**КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ**

**УНИВЕРСИТЕТ им. РАЗЗАКОВА**

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

На правах рукописи

УДК.:664.66.022.39(043.3)

КАРАТАЕВА КАНАЙЫМ КУБАТБЕКОВНА

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБА, ОБОГАЩЕННОГО БЕЛКОВЫМИ ДОБАВКАМИ РАСТИТЕЛЬНОГО И ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

05.18.01 - технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства; 05.18.04 - технология мясных, молочных, рыбных продуктов и холодильных производств

Диссертация на соискание ученой степени

кандидата технических наук

|  |  |
| --- | --- |
| Научный руководитель: | академик НАН РК, доктор технических наук, профессор Изтаев Ауелбек |
| Научный руководитель: | кандидат технических наук, доцент Райимкулова Чынар Омурбековна |

Бишкек-2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ………….……………..** | 5 |
|  | **ВВЕДЕНИЕ………………………………………………………………** | 7 |
|  | **ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ……………………………………** | 12 |
| 1.1  1.1.1  1.1.2  1.1.3. | Белки в питании человека. Проблема белкового дефицита**……………**  Зернобобовые и масличные культуры как источники белка растительного происхождения………………………………………….  Обезжиренное молоко и молочная сыворотка - источники кальция и белков животного происхождения……………………………………..  Использование белковых добавок в технологии  хлеба и их функциональные свойства………………………………………………. | 12  14  21  28 |
|  | **ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 1** ……………………………………. | 37 |
|  | **ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ……..** | 39 |
| **2.1.** | **Материал исследования и их характеристика..………….................** | 39 |
| **2.2.** | **Методы исследования качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции……………………………………………………..** | 41 |
| 2.2.1. | Стандартные методы исследования……………………………………. | 41 |
| 2.2.2. | Методика определения функциональных свойств белковой добавки.. | 43 |
| 2.2.2.1 | Определение доли растворимого белка ……………………………… | 43 |
| 2.2.2.2 | Определение водоудерживающей способности (ВУС)…………….. | 44 |
| 2.2.3 | Методика определения содержания минеральных элементов в белковых добавках и в хлебе…..……………………………………… | 45 |
| 2.2.4 | Методика определения общего аминокислотного состава………….. | 45 |
| 2.2.5 | Методика расчета показателей биологической ценности…………….. | 45 |
| 2.2.6 | Математические методы обработки экспериментальных данных и методика составления математических моделей исследования…… | 48 |
|  | **ГЛАВА 3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЛКОВЫХ ДОБАВОК……………………………………** | 55 |
| 3.1. | Изучение потенциала местных сырьевых ресурсов растительного происхождения с целью получения белковых добавок….………….. | 55 |
| 3.2. | Разработка технологии получения белковой муки из фасоли и обоснование ее как источника растительного белка….…………… | 59 |
| 3.2.1 | Разработка способов получения фасолевой муки…………………. | 63 |
| 3.2.1.1 | Разработка технологии получения фасолевой муки проращиванием.. | 64 |
| 3.2.1.2 | Разработка технологии получения фасолевой муки кислотным гидролизом…………… ……………..…………………………………. | 68 |
| 3.3 | Разработка технологии получения арахисовой белковой муки и обоснование ее как источника растительного белка………………… | 71 |
| 3.4 | Исследование функционально-технологических свойств фасолевой белковой и арахисовой белковой муки……….……………………….. | 79 |
| 3.5 | Получение белок-минерального комплекса……..….………………. | 82 |
|  | ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 3……………………………………………… | 89 |
|  | ГЛАВА 4 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА, ОБОГАЩЕННОГО БЕЛКОВЫМИ ДОБАВКАМИ РАСТИТЕЛЬНОГО И ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ…. | 90 |
| 4.1 | Разработка технологии хлеба с добавлением арахисовой белковой муки, гидролизованной молочной сывороткой …………………….. . | 92 |
| 4.1.1 | Влияние арахисовой белковой муки, гидролизованной молочной сывороткой на свойства клейковины пшеничной муки........................ | 92 |
| 4.1.2 | Влияние арахисовой белковой муки, гидролизованной молочной сывороткой на газообразующую способность и объем теста………… | 95 |
| 4.1.3 | Влияние арахисовой белковой муки, гидролизованной молочной сывороткой на органолептические и физико-химические показатели теста и хлеба……………………………………………………………... | 105 |
| 4.1.4 | Разработка рецептуры и отработка режимов приготовления теста….. | 113 |
| 4.2 | Разработка технологии пшенично-фасолевого хлеба……………. | 116 |
| 4.2.1 | Влияние фасолевой белковой муки на свойства клейковины пшеничной муки…………………………………………….................. | 116 |
| 4.2.2 | Влияние фасолевой белковой муки на газообразующую способность и объем теста………..………………………………………………….. | 121 |
| 4.2.3 | Влияние фасолевой белковой муки на органолептические и физико-химические показатели теста и хлеба ………………………………. | 126 |
| 4.2.4 | Разработка рецептуры и отработка режимов приготовления пшенично-фасолевого………………………………………………… | 130 |
| 4.3 | **Разработка технологии хлеба, обогащенного белок-минеральным комплексом…………………………………………..** | 133 |
| 4.3.1 | Влияние белок-минерального комплекса на свойства клейковины пшеничной муки................................................. ……………………… | 133 |
| 4.3.2 | Влияние белок-минерального комплекса на газообразующую способность и объем теста…. ……………………………………….. | 134 |
| 4.3.3 | Изменение физических свойств теста……………………………….. | 137 |
| 4.3.4 | Влияние белок-минерального комплекса на органолептические и физико-химические показатели теста и хлеба…………………… | 139 |
| 4.3.5 | Разработка рецептуры и отработка режимов приготовления хлеба с белок-минеральным комплексом……………………………………… | 141 |
| 4.4 | Исследование пищевой, биологической ценности и оценка безопасности новых видов хлебных изделий…………………………. | 144 |
|  | **ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 4**……………………………………………... | 152 |
|  | ГЛАВА 5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ТЕХНОЛОГИИ………………………………. | 153 |
|  | ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 5……………………….………………………. | 156 |
|  | ВЫВОДЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ……………. | 156 |
|  | СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ………………… | 158 |
|  | ПРИЛОЖЕНИЯ…………………………………………….............. | 171 |

**ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ**

АБМ - арахисовая белковая мука, полученная из жмыха арахиса методом экстракции солевым раствором.

БМК – белок минеральный комплекс, добавка полученная осаждением белков обезжиренного молока и сыворотки термокальциевым способом

Белковая мука – продукт, полученный из бобовых и зернобобовых, масличных культур, содержащий от 40 до 54 % белка.

ВМС – вторичное молочное сырье

ВПС – водопоглотительная способность

ВСС – водосвязывающая способность

ВУС – водоудерживающая способность

ГАБМ - арахисовая белковая мука, гидролизованная молочной сывороткой

ГХЦГ – гексахлорциклогексан

ДДТ – дихлордифенилтрихлорметилметан

ЖСС – жиросвязывающая способность

ЖЭС – жироэмульгирующая способность

ЖУС – жироудерживающая способность

ИБЧ – изолированный белок чечевицы

КБЧ – концентрат белка чечевицы

КМС – Кыргыз Мамлекеттик Стандарты

КМАФАнМ – количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов

НАК – незаменимые аминокислоты

НД – нормативная документаци

ПРВК - пищевой растворимый высококальциевый копреципитат

ПОС – пенообразующая способность

Р – упругость теста

P/L – отношение упругости к растяжимости

СВ – сухие вещества

СП – стойкость пены

ФАО – Организация ООН по вопросам продовольствия и сельского хозяйства.

Фасолевая мука – белковая мука, полученная из семян фасоли методом проращивания и кислотного гидролиза.

