проведения испытаний: оценка качества

Наименование методики исследований:

Определяемые показатели, ед. измерений	Содержание аминокислот, г в 1000 г образца	Содержание аминокислот, г в 100 г белка
Лизин	10,7	8,8
Метионин	2,9	2,4
Цистин	0,9	0,7
Метионин+цистин	3,8	3,1
Треонин	5,0	4,1
Триптофан	1,3	1,1
Аргинин	11,1	9,1
Валин	6,4	5,2
Гистидин	3,7	3,0
Глицин	7,0	5,7
Изолейцин	5,5	4,5
Лейцин	9,3	7,6
Фенилаланин	5,2	4,3
Тирозин	4,1	3,4
Фенилаланин+тирозин	9,3	7,6
Аланин	6,8	5,6
Аспарагиновая кислота	14,3	11,7
Глутаминовая кислота	13,9	11,4
Серин	13,2	10,8

Заведующая испытательной лабораторией



И.С. Бугай



Испытательная лаборатория ЗАО "Премикс"

Адрес ИЛ: 352747 РФ, Краснодарский край,
г. Тимашевск, мкр. Индустриальный, ул. Парковая, 18/1
телефон/факс (861-30) 5-55-93, 4-30-61, 4-01-60

Http://premix.com.ru E-mail: premix-lab@vandex.ru

ОТЧЁТ О ПРОВЕДЕНИИ ИСПЫТАНИЙ №1850 от 22 июня 2016 года

Заказчик: Масалова В.В., аспирант кафедры "Технологии мяса и консервирования"
ФГАОУ ВПО "Северо-Кавказский федеральный университет"

Адрес заказчика: г. Ставрополь, ул. Маршала Жукова, 9, корпус № 7

Образец отобран: представитель заказчика Масалова В.В.

Наименование образца: Пельмени пшеничные (образец №1)

Дата получения образца: 10 июня 2016 г

Дата проведения испытаний: 10-22 июня 2016 г

Цель проведения испытаний: оценка качества

Определяемые показатели, ед. измерений	Содержание аминокислот, г в 1000 г образца	Содержание аминокислот, г в 100 г белка
Лизин	9,3	5,9
Метионин	3,0	1,9
Цистин	1,3	0,8
Метионин+цистин	4,3	2,7
Треонин	4,9	3,1
Триптофан	1,3	0,8
Аргинин	8,3	5,3
Валин	5,5	3,5
Гистидин	3,6	2,3
Глицин	5,9	3,7
Изолейцин	6,0	3,8
Лейцин	10,2	6,5
Фенилаланин	5,8	3,7
Тирозин	3,8	2,4
Фенилаланин+тирозин	9,6	6,1
Аланин	6,2	3,9
Аспарагиновая кислота	11,7	7,4
Глутаминовая кислота	21,5	13,6
Серин	13,8	8,7

Заведующая испытательной лабораторией



И.С. Бугай



Испытательная лаборатория ЗАО "Премикс"

Адрес ИЛ: 352747 РФ, Краснодарский край,
г. Темников, мкр. Индустриальный, ул. Парковая, 1Б7
телефон/факс (861-30) 5-55-93, 4-30-61, 4-01-60
http://premix.com.ru E-mail: premixlab@yandex.ru

ОТЧЁТ О ПРОВЕДЕНИИ ИСПЫТАНИЙ

Заказчик:
Адрес заказчика:
Образец отобран:
Наименование образца:

Дата получения образца:
Дата проведения испытаний:
Цель проведения испытаний:

Наименование методики исследований:

Масалова В.В., аспирант кафедры "Технология мяса и консервирования" ФГАОУ ВПО "Северо-Кавказский федеральный университет"
г. Ставрополь, ул. Маршала Жукова, 9, корпус № 7
представитель заказчика Масалова В.В.
Образец контрольный - Пельмени с пшеничной мукой;
образец опытный - Пельмени безглютеновые.
15 марта 2016 г
15-31 марта 2016 г
сравнительная оценка перевариваемости белков опытных и контрольных образцов пельменей по методу "in vitro"
Исследование и контроль мяса и мясопродуктов.

№ п/п	Определяемый показатель, единица измерений	Наименование образца	
		1 контрольный (пшеничные)	2 опытный (безглютеновые)
1	Массовая доля белка, %	11,4	12,4
2	Перевариваемость белка через 4 часа (в соляной кислоте), %	16,2	43,7
3	Перевариваемость белка через 4 часа (в бикарбонатном буфере), %	64,1	43,7
		80,3	87,4
	Продолжительность гидролиза, час	8	8
		1 контрольный (пшеничные)	2 опытный (безглютеновые)
	0	1,3	2
	1	2,7	2,9
	2	4,9	5,2
	3	7,8	12,4
	4	11,2	22,7
	5	23,9	31,4
	6	35,4	36,7
	7	40,2	36,7
	8	46,9	36,7



Заведующая испытательной лабораторией



И.С. Бугай



Испытательная лаборатория ЗАО "Премикс"

Адрес ИЛ: 352747 РФ, Краснодарский край,
г. Тимашевск, мкр. Индустриальный, ул. Парковая, 18/1
телефон/факс (861-30) 5-55-93, 4-30-61, 4-01-60

[Http://premix.com.ru](http://premix.com.ru)

E-mail: premix-lab@yandex.ru

ОТЧЁТ О ПРОВЕДЕНИИ ИСПЫТАНИЙ № 551 от 17 февраля 2017 года

Заказчик:

Адрес заказчика:

Образец отобран:

Наименование образца:

Дата получения образца:

Дата проведения испытаний:

Цель проведения испытаний:

Масалова В.В., аспирант кафедры "Технологии мяса и консервирования" ФГАОУ ВПО "Северо-Кавказский федеральный университет"

г. Ставрополь, ул. Маршала Жукова, 9, корпус № 7
представитель заказчика Масалова В.В.

Пельмени пшеничные

08 февраля 2017 г

08-17 февраля 2017 г

оценка качества

Наименование показателя:	Значение показателя
Массовая доля жирной кислоты, %:	
каприновая	1,76
лауриновая	0,232
миристиновая	5,238
миристолевая	0,299
пентадециловая	0,694
пальмитиновая	29,179
гептадециловая	0,512
стеариновая	0,229
арахиновая	0,085
бегеновая	0
лигноцериновая	0,02
общая сумма насыщенных ЖК	38,248
пальмитостеариновая	2,56
элаидиновая	6,127
линолэлаидиновая	0,403
олеиновая	22,383
эйкозеновая	0,77
эруковая	0,011
общая сумма мононенасыщенных ЖК	32,274
линолевая	29,32
гамма-линолевая	0,082
линоленовая	0,076
цис-11,14-эйкозодиеновая	0
цис-5,8,11,14,17-эйкозопентаеновая	0
общая сумма полиненасыщенных ЖК	29,478

Заведующая ИЛ

Бугай И.С.



ПРЕМИКС**Испытательная лаборатория ЗАО "Премикс"**

Адрес ИЛ: 352747 РФ, Краснодарский край,
г. Тимашевск, мкр. Индустриальный, ул. Парковая, 18/1
телефон/факс (861-30) 5-55-93, 4-30-61, 4-01-60

<http://premix.com.ru>

E-mail: premix-lab@vandex.ru

ОТЧЁТ О ПРОВЕДЕНИИ ИСПЫТАНИЙ № 550

от 17 февраля 2017 года

Заказчик:

Адрес заказчика:

Образец отобран:

Наименование образца:

Дата получения образца:

Дата проведения испытаний:

Цель проведения испытаний:

Маслова В.В., аспирант кафедры "Технологии мяса и консервирования" ФГАОУ ВПО "Северо-Кавказский федеральный университет"

г. Ставрополь, ул. Маршала Жукова, 9, корпус № 7
представитель заказчика Маслова В.В.

Пельмени безглютеновые

08 февраля 2017 г

08-17 февраля 2017 г

оценка качества

Наименование показателя:	Значения показателя
Массовая доля жирной кислоты, %:	
сатурновая	0,920
лауриновая	0,023
миристиновая	1,677
пальмитиновая	0,108
пентадециловая	20,703
пальмитиновая	11,978
гептадециловая	0,082
стearиновая	0,052
арахиновая	0,042
бегеновая	0
лигноцеринная	0
общая сумма насыщенных ЖК	35,025
пальмитостеариновая	5,157
олеиновая	0
линолеиновая	16,602
олеиновая	26,617
эйкозеновая	0,124
арисовая	0
общая сумма мононенасыщенных ЖК	47,5
линолевая	17,36
гамма-линолевая	0,061
линоленовая	0,018
цис-11,14-эйкозодиеновая	0
цис-5,8,11,14,17-эйкозопентаэновая	0
общая сумма полиненасыщенных ЖК	17,439

Заведующая ИЛ

Бурая И.С.



**ФГБОУ ВПО «СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
УЧЕБНО-НАУЧНАЯ ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ**
(лаборатория по определению показателей качества и безопасности пищевой продукции,
продовольственного сырья)

Юридический адрес: 355017, Ставропольский
край,
г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12
Фактический адрес: Ставропольский край,
г. Ставрополь, ул. Мира, 302,
тел./факс 8 (865-2) 35-44-64

Аттестат аккредитации
РОСС RU.0001.21ПЦ12

от 28.10.2014

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ
№ У-220 от 20 октября 2015г.**

Наименование образца пельмени замороженные
Заявитель (наименование) Ярош Татьяна Викторовна
Дата отбора и доставки 13.10.2015г.
Величина партии: экспериментальное производство
Вес, объем образца 1,0кг № акта отбора проб: У-220
Дата (начало и окончание) проведения испытаний: 13.10.2015 – 20.10.2015г
Цель испытаний: подтверждение соответствия
Нормативный документ: ТР ТС 034/2013 (Технический регламент Таможенного союза «О безопасности мяса и мясной продукции»), ТР ТС 021/2011 (Технический регламент таможенного союза «О безопасности пищевой продукции»).