ФБМП - фасолевая белковая мука, полученная проращиванием

ФБМКГ – фасолевая белковая мука, полученная кислотным гидролизом

W – удельная работа деформации теста

ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы диссертации**. Нарушения пищевого статуса населения Кыргызской Республики представлены дефицитом полноценного белка и минеральных элементов, в том числе кальция и железа.Учитывая значение хлебобулочных изделий для населения и их неполноценность по содержанию белка и минеральных элементов, повышение пищевой ценности этой группы продуктов имеет существенное значение для потребителей и является актуальной задачей.

Важнейшая национальная задача Кыргызской Республики - сохранение здоровья и продление жизни населения страны, что связано с полноценным питанием всех возрастных и социальных групп граждан. В этой связи разработка пищевых продуктов, предназначенных для питания основных групп населения и полезных для здоровья, является важной социальной задачей.

Использование местного растительного и животного сырья в производстве продуктов питания – один из возможных путей решения проблемы. Для получения пищевого белка могут быть использованы фасоль и арахис, широко культивируемые в Кыргызской Республике. Применение белковых добавок из этих культур при выработке продуктов питания позволит сбалансировать состав продуктов питания по основным ингредиентам, обогатить пищевыми волокнами, витаминами, минеральными веществами.

Большой вклад в разработку научных основ производства добавок и их использования для повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий внесли Л.Я. Ауэрман, В.И. Дробот, Г.И. Касьянов, Л.И. Пучкова, Г.О. Магомедов, Т.Б. Цыганова, Л. Капрелянц, В.А. Патт, В.В. Колпакова, В.Б. Толстогузов, В.Г. Щербаков, Л.И. Шатнюк., В.Б. Крылова, Н.В. Аникеева, А.И. Изтаев, Г.К. Искакова, Д.А. Шаншарова, П.Ф.Дьяченко, А.П. Храмцов и др.

Тенденция развития рынка хлебобулочных изделий свидетельствует о востребованности малоотходных, ресурсосберегающих технологий, о необходимости рационального использования ценнейших продуктов переработки зернобобовых и масличных культур, молока для расширения ассортимента хлеба, обогащенного жизненно важными веществами.

**Связь темы диссертации с крупными научными программами, основными научно-исследовательскими работами.** Диссертационная работа выполнена в рамках проводимых в Научно-исследовательском химико-технологическом институте Кыргызского государственного технического университета им. И.Раззакова исследований по проблеме «Рациональное использование **пищевых ресурсов и охрана окружающей среды и здоровья**» (№ Госрегистрации 0001412).

Цель и задачи исследования. Целью настоящей работы является разработка технологии хлеба, обогащенного белковыми добавками растительного и животного происхождения.

Для реализации поставленной цели решались следующие задачи:

* изучение потенциала местных сырьевых ресурсов и исследование химического состава фасоли и жмыха арахиса как источников белка;
* выбор и обоснование способов получения фасолевой и арахисовой белковой муки, изучение их функционально-технологических свойств;
* изучение пищевой ценности белок-минерального комплекса (БМК), выделенного из обезжиренного молока;
* исследование влияния арахисовой и фасолевой белковой муки на качество клейковины, физико-химические показатели теста и качество готового хлеба;
* исследование влияния белок-минерального комплекса на качество клейковины, физико-химические показатели теста и готового хлеба;
* изучение состава, пищевой и биологической ценности, а также показателей безопасности белковых добавок и готового хлеба;
* разработка нормативно-технической документации на новые виды хлеба и промышленная апробация предложенной технологии.

# Научная новизна работы. Впервые изучены сорта и химический состав фасоли, выращиваемой в Кыргызской Республике, и разработана соответствующая нормативно-техническая документация.

# Экспериментально определены пищевая ценность и оптимизирована технология получения белковой добавки из фасоли и жмыха арахиса. Изучен аминокислотный, минеральный состав и показатели безопасности белковой добавки из фасоли и жмыха арахиса, новизна предложенной технологии подтверждена получением патента № 1563 на «Способ получения белка из растительного сырья».

# Научно обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность использования арахисовой белковой и фасолевой белковой муки, белок-минерального комплекса в качестве добавок при создании хлебных изделий с повышенной пищевой и биологической ценностью.

Выявлено, что внесение в тесто белковых добавок приводит к изменению свойств клейковины, газообразующей способности и объема теста, что подтверждается увеличением удельного объема готовых изделий.

Показано, что использование белковых добавок способствует повышению пищевой и биологической ценности хлебных изделий. По степени покрытия суточной потребности организма человека в полноценном белке, железе, кальции, кремнии разработанные изделия можно отнести к функциональным.

**Практическая значимость полученных результатов.** На основании результатов исследований разработан проект технической документации на хлебные изделия из пшеничной муки первого сорта с добавлением белковых обогатителей: хлеб пшеничный, обогащенный арахисовой белковой мукой, гидролизованной молочной сывороткой; хлеб пшеничный, обогащенный фасолевой белковой мукой; хлеб пшеничный, обогащенный белок-минеральным комплексом.

Определены оптимальные дозировки белковых добавок (%, к массе пшеничной муки): арахисовая белковая мука, гидролизованная молочной сывороткой, - 10, фасолевая белковая мука, полученная проращиванием, - 15, фасолевая белковая мука, полученная кислотным гидролизом, - 10, белок-минеральный комплекс - 15.

Белковые добавки повышают биологическую ценность изделий благодаря высокому содержанию в них аминокислот, которых недостаточно в пшеничной муке I сорта.

Разработан способ производства хлебных изделий, предусматривающий внесение фасолевой муки, полученной проращиванием (патент КР № 1589 «Способ приготовления хлеба»).

Разработан Национальный Стандарт Кыргызской Республики на местные сорта фасоли - КМС 927:2004 «Фасоль продовольственная», КМС 922:2004 «Хлебобулочные изделия из пшеничной муки, обогащенные витаминно-минеральной, белково-пищевой и другими добавками».

Технология новых видов хлебных изделий апробирована в производственных условиях ОсОО «Теса ЛТД», УПЦ «Технолог».

Экономическая значимость полученных результатов. Экономическая значимость полученных результатов неразрывно связана с расширением ассортимента хлебных изделий, направленных на оздоровление населения страны, которое испытывает недостаток основных пищевых веществ и некоторых макро- и микронутриентов. Это приведет к снижению заболеваемости населения республики.

**Основные положения диссертации, выносимые на защиту:**

* технология получения белковых добавок растительного и животного происхождения;
* рецептура и технология производства хлебных изделий с применением белковых обогатителей растительного и животного происхождения.

**Личный вклад соискателя** в работу заключается в поиске и анализе литературного материала по теме исследований, планировании и проведении экспериментов, разработке технологии производства новых видов хлебных изделий, обработке полученных результатов и оформлении их в виде статей, заявок на изобретение, докладов на конференциях.

**Апробация результатов исследований.** Основные положения диссертационной работы докладывались на: Международной научно-практической конференции «Наука и наукоемкие горные технологии» (Бишкек, 2000); Международной научной конференции «Современные технологии и управление качеством в образовании, науке и производстве: опыт адаптации и внедрения» (Бишкек, 2001); VIII Международной Центрально-азиатской конференции молодых ученых и студентов (Бишкек, 2002); Международной научно-практической конференции «Стратегия развития пищевой и легкой промышленности» (Алматы, 2004); Международной научно-технической конференции «Иновации в образовании, науке и технике» (Бишкек, 2006); Первой международной конференции «Наука, техника, технология» (Бишкек, 2007); VIII Международной научно-практической конференции «Пищевая и легкая промышленность в стратегии вхождения Республики Казахстан в число пятидесяти наиболее конкурентноспособных стран мира» (Алматы, 2007); Международной научно-практической конференции «Инновационное развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии гостеприимства» (Алматы, 2012).

### **Полнота отражения результатов диссертации в публикациях***.* По результатам выполненной работы разработаны 2 КМС, получены 2 патента КР, опубликованы 15 печатных работ (из них 4 единоличных), в том числе 7 - в периодических изданиях, 8 - в материалах международных научно- практических конференций.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, раздела с указанием объектов и методов исследований, разделов, содержащих описание и обсуждение экспериментальных работ, выводов и списка литературы, включающего 135 наименований источников, и приложений. Диссертация изложена на 170 страницах компьютерного текста, содержит 29 рисунков и 65 таблиц.

ГЛАВА 1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

**1.1 Белки в питании человека. Проблемы белкового дефицита**

Известно, что белки – самая дефицитная и дорогая часть рациона питания человека. Они выполняют ряд специфических функций, снабжают наш организм строительным, энергетическим материалом. Отсутствие необходимого количества белка в продуктах питания вызывает отклонение в функционировании организма, провоцирует различные болезни. Недостаточное потребление основных биологически ценных продуктов питания, таких как мясо, молоко, яйца приводит к дефициту пищевого белка [1].

Белковые вещества играют огромную роль в деятельности живых организмов, в том числе человека. Наиболее важными функциями белков являются структурная, транспортная, сократительная и резервная. Бел­ки составляют значительную часть сухого вещества живых орга­низмов, а также продуктов питания. Они обладают специфическими свойствами и функциями, которые не являются характерными для других классов соединений. Состав и фун­кциональные свойства белков влияют на показатели качества новых пищевых продуктов. Углублен­ное изучение белковых веществ в рам­ках фундаментальных и прикладных исследований сопровождает сохранением здорового образа жизни человека и продлением сроков его жизни. Поставленная задача решается специа­листами, занятыми в современном производстве пищевых продуктов [2].

В современном мире проблема белка включает два аспекта. Первый из них заключается в исследовании природы белка и его биологических функций в качестве ингредиента протоплазмы клетки, играющего пер­востепенную роль в развитии живых организмов (в прижизненных про­цессах). Второй включает изучение его ресурсов как обязательного ком­понента пищи, путей их увеличения (с приданием особого значения бел­ку растительного происхождения), разработку способов улучшения ка­чества белка с учетом функциональных свойств и зависимости их от ре­акционной способности, структурной организации, физико-химических, биохимических и других видов превращений в технологических процес­сах производства и хранения пищевых продуктов. Несмотря на то, что обе стороны проблемы изучения белка самостоятельны, в то же время они взаимосвязаны и дополняют друг друга[3].

Физиологическая потребность человека в белке постоянно исследуется и отра­жается в решениях ВОЗ, ФАО и национальных организаций различных стран. Величина потребности в белке в течение сутки носит ориентировочный характер, так как их необходимо постоянно уточнять в зависимости от возраста че­ловека, пола, характера профессиональной деятельности, физиологичес­кого состояния, климата, индивидуальных и национальных особеннос­тей и степени загрязнения окружающей среды [3].

Согласна с реко­мендациями ВОЗ и ФАО величина оптимальной потребности в белке составляет 60-100 г в сутки или 12—15% от общей калорийности пищи. Количество энергии на долю белка животного и растительного происхождения приходится по 6—8%. В пересчете на 1 кг массы тела по­требность белка в сутки у взрослого человека в среднем равняется около 1 г, тогда как для детей, в зависимости от возраста, она колеблется от 1,05 до 4,00 г [3. c.21].

В соответствии с действующими нормами физиологических потребностей различных категорий населения Кыргызской Республики потребность белка составляет 75г/сут на одного человека, из которых 41,25 г/сут, или 55% должны быть представлены белками животного происхождения. В последнее время в Кыргызской Республике потребление белковых продуктов животного происхождения снизилось на 25-35% и, соответственно, увеличилось потребление углеводсодержащих продуктов (картофель, хлебопродукты, макаронные изделия). В семьях с низкими доходами потребление общего белка в сутки не превышает 29-40 г [4-5].

Увеличение сырьевых ресурсов пищевого белка требует повышение производительности растениеводства и животноводства на основе повышения урожайности зернобобовых, масличных и злаковых культур, употребляемых непосредственно в пищу и на корм ско­ту. Соя, нут, чечевица, горох, люпин, фасоль и арахис являются источниками незаменимой аминокислоты лизина. Однако, бобовые культуры не явля­ются традиционными для населения Кыргызской Республики. к тому же трудно достичь вы­соких урожаев и расширения площадей посева любой культуры в силу особенностей почвенно-климатических условий выращивания и приме­нения агротехнических мероприятий [6].

**1.1.1. Зернобобовые и масличные культуры как источники белка растительного происхождения**

Для улучшения пищевой и биологической ценности продуктов повседневного спроса чаще всего используются белковые добавки из растительного сырья. Добавки должны отвечать следующим требованиям: содержать высокое количество белка, недорогими и не влиять на технологию производства нового продукта. Чаще всего белковые добавки используют при производстве хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий. В настоящее время для обогащения хлебобулочных изделий применяются цельносмолотая мука, белковая мука, концентраты, изоляты, выделенные из бобовых, зернобобовых и масличных культур [7-12].

Среди зернобобовых культур нут выделяется высоким содержанием белка (до 32%) и жира (до 8%). Для пищевых целей используют светло–семенные сорта нута. Нут также является источником микроэлементов, таких, как железо, цинк, марганец, фосфор и др. Бобы нута содержит различные биологически активные вещества: биофлавоноиды, аскорбиновая кислота, витамины группы В, β–каротин, серосодержащие вещества который повышает защитные функции организма. Муку, полученную из нута, широко используют в хлебопекарной, кондитерской промышленности [13,14].

Работниками Воронежского технологического института предложены технология получения изолированного белка чечевицы. Полученная белок чечевисы по своим функциональным свойствам максимально приближен к изоляту соевого белка. В основу технологии положена многоступенчатая экстракция белка в слабом растворе гидроксида натрия с последующим изолектрическим осаждением и сушкой полученного изолята белка чечевицы [15]. Изменяя кратность экстрагирования и используя воду вместо раствора гидроксида натрия на первом этапе экстрагирования, получен концентрат белка чечевицы и белково-углеводный концентрат чечевицы [16].

Содержание лизина в препарате составляет 4,49 %, в то время как в пшеничной муке высшего сорта – 0,25 %, а в ржаной обдирной - 0,5 %, соответственно содержание треонина составляет 4,62; 0,27; 0,33%, метионина – 1,26; 0,1; 0,12 %. Учитывая свойства сухого белкового препарата чечевицы, его можно рекомендовать для производства хлебобулочных изделий [17].

По имеющимся в литературе сведениям, хорошим источником белка являются бобовые. В пищевой промышленности в мировом масштабе в качестве недорогого и биологически полноценного источника белка широко применяется соевая мука. По биологическим свойствам белок сои приближается к белкам животного происхождения [18-30].

В настоящее время в пищевой промышленности используются соевые белки, следующих видов: обезжиренная соевая мука, текстурированная соевая мука, жирная соевая мука, полуобезжиренная соевая мука.

Стрессовые ситуации приводят к мобилизации резервных сил организма и повышенному расходу питательных веществ. Это, в свою очередь, ведет к увеличению потребности в легкоусвояемых белковых компонентах. Установлено что, при длительном напряжении более адекватен белково-липидный тип питания [31-33].

Семена важнейших масличных культур содержат от 14 до 37% белка и отличаются относительно высокой биологической ценностью. Потенциальными источниками белка в изолированном виде могут быть семена масличных культур, отличающиеся довольно высоким содержанием белка, как показано в табл.1.1 [34,35].

Таблица 1.1 - Химический состав (в % на с.в.) важнейших масличных семян

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Культура | Протеин (Nх6,25) | Липиды | Клетчатка | Зола |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Арахис | 20-37 | 40-61 | 1,2-4,9 | 1,8-4,6 |
| Рапс | 25-26 | 40-46 | 4,6-6,2 | 3,7-5,4 |
| Подсолнечник [35]  семена  ядро | 14-16  16-19 | 52-54  64-65 | 13-14  1,7-2,1 | 2,9-3,1  3-3,2 |
| Хлопчатник [35]  семена  ядро | 25-29  34-37 | 22-24  38-39 | 18-19  1,2-2,4 | 4,1-4,3  4,9-5,2 |
| Лен | 21-23 | 46-48 | 4,2-4,6 | 3,8-4,1 |

Анализ средних значений содержания протеина (табл. 1.1.) позволяет характеризовать масличные культуры, в особенности подсолнечник и арахис, как мощный резерв белковых веществ, способный сыграть большую роль в решении мировой продовольственной проблемы – дефицита белка.