Результаты испытаний

Наименование показателей, единицы измерений	НД на методы испытаний	Допускаемые уровни	Результаты испытаний	Примечание (погрешность при необходимости)
КМАФАнМ, КОЕ/г	ГОСТ 10444.15-94	2x10 ⁶	1,5x10 ⁴	-
БГКП(колиформы)	ГОСТ 31747-2012	не допускается в 0,001г продукта	не обнаружено	-
Плесневые грибы, КОЕ/г	ГОСТ 10444.12-2013	не более 500	120	-
Патогенные, в т.ч. сальмонеллы	ГОСТ 31659-2012	в 25 г продукта не допускаются	не обнаружено	-
Токсичные элементы:				
Кадмий	ФР1.34.2005.01733	не более 0,05 мг/кг	не обнаружено	-
Свинец	ФР1.34.2005.01733	не более 0,5 мг/кг	не обнаружено	-
Ртуть	ФР1.34.2005.01733	не более 0,03 мг/кг	не обнаружено	-
Мышьяк	ФР1.34.2005.01733	не более 0,1 мг/кг	не обнаружено	-
Радионуклиды:				
Цезий	МВИ.МН 1181-2011	не более 200 Бк/кг	не обнаружено	-

Частичная перепечатка протокола без разрешения УНИЛ не допускается. Воспроизведение протокола разрешается только в форме полного фотографического факсимиле. Протокол испытаний распространяется только на образцы, подвергнутые испытанию.

Руководитель УНИЛ _____



Стародубцева Г.П.

Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор)
ФГБУ «Ставропольская межобластная ветеринарная лаборатория» (ФГБУ «Ставропольская МВЛ»)
Старомарьевское шоссе, д.34; г. Ставрополь,
Ставропольский край, Россия, 355000,
тел/факс (8 652) 28-16-53 e-mail: smvl_smvf@mail.ru



Federal Service for Veterinary and Phytosanitary
Rosselkhoznadzor
FSBI "Stavropol Interregional Veterinary Laboratory"
(FSBI "Stavropol IVL")
Staromarevskoe highway 34, Stavropol,
Stavropol Territory, Russia, 355000
tel/fax (8 652) 28-16-53 e-mail: smvl_smvf@mail.ru

- Перепечатка протокола без разрешения ИЦ не допускается.
- Воспроизведение данного протокола об испытании разрешается только в форме полного фотографического факсимиле.
- Испытательный центр не несет ответственности за отбор проб.
- Протокол испытаний распространяется только на образцы, подвергнутые испытанию.

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР
Аттестат аккредитации RA.RU.21ПМ85
ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

№ 2421/1 от 02 декабря 2015 года

Страница 1 Всего страниц 1

Наименование продукции: полуфабрикаты

Цель испытаний: контроль качества продукции

Согласно заявке: № 356 от 26.11.2015 г., ; **дата доставки:** 26.11.2015г., партия: проба № 1 - 600 гр, проба № 2 — 700 гр, дата выработки 24.11.2015 г.

Место отбора: лаборатория СКФУ кафедры ТМ и К, г. Ставрополь, ул. Маршала Жукова, 9

Заказчик и его адрес: Ярош Т.В., г. Ставрополь, ул. Доваторцев, 47/2

Сведения о НД: -

Дата начала испытаний: 26.11.2015 г.

Дата окончания испытаний: 02.12.2015 г.

<i>НД на методы испытаний</i>	<i>Исследуемый показатель</i>	<i>Допустимые уровни</i>	<i>Результаты исследований</i>
<i>Проба № 1 пельмени безглютеновые — опытный образец</i>			
ИНСТРУКЦИЯ по применению набора реагентов для выявления ДНК генетически модифицированных растений в продуктах питания методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) с гибридизационно-флуоресцентной детекцией "АмплиСенс ГМ Плант-1-FL" ПЦР (Полимеразная цепная реакция) (ИНСТРУКЦИЯ по применению тест-системы для обнаружения ГМО растительного происхождения "Pat/EPSPS/Bar скрининг") ПЦР (Полимеразная цепная реакция) (ИНСТРУКЦИЯ по применению тест-системы для обнаружения ГМО растительного происхождения "Растение/35s +FMV/NOS скрининг"	Идентификация генетически модифицированных источников растительного происхождения (ГМО)	-	В исследованном образце фрагменты ДНК ГМ последовательности 35S CaMV, 35S FMV и NOS а так же генов EPSPS, pat и bar не обнаружено

**Зам. руководителя аккредитованного
испытательного центра**

М.П.

ДЛЯ
ПРОТОКОЛОВ

Л.А. Лопова

Протокол окончен



ООО «ХЕМА»
 Диагностический комплекс
 Лицензия Департамента здравоохранения
 г. Москвы № ЛО-77-01-010915,
 ул. 9-ая Парковая, д. 48
 Тел. 8 (499) 165-15-56, 8 (499) 165-19-65

ООО "ХЕМА" www.xema-medica.com

Адрес лаборатории:
 г. Москва, ул. 9-ая Парковая, дом 48
 тел. (495) 510-57-07, info@xema-medica.com

Заказчик:	Масалова В.В.		
Материал:	Пельмени "Безглютеновые" замороженные		
Дата и место получения материала:	26.02.2016 год ООО "Хема"		
Вид упаковки:	пластиковый контейнер		
Материал упакован герметично?	да		
Присвоен код:	X00001900	Режим хранения до анализа:	-20С
Метод:	Иммуноферментный анализ с использованием ИФА "ХЕМА" (кат.№ К380)		

Выполнение теста и комментарии:

Проламины из материала экстрагировались 60% этанолом, экстракция проводилась непосредственно перед анализом.

Архивирование:

Экстракт хранится в архиве лаборатории в течение 1 года после получения материала

РЕЗУЛЬТАТЫ

Исследуемый параметр	Метод исследования	Ед-цы	Значение	Комментарий
Содержание глютена в оболочке из теста	ИФА	ppm	2,6	следовые количества
Содержание глютена в начинке	ИФА	ppm	<2	глютен не обнаружен

Результаты испытаний не имеют официального характера и не могут быть использованы Заказчиком для представления третьим лицам в целях подтверждения соответствия безопасности и качества продукции в соответствии с законодательством.

Генеральный директор

Лебедин Ю.С.



Приложение Н

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ
ПРЕДПРИЯТИЕ

"ЮГ РОСКОШНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ"

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ОООСХП «Югроспром»

Гулуа Т.А.



17 января 2016

Пельмени замороженные

«Безглютеновые»

Технические условия

ТУ 9214-001-02067965-2016

Дата введения в действия - *11.01.16*

РАЗРАБОТАНО

ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский

федеральный университет»

Оботурова

к.т.н, доцент, Н.П.Оботурова

Масалова

аспирант, Масалова В.В.

г. Ставрополь

2016

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ
ПРЕДПРИЯТИЕ

"ЮГ РОСКОШНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ"

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ОООСХП «Югроспром»

Гулуа Т.А.



«11» января 2016

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

ПЕЛЬМЕНИ ЗАМОРОЖЕННЫЕ

«БЕЗГЛЮТЕНОВЫЕ»

ТИ 9214-001-02067965-2016

Дата введения в действия - 11.01.16

РАЗРАБОТАНО

ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский

федеральный университет»

к.т.н, доцент, Н.П.Оботурова

A handwritten signature in blue ink, likely belonging to N.P. Oboturova.

A handwritten signature in blue ink, likely belonging to V.V. Masalova.

аспирант, Масалова В.В.

г. Ставрополь

2016

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ЮГ РОСКОШНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

УТВЕРЖДАЮ



Генеральный директор

ООО СХП «Югроспром»

Гула Т.А.

5 января 2016

ПРОТОКОЛ
заседания дегустационной комиссии

« 5 » января 2016г.

Присутствовали:

Сотрудники ООО СХП "Югроспром" в лице:

- Красюкова А.Ю.- главного инженера-технолога;
- Бубенчикова В.С. - начальника цеха мясных полуфабрикатов;
- Беляева М. Н.-исполнительного директора;
- Ирыгина В.В. -инженера-технолога цеха мясных полуфабрикатов;
- Рубинковской Л.В.- заведующей химико-бактериологической лабораторией.

На дегустации были рассмотрены образцы новых видов замороженных диетических профилактических полуфабрикатов в тесте - пельменей «Безглютеновые», выработанных в соответствии с техническими условиями (ТУ 9214-001-02067965-2016) и технологической инструкцией (ТИ 9214-001-02067965-2016) сотрудниками кафедры «Технологии мяса и консервирования» (Института Живых Систем) ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказского федерального университета» (г. Ставрополь).

Для выработки пельменей «Безглютеновые» использовали: муку рисовую, амарантовую, льняную, нуттовую, крахмал кукурузный, говядину I сорта, мясо ЦБ, жир-сырец гусиный, яйца куриные пищевые, масло подсолнечное рафинированное, масло оливковое, ксантановую и гуаровую

камеди, сыворотку молочную (творожную), кориандр, соль поваренную пищевую, перец черный молотый, лук свежий репчатый, чеснок свежий, воду питьевую.

Дегустационная оценка всех показателей качествапельменей осуществилась в соответствии с требованиями ГОСТ 9959-91. Пельмени предварительно были доведены до кулинарной готовности и имели температуру $50^{\circ}\text{C}\pm 2$. Члены комиссии оценивали внешний вид, цвет, запах, вкус, консистенция (нежность, жесткость), сочность полуфабрикатов по пятибалльной шкале. В ходе органолептической оценки опытных образцов замороженных полуфабрикатов в тесте было отмечено, что пельмени «Безглютеновые» отличаются пластичной, мягкой и однородной консистенцией теста, фарш характеризуется однородной сочной консистенцией, без видимых включений соединительной ткани.