В настоящее время существует реальная возможность получения из масличного сырья концентрированных форм белка и создания на их основе новых форм белковой пищи. Целесообразность извлечения белка из данного вида сырья обусловлена его высокой массовой долей и разнообразным аминокислотным составом. В табл.1.2. представлен состав незаменимых аминокислот важнейших масличных семян.

Таблица 1.2. - Состав незаменимых аминокислот важнейших масличных семян

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Незаменимые аминокислоты,  мг на 1 г белка | Семена | | | | |
| Подсолнечник | Арахис | Рапс | Кунжут | Хлопчатник |
| Валин | 52 | 50 | 52 | 46 | 45 |
| Изолейцин | 37 | 36 | 40 | 40 | 35 |
| Лейцин | 67 | 70 | 74 | 69 | 57 |
| Лизин | 38 | 37 | 60 | 28 | 41 |
| Треонин | 47 | 30 | 42 | 40 | 39 |
| Метионин+цистин | 42 | 25 | 51 | 45 | 25 |
| Фениаланин+тирозин | 80 | 95 | 86 | 83 | 83 |
| Триптофан | 17 | 11 | 18 | 15 | 10 |

Масличные культуры содержат повышенное количество триптофана, тирозина и фенилаланина. В рапсе больше лизина, серосодержащие аминокислоты и треонин больше в семенах кунжута и подсолнечника. Наиболее ценной в биологическом отношении являются белки рапса, подсолнечника и кунжута [35].В Кыргызской Республике выращиваются следующие типы и подтипы арахиса [36] (табл.1.3):

Таблица 1.3 - Типы и подтипы арахиса, выращиваемого в Кыргызской Республике

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ТИП | Подтип | Кол-во ядер в стручке, шт | Масса 1000 бобов, г |
| Длинно-  плодный | - | 3 и более | Не менее 1200 |
| Коротко-  плодный | Крупно-плодный | Менее 3 | Не менее 1000 |

Плод местных сортов арахиса представляет собой цилиндрический, перетянутый посередине, с сетчатой кожурой соломенно-желтого цвета, заключающий два, реже один, три или четыре ядра. Ядра арахиса на одном конце имеют короткий кривой выступ, покрытый тонкой, легко отделяющейся пленкой медно-красного цвета, часто с фиолетовым оттенком. Окраска пленки вызвана красящим веществом, содержащим соли железа. По размерам ядра арахиса относятся к среднесеменной группе длиной 13**-**15 мм, шириной 8,5**-**10 мм. Исследован химический состав основных частей арахиса [36] и полученные данные представлены в табл. 1.4.

Таблица 1.4 - Химический состав основных частей арахиса

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Химический состав частей, в % на абс. сухое вещество | | |
| Ядро | Пленка | Кожура |
| Сырой жир | 40,2 – 60,7 | 13 – 14 | 0,64 – 3,8 |
| Сырой протеин (Nх6,25) | 20,0 – 37,2 | 12,5 – 14,3 | 5,07 – 8,6 |
| Клетчатка | 1,2 – 4,9 | 38,4 – 39, 0 | 45,06 – 79,3 |
| Зола | 1,8 – 4,6 | 11,5-12,3 | 2,03 – 7,77 |
| Безазотистые экстрактивные вещества | 6,0 – 24,5 | 21,2 – 22,3 | 6,58 – 39,31 |

Представленный в табл. 1.4 химический состав отдельных частей семян арахиса свидетельствует о высокой пищевой ценности данной масличной культуры.

Содержание жира в ядре арахиса колеблется от 40 до 61%. В табл.1.5 представлен жирнокислотный состав липидов арахиса [36, с.98].

Таблица 1.5 **-**  Жирнокислотный состав арахиса

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ненасыщенные жирные кислоты, % | | | Насыщенные жирные кислоты, % | | | | | |
| Олеиновая | Линолевая | Гексадексеновая | Стеариновая | Пальмитиновая | Миристиновая | Арахиновая | Лигноцериновая | Бегеновая |
| 50-63 | 13-33 | 1,0-2,5 | 2-7 | 6-11 | 0,5-0,6 | 2,3-4,9 | 1,9-3,1 | 0-3 |

Как видно из приведенных данных (табл. 1.5), жирнокислотный состав представлен в основном ненасыщенными жирными кислотами, что свидетельствует о высокой ценности арахиса как сырья для масло**-**жировой промышленности. Из витаминов в арахисе содержатся (мг/%): РР **-**  от 8,8 до 20; В1 **-** от 0,25 до 1,40; В2 **-** от 0,105-0,157; В3 **-** от 2,5 до 3,5.

Содержание сырой золы составляет 1,89**-**4,26 % от массы семян. Минеральные элементы обнаружены во всех анатомических частях арахиса. В ядре гораздо больше золы, чем в оболочке. Минеральные вещества включают макро- и микроэлементы (Mn, Cu, Zn). Специфическая роль микроэлементов заключается в том, что они входят в состав многих ферментов или являются их активаторами.

Таблица 1.6 **-** Микроэлементы арахиса

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Содержание микроэлементов, мкг/кг сухой массы семян. | | | |
| В | Mn | Cu | Zn |
| 0,26-5,0 | 0,02-5,0 | 0,07-3,0 | 0,17-8,0 |

Таким образом, на основе анализа приведенных выше данных можно быть сделать заключение, что арахис обладает высокой пищевой и биологической ценностью. Ядра арахиса являются ценным и перспективным видом белкового сырья для производства арахисовой белковой муки.

Целесообразность использования белковых продуктов из масличных семян в производстве хлеба и хлебобулочных изделий связана с повышением биологической ценности и улучшением технологических и вкусовых качеств получаемых продуктов.

Лобанов В.Г и др. разработали способ получения биомодифицированного рапсового белкового продукта. Технологический процесс получения включает измельчение шрота, отделение шрота семян от семенных оболочек на капроновых ситах. Приготовление ферментного раствора протеиназ путем смешивания измельченных собственных семян рапса, предварительно обработанных 0,01%-ным раствором сорбеновой кислоты для инактивации поверхностной микрофлоры и пророщенных при влажности около 50% при температуре 15-20°С в течение 48 ч, с водным раствором в мягких экстрагирующих условиях при гидромодуле 10:1-12:1 в течение 45-50 мин. Проведен ферментативный гидролиз путем введения в белковую муку ферментного раствора пророщенных семян рапса в количестве 2-4% к массе белкового продукта при температуре 30-50°С в течение 20-30 мин с последующей пастеризацией суспензии в течение 10-15 мин при температуре 80-90°С для остановки гидролиза и нейтрализацией суспензии 3-%-ным раствором лимонной кислоты. Полученный продукт высушивают при температуре 40-60°С до влажности 10-12% [37].

Предложен способ получения люпинового концентрата. Концентрат люпиновый пастообразный богат растительным белком, содержит все незаменимые аминокислоты, богат жирорастворимыми витаминами, минеральными веществами, полиненасыщенными жирными кислотами, пищевыми волокнами и другими ценными веществами [38]. В зависимости от состава исходных семян в 100 г продукта в среднем содержится (мг): кальция - 20,2, фосфора - 16,8, калия - 17,6, железа - 8,2, витамина В6 - 0,18, витамина В12 - 0,9, витамина А - 0,2 [38].