По итогам заседания дегустационной комиссии, обмена мнениями ее членов, а так же обработки полученных результатов, была составлена сводная таблица протокола дегустации.

Наименование образца	Внешний вид	Цвет	Запах, аромат	Консистенция	Вкус	Сочность	Общая оценка в баллах
Пельмени «Безглютеновые»	5,0	5,0	4,8	5,0	4,9	5,0	4,95

Комиссия в составе 5 человек, приняла следующее решение: одобрить новый вид замороженных безглютеновых полуфабрикатов в тесте, рекомендовать разработанную технологию для внедрения в производство.

Председатель
дегустационной комиссии



Красюков А.Ю.

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ
ПРЕДПРИЯТИЕ «ЮГ РОСКОШНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

УТВЕРЖДАЮ



АКТ

О выработке опытно-промышленной партии
пельменей «Безглютеновые»

Комиссия в составе: главного инженера-технолога – Красюкова А.Ю., начальника цеха мясных полуфабрикатов – Бубенчикова В.С., исполнительно директора – Беляева М.Н., инженера - технолога цеха мясных полуфабрикатов – Ирыгина В.В., заведующей химико - бактериологической лабораторией – Рубинковской Л.В., зав. кафедрой «Технологии мяса и консервирования» ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказского Федерального университета» Оботуровой Н.П., аспиранта кафедры «Технологии мяса и консервирования» ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказского Федерального университета», составили настоящий акт о том, что в январе 2016 года на ООО СХП «Югроспром» была проведена опытно - производственная выработка партии пельменей «Безглютеновые».

Для выработки пельменей «Безглютеновые» использовали безглютеновое мучное сырье (рисовую, амарантовую, нуттовую, льняную муку, кукурузный крахмал), говядину 1 сорта, мясо цыплят-бройлеров, жир гусиный, а так же другие немясные ингредиенты в соответствии с технологической инструкцией (ТИ 9214-001-02067965-2016), разработанной сотрудниками кафедры «Технологии мяса и консервирования» ФГАОУ ВПО СКФУ. Замороженные безглютеновые полуфабрикаты в тесте выработывали по техническим условиям (ТУ 9214-001-02067965-2016), предусматривающих подготовку сырья растительного и животного происхождения, замес пельменного теста, формовку пельменей, заморозку, галтовку, упаковку в потребительскую тару.

Замес теста для пельменей «Безглютеновые» осуществляли в тестомесе непрерывного действия в течение 8 минут до температуры $27 \pm 1^\circ\text{C}$. Для приготовления пельменного теста использовали рисовую муку (41,6%), нуттовую муку (6,6%), кукурузный крахмал (6,8%), амарантовую муку (4,0%), льняную муку (0,8%), яйца

куриные (7,2%), масло растительное (1,5%), соль поваренную (1,8%), воду питьевую (8,8%), сыворотку творожную (20,5%), камедь гуаровую (0,2%) и ксантановую (0,2%). Для улучшения функционально-технологических, органолептических свойств безглютенового мучного сырья и реологических свойств пельменного теста применяли сухой нагрев смеси муки и крахмала до температуры $65 \pm 2^\circ\text{C}$ конвективным способом на ленточной сушилке каскадного типа.

По завершении технологического процесса оценивали соответствие органолептических, микробиологических и физико-химических показателей требованиям ТУ 9214-001-02067965-2016. Полученные результаты исследований не противоречили заявленным нормативам. Выход пельменей «Безглютеновые» составил 124%.

По итогам проведенных испытаний новый вид замороженных безглютеновых полуфабрикатов в тесте рекомендован специалистами для внедрения в производство на ООО СХП «Югроспром».

Исполнительный директор

Главный инженер-технолог

К.т.н, зав. кафедрой «Технологии

мяса и консервирования»

ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказского

Федерального университета»

Заведующей химико -

бактериологической лабораторией

Начальник цеха мясных

полуфабрикатов

Инженер - технолог цеха

мясных полуфабрикатов

Аспирант кафедры «Технологии

мяса и консервирования»

ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказского

Федерального университета»

Беляев М.Н.

Красюков А.Ю.

Оботурова Н.П.

Рубинковская Л.В.

Бубенчиков В.С.

Ирыгин В.В.

Масалова В.В.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2641075

Пельмени "безглютеновые" и способ их производства

Патентообладатели: *Оботурова Наталья Павловна (RU), Гежисина Анна Николаевна (RU), Масалова Валерия Валерьевна (RU)*

Авторы: *Оботурова Наталья Павловна (RU), Гежисина Анна Николаевна (RU), Масалова Валерия Валерьевна (RU)*

Заявка № 2016135094

Приоритет изобретения 30 августа 2016 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 15 января 2018 г.