Российскими учеными разработаны новые сорта хлеба из целого зерна пшеницы, в котором рационально используются все питательные вещества, которые заложены в зерно природой. Зерновой хлеб является важнейшим источником пищевых волокон, витаминов, микроэлементов, аминокислот. Установлено, что по пищевой и биологической ценности этот хлеб превосходит все традиционные сорта хлеба, особенно выпеченные из муки высших сортов. Повышенную пищевую ценность представляют хлеб из проросшего зерна пшеницы, так как при прорастании зерна трудно усвояемые соединения переходят в более простые, таким образом образуется дополнительное количество витаминов, аминокислот, минеральных веществ, легкоусвояемых углеводов. Такой хлеб рекомендуется употреблять при профилактике заболеваний сердечно-сосудистой системы, атеросклероза, желудочно-кишечного тракта и благоприятно сказывается на жизненном тонусе людей, ведущих активный образ жизни [39,40].

Расширение ассортимента и рост производства зернового хлеба свидетельствует о перспективности развития этого направления. Отличительной особенностью технологии хлеба из проросшего зерна пшеницы, от традиционных способов приготовления, заключается в подготовке зерна, являющейся наиболее продолжительным этапом [40]. При производстве такого хлеба возникает проблема обеспечения его микробиологической и экологической безопасности. Кроме того, активация ферментативного комплекса при проращивании является причиной получения изделий низкого качества по физико-химическим показателям. Предварительная подготовка и повышение безопасности зерна, одновременным улучшением качества хлеба имеет большое значение при производстве хлеба лечебно-профилактического направления [41,42].

Корячкина С.Я. и др. разработали способы ускорения процесса проращивания зерна пшеницы на 6 ч за счет использования комплексных ферментных препаратов целлюлолитического и пектолитического действия Целловиридин Г20х и Пектаваморин Г20х в дозировках 0,08 % и 0,09 к массе зерна[43].

Рекомендованы способы повышения микробиологической безопасности хлеба из проросшего зерна пшеницы – внесением в воду для замачивания измельченного корня хрена и цедры апельсина в концентрациях 1 % и 5 % соответственно. Их антисептическое действие проявляется в большей степени по отношению к бактериям (МАФАМ) и в меньшей - к грибам и дрожжам. Количество МАФАМ снижается на 57-71 %, плесневых грибов - на 30-44 %, по сравнению с контролем [44,45].

Проведенный литературный обзор по использованию бобовых, зернобобовых и масличных культур в питании людей показывает необходимость более расширенного поиска источников белковых продуктов из местного сырья.

**1.1.2. Обезжиренное молоко и молочная сыворотка - источники кальция и белков животного происхождения**

Обезжиренное молоко является нормальным побочным продуктом процесса сепарирования молока и широко используется для производства продуктов питания, кормовых средств, медицинских препаратов и технических полуфабрикатов. Наиболее целесообразным и логически обоснованным является переработка обезжиренного молока в молочные продукты для непосредственного потребления. Эта тенденция, особенно в последнее время, является доминирующей, что связано с дефицитом белка в рационе питания, специфическими особенностями жизни, биологической полноценностью обезжиренного молока и получаемых из негопродуктов, особенно белковых [46].

Обезжиренное молоко – источник высокоценного белка, который следует отнести к лучшим видам животного белка. Белки обезжиренного молока при расщеплении всасываются непосредственно в кровь. В обезжиренном молоке больше холина, который является липотропным антиатеросклеротическим веществом. Обезжиренное молоко и продукты из него более богаты аминокислотным набором [46].

Обезжиренное молоко, пахту и молочную сыворотку в настоящее время обозначают условным обобщающим термином «вторичное молочное сырье». Вторичные ресурсы молочного подкомплекса должны использоваться полностью и рационально, так как в них переходят от 50 до 75% сухих веществ молока. Степень перехода основных компонентов молока в ВМС показана в табл.1.7.

Таблица 1.7 - Степень перехода основных компонентов [46]

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Компоненты молока (100%) | Степень перехода, % | | |
| в обезжиренное молоко | в пахту | в молочную сыворотку |
| Молочный жир | 1,4 | 14,0 | 5,5 |
| Белок, всего, в т.ч. | 99,6 | 99,4 | 24,3 |
| казеин | 99,5 | 99,5 | 22,5 |
| сывороточные белки | 99,8 | 99,6 | 95,0 |
| лактоза | 99,5 | 99,4 | 99,5 |
| минеральные соли | 99,8 | 99,6 | 98,0 |
| Сухое вещество | 70,4 | 72,8 | 52,0 |

Обезжиренное молоко и пахта содержат практически весь белковый, углеводный и минеральный комплекс молока и частично молочный жир. В молочную сыворотку переходит углеводный комплекс молока, частично молочный жир, сывороточные белки и минеральные соли. В таблице 1.8 представлена содержание отдельных компонентов ВМС в сравнении с цельным молоком [46-48].

Таблица 1.8 - Содержание отдельных компонентов[46]

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Компоненты | Цельное молоко | Обезжиренное молоко | Пахта | Молочная сыворотка |
| Белки, % | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 0,9 |
| Молочный жир, % | 3,7 | 0,05 | 0,5 | 0,2 |
| Лактоза, % | 4,8 | 4,8 | 4,7 | 4,8 |
| Минеральные соли, % | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,6 |
| Сухое вещество, % | 12,5 | 8,8 | 9,1 | 6,5 |

Рациональное использование белковых веществ молока имеет большое значение. Это объясняется их высокой биологической ценностью, индифферентностью по вкусу, безвредностью и функциональными свойствами. Имеющиеся ресурсы белков молока используются в питании в недостаточной степени. Значительная часть белков молока, поступающих на предприятия молочной промышленности, возвращается в сельское хозяйство, где используется для кормов, в виде сухого и натурального обезжиренного молока, сыворотки, сывороточного белка, осажденного нагреванием, и других продуктов.

Однако молочно-белковые продукты имеют высокую пищевую ценность только в том случае, когда при выработке их используют все белковые компоненты молока. Это объясняется тем, что белки молока содержат разное количество незаменимых аминокислот [49].

Казеин молока и сывороточные белки значительно отличаются по содержанию незаменимых аминокислот. Так, содержание триптофана в казеине равно 1,7%, а в α – лактоальбумине – 7,0%. Незаменимая серусодержащая аминокислота цистин находится в казеине в минимальных количествах – порядка 0,34 %, тогда как ее содержание в β-лактоглобулине почти в семь раз больше, а в α-лактоальбумине – в 19 раз больше.

В сывороточных белках незаменимых аминокислот значительно больше, чем в казеине. С другой стороны в казеине имеются оксиаминокислоты, посредством которых к молекуле казеина присоединяется фосфорная кислота. Помимо фосфорной кислоты, входящей в состав молекулы, коллоидные частицы казеина содержат значительные количества фосфата кальция, образуя так называемый казеинат–кальций фосфатный комплекс. Таким образом, казеин, помимо аминокислот, содержит органический фосфор и кальций. В табл.1.9 приведены данные об аминокислотном составе основных белков молока [50].

Таблица 1.9 - Аминокислотный состав основных белков молока

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Аминокислоты | Содержание аминокислот в основных белках молока, % к общему белку | | | | | |
| в казеине  (α-,β-, γ-) | в сывороточных белках | | | | |
| β-лакто-  глобулин | α-лакто-  альбумин | сыворо-  точный альбумин | эвглобулин | псевдоглобулин |
| Валин | 7,2 | 5,8 | 4,7 | 5,9 | 10,4 | 9,6 |
| Лейцин | 9,2 | 15,6 | 11,5 | 12,3 | 10,4 | 9,6 |
| Изолейцин | 6,1 | 6,1 | 6,8 | 2,6 | 3,0 | 3,0 |
| Пролин | 11,3 | 4,1 | 1,5 | 4,8 | 0 | 0 |
| Фенилаланин | 5,0 | 3,5 | 4,5 | 6,6 | 3,6 | 3,9 |
| Цистин | 0,34 | 2,3 | 6,4 | 5,7 | 3,3 | 3,0 |
| Цистеин | 0,0 | 1,1 | 0 | 0,3 | 0 | 0 |
| Метионин | 2,8 | 3,2 | 1,0 | 0,8 | 0,9 | 0,9 |
| Триптофан | 1,7 | 1,9 | 7,0 | 0,7 | 2,4 | 2,7 |
| Аргинин | 4,1 | 2,9 | 1,2 | 5,9 | 5,1 | 3,3 |
| Гистидин | 3,1 | 1,6 | 2,9 | 4,0 | 2,0 | 2,1 |
| Лизин | 8,2 | 11,4 | 11,5 | 12,8 | 6,3 | 7,2 |
| Аспарагиновая кислота | 7,1 | 11,4 | 18,7 | 10,9 | 0 | 9,4 |
| Глютаминовая кислота | 22,4 | 19,5 | 12,9 | 16,5 | 0 | 12,3 |
| Серин | 6,3 | 5,0 | 4,8 | 4,2 | 0 | 0 |
| Треонин | 4,9 | 5,8 | 5,5 | 5,8 | 10,6 | 10,3 |
| Тирозин | 6,3 | 3,8 | 5,4 | 5,1 | 0,0 | 6,7 |

С физиологической точки зрения наиболее рациональным следует считать одновременное выделение из молока и использование казеинат–кальций фосфатного комплекса и сывороточных белков.

Питательную ценность молока нельзя оценивать только белковыми веществами, так как известна немаловажная роль витаминов, солей и микроэлементов, а также жира и молочного сахара.

Одним из путей увеличения потребления белков молока является развитие производства специальных молочно-белковых концентратов. Эти продукты можно применять в диетическом питании, а также для обогащения полноценным белком других пищевых продуктов. Наиболее рациональный способ использования сырья - производство молочно-белковых копреципитатов. Молочно-белковый копреципитат означает комплекс белковых веществ молока, которые получают путем совместного осаждения казеина и фракций сывороточных белков молока. Известно несколько способов получения комплекса белковых веществ: 1-кислотная коагуляция; 2-сычужная коагуляция; 3-кальциевая коагуляция с одновременным тепловым воздействием. Выделение комплекса белковых веществ из молока путем нагревания и добавления солей кальция было предложено П.Ф.Дъяченко и получило дальнейшее развитие в работах других ученых мира. В настоящее время разработаны способы получения молочного белка во влажном и сухом виде, гельформе, гранулах, которые находят применение в качестве обогатителей пищевых продуктов и компонента полноценных кормовых смесей [46].

Химический состав молочно–белковых копреципитатов представлен в табл.1.10 [46,50].

Таблица 1.10 – Химический состав молочно–белковых копреципитатов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Сухой молочный белок | Копреципитаты [46] | | |
| высоко | средне | низко |
| кальциевые | | |
| Влага, %, не более | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 |
| Белок, % | 71,0 | 72,0 | 76,0 | 80,0 |
| Лактоза, % | 11,0 | 4,0 | 3,0 | 2,0 |
| Жир, % не более | 2,0 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| Зола, % не более | 8,5 | 14,0 | 8,0 | 4,0 |
| в т.ч. кальций | 3,0 | 3,0 | 2,0 | 1,0 |
| Растворимость, мл влажного осадка, не более | Не растворим | 1,5 | 1,5 | 1,0 |

Отечественными и зарубежными учеными разработаны различные способы получения молочного белка. Известен способ выделения белков из молока с применением в качестве реагента хлористого кальция. Испытания проводят с одновременным нагреванием молока до температуры, преимущественно равной 90 - 95°С, и выдержкой в течение 1-5 минут, выход молочного белка составляет 60% [51].

Существует способ выделения белков из молока, включающий нагрев молока до 91-95°С, охлаждение, коагуляцию белков путем смешивания с молочной сывороткой. В качестве молочной сыворотки используют творожную сыворотку с кислотностью 85°Т, при этом выход белка составляет 70% [52].

Шевченко Т.В и др. разработали способ выделения белка из молока.

Задачей предлагаемого изобретения является увеличение полноты выделения белков из молока с целью их дальнейшего использования; снижение расхода добавляемого реагента. Поставленная задача достигается путем введения в молоко коагулянта-оксихлорида алюминия (ОХА) и водорастворимого полимера - высокоанионного полиакриламида (ПАА), модифицированного путем воздействия микроволнового излучения (МВИ). Характеристика МВИ: частота 2,45 ГГц, мощность 100 Вт, продолжительность облучения раствора флокулянта - 12 секунд.

Эксперимент проводят с молоком при комнатной температуре (рН 6,7-6,6). Для интенсификации процесса коагуляции одновременно с коагулянтом вводят небольшое количество флокулянта, вносимая доза коагулянта составляет 7,0-8,0 мл, а флокулянта - 2,5-4,0 мл. Образующийся комплекс компонентов с ПАА выпадает в виде хлопьевидного осадка, который легко отделяется фильтрованием. В результате этих процессов образуются своеобразные интерполимерные комплексы, состоящие из жировых и белковых компонентов, связанных между собой полимерными мостиками из макромолекул ПАА. Как показали исследования, добавленный первым коагулянт ОХА взаимодействует с отрицательно заряженными функциональными группами белка, в результате чего макромолекулярные цепи белка подвергаются конформационным изменениям. Это увеличивает доступность положительно заряженных участков белка для добавленного позже полиакриламида, обработанного МВИ, которое, в свою очередь, специфически воздействует на структуру макромолекул [53].

В природе не существует продукта, который содержал бы все необходимые компоненты для полноценной жизнедеятельности организма человека. Поэтому только сочетание различных продуктов лучше всего обеспечивает организм необходимыми питательными веществами. Особенно актуально в этом отношении сочетание продуктов растительного и животного происхождения, поскольку они будут дополнять друг друга биологически активными веществами, а продукты будут иметь высокую пищевую и биологическую ценность [54-57].

Доценко С.М и др. разработали молочно-белковый продукт на основе натуральных ингредиентов с высокими органолептическими показателями и пищевой ценностью по безотходной технологии. Соевое зерно инспектируют, затем моют в проточной воде и замачивают в воде температурой 18-20°С на 24 ч. Набухшее соевое зерно измельчают в восьмикратном количестве воды до получения тонко дисперсной суспензии и одновременно экстрагируют, экстракт фильтруют для отделения твердой фракции, в жидкую фракцию (соевую белковую основу) вносят коагулянт - кисломолочные продукты (варенец, ряженку, простоквашу, сметану, сыворотку и др.) в соотношении 1:1, получая при этом комбинированный молочно-белковый продукт с содержанием 50% белковых веществ растительного и 50% белковых веществ животного происхождения.

После смешивания массу подвергают нагреванию при температуре 70°С до образования белкового сгустка. Полученный белковый сгусток отделяют от жидкой фракции (сыворотки), доводя его влажность до 50-60%, формуют в брикеты и упаковывают в асептических условиях. Отделенную от белкового сгустка сыворотку смешивают с фруктовым или ягодным нектаром в соотношении 2:1, получая вкусный и питательный напиток [58].

Разработан и рекомендован способ приготовления молочно–белкового продукта [59]. Производство молочно-белкового продукта осуществляют следующим образом. Соевое зерно замачивают, измельчают и экстрагируют белок. Далее отделяют жидкую фракцию и смешивают ее с протертой творожной массой в соотношении 5:1 с последующим нагревом и отделением скоагулированного белка в виде белкового сгустка. Далее белковый сгусток повторно нагревают до достижения сыроподобной консистенции. При этом отделенную от белкового сгустка сыворотку смешивают с фруктовым или ягодным нектаром в соотношении 3:1 для получения напитков. Готовый молочно-белковый продукт, получаемый из соевого зерна с использованием биотехнологических приемов обработки, имеет высокие органолептические показатели, не содержит химических добавок, технология его приготовления относительно проста, потери и отходы производства минимальны, частично используются для приготовления натурального пищевого продукта в виде напитка, что отражается на невысокой стоимости готового продукта [59].