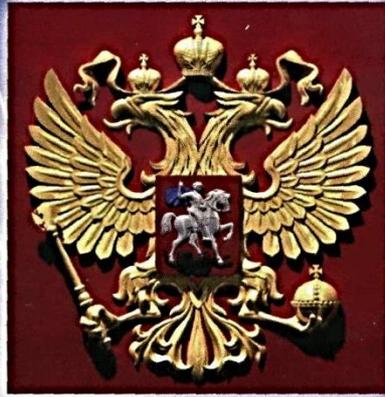
Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 30 августа 2036 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев





ФОНД СОДЕЙСТВИЯ РАЗВИТИЮ
 малых форм предприятий в научно-технической сфере

ДИПЛОМ

Победитель программы “Участник молодежного
 научно-инновационного конкурса” (“УМНИК”)

Масалова
Валерия
Валерьевна

Председатель
Наблюдательного совета

И.М. Бортник

Генеральный директор
Фонда содействия развитию
малых форм предприятий
в научно-технической сфере



С.Г. Поляков

**Экономическая эффективность технологии производства
специализированных мясных полуфабрикатов с использованием БРС**

В целях оценки эффективности принятых технологических решений и внедрения продукта в реальное производство был рассчитан бизнес-план цеха по производству замороженных безглютеновых полуфабрикатов в тесте. Цены для расчетов на сырье и материалы производства полуфабрикатов приведены на январь–февраль 2016, расход производился согласно приведенным рецептурам и нормам выходов продукции.

В настоящее время количество больных целиакией в регионах Северного Кавказа растет. Исходя из численности населения СКФО с установленным диагнозом «целиакия», нормы потребленияпельменей (4,5 кг/год) установлена ежедневная производительность продукции — 100 кг/сут. Согласно предварительным расчетам были определены необходимые виды технологического оборудования и штат из 8 человек обслуживающего и руководящего персонала. Производственная площадь под заданную мощность выработкипельменей должна составлять 50 м². На январь 2016 года цена аренды 1 м² площади цеха в Ставропольском крае составляет 180 рублей в месяц, тогда годовая стоимость аренды цеха составит 108 000 руб.

Результатами экспериментальных исследований подтверждена целесообразность применения сухого нагрева безглютеновой мучной смеси в течение 35 минут до температуры 65±2°С. Применение такого способа обработки позволяет обеспечить выходпельменей «Безглютеновые» 124%. Установлено, что контрольные образцыпельменей имели выход 121%. С учетом вышеизложенного, для расчета затрат на производство полуфабрикатов была составлена спецификация на технологическое оборудование и стоимость заявленного оборудования для определения величины затрат на его приобретение (Табл.У1).

Таблица У1 – Смета затрат на приобретение технологического оборудования для производства замороженных безглютеновых полуфабрикатов в тесте

Наименование оборудования	Количество Единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Стоимость Оборудования, руб.
Мукопросеиватель вибрационный ПВГ-600М	1	26 260,0	26 260,0
Тестомесильная машина МТ-70	1	135 800,0	135 800,0
Пельменный аппарат Italgі RC250	1	221 000,0	221 000,0
Волчок LM-5P	1	113 100,0	113 100,0
Фаршемешалка ИПКС-019	1	42 000,0	42 000,0
Шкаф для заморозки Инициатива ШХН-0,6	1	102 520, 0	102 520,0
Фасочно-упаковочный автомат МАРКИЗ	1	420 000,0	420 000,0
Складские весы Mercury M-ER 335AC-150.20 "TURTLE"	2	9 100,0	18 200,0
Ленточная сушилка каскадного типа	1	110 000,0	110 000,0
Столѣ обвалки, жиловки	2	15 000,0	30 000,0
Итого:	12		1 218 880,00

Таким образом, для производства пельменей «Безглютеновые» понадобится 12 единиц технологического оборудования на общую стоимость 1 218 880,00 рублей, для контрольных образцов – 1 108 880,00р. Выбор представленных единиц оборудования обусловлен производительностью, технологичностью и рентабельностью в условиях заданных объемов производства данного вида полуфабрикатов. Учитывая дополнительные транспортные расходы обслуживание всех единиц, дорасчета снабженческого-бытовых затрат, была определена сводная смета на приобретение оборудования, которая составила 1 340 768,00 рублей для пельменей «Безглютеновые», контрольного образца –1 219 768,00 рублей.

Расчет амортизации эксплуатируемых зданий и оборудования осуществлялся согласно установленным срокам полезного использования объекта основных средств. Учитывая, что для зданий и сооружений он составляет в среднем 10 –15 лет, примем срок полезного использования

здания 10 лет, а для оборудования – 10 лет. Таким образом, при расчете амортизационных отчислений получим общую сумму в размере 10% от стоимости технологического оборудования для производства пельменей «Безглютеновые»—121 888,00 руб., и 110 888,00 руб. для производства контрольных образцов пельменей. Составление плана производства проводили на расчете технологической трудоемкости, объема производства полуфабрикатов с учетом заданной производственной мощности.