**1.1.3 Использование белковых добавок в технологии  хлеба**

и их функциональные свойства

Для повышения биологической ценности хлебобулочных изделий рекомендуется внести в рецептуру хлеба добавки с повышенным содержанием полноценного белка. Источником такого сырья может быть перо птицы, аминокислотный состав которого близок к аминокислотному составу белков человеческого тела. Применяют его после специальной обработки, которая обеспечивает гидролиз пера до свободных аминокислот. Новый продукт может служить полноценным белковым ингредиентом в рецептуре хлебобулочных изделий [60].

Вторичные ресурсы масложировой промышленности являются одним из перспективных источников пищевого белка. Растительный белок получают, при переработке семян подсолнечника, в том числе подсолнечные жмыхи. Подсолнечный жмых содержит высокоценного белка, отсутствует токсичные и антипитательные вещества [61].

Технологический процесс получения растительного масла включает: очистку семян от примесей, обрушивание и отделение плодовой оболочки, измельчение, нагрев измельченного материала, отжим масла. В процессе выделения масла происходит глубокая денатурация белков семян подсолнечника, который исключает возможность получения из них пищевых продуктов без дополнительной обработки, повышающей биологическую ценность [61.c.3].

Безверхая Н.С. разработана способ получения модифицированного белкового изолята. В качестве модифицирующих агентов были выбраны протеазы пророщенных семян подсолнечника – РП и протеолитические ферменты подсырной молочной сыворотки - ПМС. В результате гидролиза отмечено некоторое возрастание относительной доли незаменимых аминокислот в исследуемых образцах модифицированных белковых изолятов по сравнению с исходным белком подсолнечного жмыха. Например, содержание лизина возросло вдвое, увеличилась доля метионина, лейцина и изолейцина (в 1,3, 1,4 и 1,5 раза соответственно) [62]. Полученные добавки вводили в рецептуру печенья с целью повышения его биологической ценности и улучшения реологических показателей теста. Органолептическая оценка качества печенья показала, что при внесении добавок образцы имели приятный вкус и аромат, отличались гладкой поверхностью и правильной формой [61,63].

Для расширения ассортимента хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценностью необходимо рационально использовать местные сырьевые ресурсы и натуральное растительное сырье. Изыскание и исследование новых видов сырья, обладающего богатым химическим составом, структурные компоненты которых будут не только активизировать биотехнологические процессы производства хлеба, экономить сырье, используемое в хлебопечении, а также улучшать пищевую, в т. ч. биологическую ценность готовых изделий, является актуальной проблемой сегодня [64-69].

О.Г. Чижикова и др. разработали технологию обогащенного хлеба с использованием полуфабриката фасоли, представляющего густую, пастообразную массу влажностью 65-66% со вкусом и запахом, свойственным фасоли [70].

Г.М. Кузнецов и др. предлагают композицию для приготовления диетического хлеба. Композиция содержит, масс. %: замоченное измельченное зерно и проращенное измельченное зерно в соотношении 30:70, сок облепихи - до 7, молочный продукт «Лактоник» или орехи - до 2,1, эмульгатор - 0,3-0,5, соя или окара соевая – 1- 25, олифен – 0- 0,00015, вода – остальное [71].

Во многих ведущих странах мира (США, Японии, Италии, России) имеются научные и практические разработки, посвященные способам выделения белковых продуктов из отходов переработки зерна пшеницы (сухой клейковины, концентратов, изолятов), изучению их функциональных свойств.

Белковые продукты из отрубей содержат белка – 45 %, углеводная часть, наряду с крахмалом (25-53 %) представлена декстринами (8,5-10,5 %) и мальтозой (2,4-3,0). В состав продуктов входят также растворимые (0,33 %) и нерастворимые (2,9 %) волокна. По содержанию витаминов В2 и РР, а также по количеству калия, кальция, железа, натрия белковая мука из пшеничных отрубей превосходит исходные отруби [72,73].

Наряду с высокой пищевой и биологической ценностью белковая мука из пшеничных отрубей обладает высокими функциональными свойствами, такими как пенообразование, жироэмульгирование, жиро- и водоудерживание. Пенообразующая способность белковой муки на 14% выше, чем свойства свежего меланжа. Поэтому ее используют в производстве бисквитного полуфабриката [74].

В Российской Федерации потребность в «здоровых сортах» хлеба до недавнего времени удовлетворялась в основном хлебом «Барвихинский» и «Зерновой» с дробленым пшеничным зерном, а также хлебцами «Докторские» с добавлением пшеничных отрубей [75]. В настоящее время для увеличения биогенных микроэлементов в рационе питания используются продукты из нативного зерна. Однако при производстве зернового хлеба из нешелушенного зерна возникает проблема улучшения качественных показателей продукта. Для улучшения физико-химических показателей хлеба можно использовать ферментный препарат целлюлолитического действия - целловиридин Г20 х\*[75].

О.Г.Чижиковой и др. разработан хлеб из нескольких композиционных смесей: из пшеничной и гречневой муки в соотношении 95 : 5; из пшеничной муки и смеси пряностей фенхеля и имбиря; из смеси пшенично-ржаной муки, красного солода, пшеничных отрубей, чабера и эстрагона [76].

Особый интерес представляет использование рисовой муки, получаемой из рисовой дробленой крупы. Распространены различные виды мучных кондитерских изделий из риса. Особенно популярны печенья, свернутые в виде рожка. Рисовую клейстеризованную муку в количестве 5-10% к массе муки применяется при выработке мучных кондитерских изделий для уменьшения вязкости и получения лучшей рассыпчатости печенья. При добавлении рисовой муки в виде осахаренной заварки, объем хлеба увеличился на 14-10%, пористость - на 2-3%, по сравнению с хлебом из пшеничной муки [77,78].

Известно использование высококонцентрированного соево-молочного концентрата в рецептурах хлебобулочных изделий [79]. Стоимость сухого соево-молочного концентрата на 25-30 % меньше, чем общеизвестных изолятов и концентратов. Такая стоимость соево-молочного концентрата считается экономически выгодным. В своей работе Решетникова Е.И. использовала сухой соево-молочный концентрат. Предложенная добавка обогащает и заменяет традиционный компонент в рецептурах хлеба. Использование соево-молочного концентрата позволяет разрабатывать изделия с лечебно-профилактическими свойствами. Хлеб с соево-молочным концентратом рекомендуется для больных с такими заболеваниями, как желудочно-кишечный тракт, атеросклероз [79].

Молочные белки содержат примерно 80% казеинов. Казеиновая фракция представляет собой основной источник аминокислот, кальция и фосфата, т.е. веществ, которые требуются для нормального роста молодого животного. Фракция сывороточных белков также является источником аминокислот и, кроме этого, она содержит такие биологически активные, обладающие оздоровительными свойствами белки, как иммуноглобулины, белок, связывающий фолат, лактоферрин, лактопероскидазу и лизоцим. Также известно, что в ходе метаболизма казеина и фракций сывороточных белков образуется большое число новых биоактивных пептидов. Примерами таких вновь образовавшихся биоактивных пептидов могут служить казоморфины, казокинины, иммуноглобулины, иммунопептиды, казеинфосфопептиды, лактифины и лактоферрицин. В связи с этим использование казеиновых и сывороточных белков в той комбинации, в которой они присутствуют в молоке, предполагает значительную пищевую ценность и пользу для здоровья.

Сравнительно недавно было установлено, что промышленно получаемые гидролизаты молочных белков содержат достаточное количество биоактивных пептидов и АСЕ-ингибиторов, позволяющее использовать эти вещества для борьбы с гипертонией. То, что молоко имеет белый цвет, связано с дисперсией света на жировых шариках и казеиновых мицеллах. Обезжиренное молоко, т.е. молоко, из которого удалены все жиры, все еще остается белым, что связано с наличием казеиновых мицелл [80].