Принимая режим работы цеха с 8:00-17:00, получим общую продолжительность рабочего трудового времени 8 часов. Расчет рабочего времени будет осуществляться согласно календарному фонду поквартально с возможностью плановых остановок на капитальный ремонт и выходных дней. Учитывая, что в 2016 году – 365 рабочих дней, примем 111 дней нерабочего и расчетно 254– фонд рабочего времени.

Коэффициент использования календарного времени составит в среднем:

$$K = \frac{\text{Фонд рабочего времени}}{\text{Календарный фонд}} = 69,6\% \quad (41)$$

Учитывая остановки на текущий и капитальный ремонт, рассчитаем поквартальное распределение фонда рабочего времени (табл. У2).

Таблица У2 – Расчет фонда рабочего времени

Показатели	Всего	В том числе по кварталам			
		I	II	III	IV
Календарный фонд рабочего времени, дней	365	89	91	92	93
Плановые остановки, дней					
- всего	111	33	31	27	32
- выходные	99	26	23	26	23
- остановки на текущий ремонт	2	1	—	1	—
- остановки на капремонт	10	—	4	—	6
Фонд рабочего времени	254	60	58	54	61
Коэффициент использования календарного фонда времени, %	69,6	67,4	63,7	58,7	65,6

Учитывая заявленную суточную производительность цеха замороженных безглютеновых полуфабрикатов в тесте и принятого условно коэффициента использования производственной годовой мощности –0,9, был рассчитан готовый выпуск продукции с учетом фонда рабочего времени:

$$V_{\text{пф}} = \Pi_{\text{мощ}} * K_{\text{исп}} * \Phi_{\text{рб}} = 25,15, \text{ т/год} \quad (42)$$

Расчет себестоимости безглютеновой мучной смеси для производства пельменей «Безглютеновые» представлен в таблице У3.

Таблица У3 – Себестоимость безглютеновой мучной смеси

Наименование сырья	Расход сырья и материалов в г на 1000 г безглютеновой мучной смеси	Цена, руб/кг	Стоимость в расчете на 1 кг, руб
Рисовая мука	696,00	190,00	132,24
Льняная мука	13,00	190,00	2,47
Амарантовая мука	68,00	270,00	18,36
Нутовая мука	110,00	120,00	13,2
Кукурузный крахмал	113,00	138,00	15,594
ИТОГО:	1000,00		181,864

Расчет стоимости сырья для выработки пельменей осуществлялся согласно рецептуре в пересчете на 1 кг продукции с учетом выхода контрольных и опытных образцов замороженных полуфабрикатов в тесте.

Таблица У4 – Расчет стоимости сырья на 1000 кг пельменей

Наименование сырья и материалов	Норма расходов сырья на 1000 кг готовой продукции		Цена сырья руб/кг	Стоимость продукта, руб/т	
	Контрольный образец	«Безглютеновые» пельмени		Контрольный образец	«Безглютеновые» пельмени
Говядина 1с.	292,90	279,80	320,00	93742,74	89548,39
Мясо цыплят-бройлеров 1 с.	119,50	112,90	153,00	18283,82	17274,19
Жир-сырец гусиный	41,50	40,40	214,00	8879,67	8645,60
Мука пшеничная в/с	290,50	0,00	33,00	9585,06	0,00
БСМ	0,00	269,40	181,30	0,00	48823,26
Яйца куриные	16,60	32,40	84,00	1394,19	2721,60

Лук репчатый	62,20	59,00	10,00	622,41	590,00
Масло оливковое	6,60	6,50	333,00	2210,79	2148,39
Масло подсолнечное	0,00	6,50	65,00	0,00	419,35
Перец черный	0,80	0,70	175,00	145,23	127,02
Кориандр	0,80	0,70	300,00	248,96	217,74
Чеснок	0,80	0,80	220,00	182,57	177,42
Камедь гуаровая	0,00	0,90	1750,00	0,00	1552,42
Камедь ксантановая	0,00	0,90	1850,00	0,00	1641,13
Соль поваренная	14,10	13,70	10,00	141,08	137,10
Мука рисовая/ пшеничная на подсыпку	8,30	12,20	191,0/33,0	1585,06	402,60
Сыворотка творожная	0,00	92,70	11,00	0,00	927,00
Вода питьевая	145,20	70,50	0,50	72,61	35,26
ИТОГО	1000,0	1000,0	-	137 094,19	175 388,46

Как демонстрируют данные таблицы, себестоимость необходимого сырья для производства замороженных безглютеновых полуфабрикатов в тесте больше на 24,4 % чем у контрольных образцов пельменей.

Плановая калькуляция стоимости закупаемых упаковочных материалов и сырья, согласно рыночным закупочным ценам на первый квартал 2016 года, представлена в таблице У5.

Таблица У5 – Расчет годовой стоимости упаковочных материалов и сырья для производства контрольных и опытных образцов пельменей

Статья затрат	Ед. измерения	Количество	Цена, руб/ед.изм.	Стоимость, руб.	
				Контрольный образец пельменей	«Безглютеновые» пельмени
Сырье	кг	—	—	3 447 918,9	4 411 019,8
Гофрокороб	Шт.	1 260	11,85	14 930,00	14 930,00
Упаковка	Лотки	25 150	8,50	213 775,00	213 775,00
	Пленка	10 000	1,50	15 000,00	15 000,00

Расходы по доставке	—	—	—	18 000,00	18 000,00
Вспомогательные материалы	—	—	—	5 200,00	5 200,00
Технологические потери	—	—	—	4 000,00	4 400,00
Итого	—	—	—	3 718 823,9	4 682 324,8

Калькуляция годовых расходов на коммунальные услуги представлена в таблице У 6.

Таблица У 6 – Распределение затрат на коммунальные услуги

Наименование затрат	Ед. изм.	Количество ед., потребляемых в год на 25,15 т	Цена единицы, руб.	Стоимость, руб.
Вода холодная	м ³	1 258,0 0	42,20	53 087,60
Вода горячая	м ³	1 258,00	45,60	57 364,80
Электроэнергия(на технол. нужды)	кВт/ч	7 545,00	5,50	41 497,50
Электроэнергия (на хоз. нужды)	кВт/ч	3 300,00	5,50	18 150,00
Итого	—	—	—	170 099,90

При расчете фонда заработной платы условно принимали среднюю месячную выплату на одного сотрудника – 10 000 руб. Отчисления на социальные нужды с учетом вида деятельности предприятия принимаем равным 32%. Плановая калькуляция затрат на годовое производство замороженных полуфабрикатов в тесте представлена в таблице У7.

Таблица У7– Плановая годовая калькуляция общего объема затрат на производство пельменей

Статья затрат	Всего, руб.		На производство 1 т пельменей, руб		Структура затрат, %	
	«Безглютенные» пельмени	Контрольный образец	«Безглютенные» пельмени	Контрольный образец	«Безглютенные» пельмени	Контрольный образец
Материальные затраты:						
Сырье и материалы	4 682 324,80	3 718 823,9	186175,93	147865,7	72,12	67,61
Электроэнергия	59 647,50	59 647,50	2371,66	2371,66	0,92	1,08
Вода	110 452,40	110 452,40	4391,74	4391,74	1,70	2,01
Затраты на оплату труда	960 000,00	960 000,00	38170,9	38170,97	14,79	17,45
Отчисления на социальные	307 200,00	307 200,00	12214,71	12214,71	4,73	5,59

нужды						
Амортизационные отчисления	121 888,00	110 888,00	4846,44	4409,06	1,88	2,02
Прочие расходы:						
Арендная плата	108 000,00	108 000,00	4294,23	4294,23	1,66	1,96
Производственная себестоимость					97,80	97,70
Коммерческие расходы, в том числе:	118040,80	118040,80	4693,47	4693,47	1,820	2,150
Реклама	25 000,00	7 000,00	994,03	278,33	0,390	0,130
Полная себестоимость	6 492 553,50	5 500 052,60	258153,22	218689,9	100,00	100,00

При расчете цены полуфабрикатов за 1 кг норма прибыли для контрольных образцов была выбрана – 12%, для безглютеновых –15%. Налог на получаемую прибыль указан в размере 20% к прибыли от реализации продукта. Учитывая поквартальную выработку контрольных и опытных образцов пельменей, приведем сравнительную оценку экономической эффективности новой рецептуры и технологии производства пельменей «Безглютеновые» (Табл. У8).

Таблица У8 – Сравнительная оценка экономической эффективности производства пельменей «Безглютеновые» и контрольного образца пельменей

Показатель	Единица измерения	Контрольный образец пельменей	«Безглютеновые» пельмени
Производственная мощность	кг/сут	100,0	100,0
Выпуск продукции, всего	тонн	25,15	25,15
Численность персонала	Чел.	8,0	8,0
Выручка	руб.	6 160 058,9	7 466 436,52
Полная себестоимость	руб.	5 500 052,6	6 492 553,5
Цена реализации за 1 кг	руб.	245,0	297,0
Прибыль от реализации	руб.	660 006,3	973 883,0
Чистая прибыль	руб.	572 005,5	779 106,416
Рентабельность продукции	%	9,28	10,43
Рентабельность продаж	%	10,4	12,0
Фондоотдача	руб./руб.	1,12	1,15
Фондоемкость	руб./руб.	0,89	0,87

Производительность труда	руб./чел	700 007,3	933 304,5
Период окупаемости	лет	1,4	2,1

Обобщая результаты расчетов экономической эффективности производства контрольных и опытных образцов пельменей, установлено, что рентабельность пельменей «Безглютеновые» составляет 12%, а контрольных –9,28%. При этом расчетные показатели прибыли от реализации годового объема специализированных мясных полуфабрикатов с использованием безглютенового растительного сырья могут составлять 973 883,0 руб., что на 32,3% выше, чем традиционных. С учетом вышеизложенного, можно считать, что предложенная технология производства пельменей «Безглютеновые» в условиях промышленного производства экономически целесообразна и обоснована.