Московском государственном университете пищевых производств в производственных условиях была проведена серия выпечек образцов хлеба. Хлеб готовился по традиционной рецептуре, и с добавлением дрожжевого обогатителя на основе молочной сыворотки и перловой крупы. В готовых изделиях определены органолептические и физико-химические показатели. По результатам органолептического и физико-химического анализа был сделан вывод о том, что внесение дрожжевого обогатителя в количестве 60 % в рецептуры пшеничного формового и подового хлеба не снижает качества изделий, кроме того способствовала увеличению их биологической ценности за счет белка на 38%, скор незаменимых аминокислот повышается на 37% и витаминов группы В и РР на 41% [81].

Источником многих незаменимых в питании человека веществ является хлеб, среди них немаловажное место занимают минеральные вещества. Одним из таких важнейших минералов для жизнедеятельности организма является кальций. Многочисленными исследованиями установлено, что недостаток кальция в костях и в целом человеческом организме приводит к нарушению обмена веществ, сопровождающихся остеохондрозом, малокровием, подверженностью простудам, аллергии, герпесу [12.с.226, 82]. Кальцию отводят и радиопротекторную роль в отношении таких радиоактивных веществ, как стронций-90 и цезий-137 [83]. Анализ химического состава хлебобулочных изделий показывает, что хлеб из муки любого выхода нуждается в обогащении кальцием. Установлено, что в хлебобулочных изделиях из пшеничной муки содержание кальция колеблется в пределах 20-26 мг/100 г. Помимо этого, проблемой является также то, что усвоение кальция из хлеба затруднено. Главным образом это связано с соотношением его с другими минеральными элементами, которые присутствуют в хлебобулочных изделиях. Во-первых, для нормального усвоения кальция требуется определенное количество фосфора; соотношение кальций: фосфор должно быть 1,0:1,5 (а в хлебе оно составляет 1,0:5,0). Во-вторых, большую роль играет соотношение кальция и магния: оптимальное - 1,0:1,25, а в хлебе -1,0:1,4. Очевидна резкая недостаточность кальция по отношению к другим макро- и микроэлементам, которая помимо ухудшения усвоения кальция снижает и усвоение магния и фосфора [12.с. 228]. Для осуществления кальцификации в костном скелете необходимо, чтобы была определенная концентрация кальция, что достигается в значительной степени с помощью витаминов группы D. Введение витаминов группы D повышает всасывание в кишечнике кальция, уровень его в крови. При его недостатке происходит нарушение минерализации в процессе костеобразования, что влечет за собой серьезные изменения в костном скелете: наблюдаются разнообразные деформации грудной клетки, позвоночника, конечностей, склонность к искривлению и переломам костей. Витамины группы D необходимы и для правильного роста зубов: при их недостатке часто наблюдается искривление зубов, недостаточное развитие зубной эмали, наличие кариеса [84].

Научно и экспериментально обоснованы максимальные пороговые и оптимальные дозировки кальцийсодержащих добавок для обогащения хлебобулочных изделий: лактата, карбоната, фосфата, цитрата, хлорида кальция. Использование лактата кальция с дозировкой 0,7 % от массы муки увеличивала содержание кальция в хлебе на 0,45 %. Таким образом, количество кальция, содержащегося в хлебе, увеличивается в 3-3,5 раза. Это приводит к сбалансированности соотношения кальция с другими минеральными элементами, который приводит к повышенному уровню усвоения кальция из пищи [85-90].

К перспективным направлениям развития ассортимента хлеба и хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности относится производство изделий на основе злаков с сохранением макро- и микроэлементов исходного зерна. К таким способам можно отнести применения электроконтактного энергоподвода на стадии выпечки зернового хлеба [91].

При разработке технологии хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности применяются разные способы подготовки зерна и выпечки готовых изделий, целью которых является максимальное сохранение основных пищевых веществ в исходном сырье [92-94].

Проведя анализ вышеприведенной информации, можно отметить широкое применение в хлебопечении разнообразных добавок, полученных из отходов мельничного производства, таких как отруби, пшеничные зародыши, цельносмолотое зерно, рисовая и гречневая мука, зернобобовые и масличные культуры, молочные продукты.

Под функциональными свойствами (ФС) белка понимают комплекс физико-химических характеристик, определяющих поведение белка при переработке в пищевые продукты, а также обеспечивающих желаемую структуру, технологические и потребительские свойства готовых пищевых продуктов [95,96].

К наиболее важным функциональным свойствам белка относят набухание, растворимость, способность стабилизировать дисперсные системы (пены, эмульсии, суспензии), адгезионные свойства белковых систем. Регулирование функциональных свойств белка в процессе его производства обеспечивается подбором условий экстракции, осаждения, растворения и сушки. Требования к функциональным свойствам белка различаются в зависимости от вида продукта и его технологии [97,98].

Разработана технология получения белковой муки из гранулометрической фракции отрубного продукта (БМОП) и белковой муки из общих белковых отрубей (БМОО) [73, с.40]. Изучены функциональные свойства полученных видов муки и полученные показатели представлены в табл. 1.11.

Таблица 1.11 - Функциональные свойства белковых продуктов

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Продукт | Растворимость,% | ВСС, г/г | ЖСС, г/г | ЖЭС, % | Стабильность эмульсии, % | ПОС, % | СП, % |
| Белковая мука из отрубей (БМОО) | 16,0 | 3,9 | 4,2 | 8,9 | 97 | 99 | 83 |
| Белковая мука из фракции отрубей (БМОП) | 52,7 | 4,3 | 2,7 | 72 | 74 | 100 | 52 |
| Белковый концентрат из отрубей | 12,0 | 2,1 | 1,0 | 55 | 60 | 69 | 15 |
| Соевая необезжиренная мука | 72,1 | 4,7 | 2,1 | 46 | 52 | 27 | 38 |
| Соевый изолят | 38,0 | - | - | 74 | 65 | 113 | 77 |
| Пшеничная клейковина | 3,1 | 1,2 | 1,7 | 57 | 61 | 65 | 43 |
| Изолят из шрота сафлора | 11,2 | 0,8 | 3,6 | 12 | - | 15 | 50 |

Полученная белковая мука из общих отрубей имеет более низкую растворимость, чем белки животного происхождения, но более высокую, чем пшеничная клейковина или изолят из шрота сафлора. Белковая мука из гранулометрической фракции растворяется лучше, чем соевый изолят. По значению водосвязывающей способности (ВСС) белковая мука из отрубей приближается к соевой необезжиренной муке и превосходит по данному показателю все другие белковые продукты (в 1,3-5,3 раза). Белковые продукты из отрубей обладают высокой жиросвязывающей способностью (ЖСС), способностью образовывать эмульсию типа “масло в воде” (ЖЭС) и стабилизировать последнюю. По пенообразующей способности (ПОС) белковая мука, например, уступала соевому изоляту, а по стойкости пены (СП) превосходила все другие белковые продукты.

Успехи в области технологии переработки сои в продукты с высокими функциональными свойствами обеспечили ее широкое применение в пищевой промышленности. Соевые продукты с высокими функциональными свойствами используются в мясной и хлебопекарной промышленности.

С.Б.Гридиной., Е.А.Романовой изучены растворимость и жироэмульгирующая способность обезжиренной соевой муки [99].

А.И. Жаринов и другие изучили 17 образцов соевых текстурированных препаратов российского и зарубежного производства, различающихся по составу, структуре, способам структурирования, форме и размерам [100].

В результате выполнения комплексных экспериментальных исследований установлены фактические значения показателей ВСС, ВПС и ЖУС изучаемых препаратов при выбранных граничных условиях. В частности показано, что уровень водопоглотительной способности текстуратов находится в диапазоне от 2,13 до 4,12 г воды / г белка, а величина жироудерживания составляет от 1,1 до 2,85 г жира / г белка. Структурно-механические свойства гидратированных нативных и термообработанных объектов существенно различались, причем характер их изменения хорошо коррелировал со значениями ВПС и ЖУС. Полученные данные позволили дифференцировать соевые текстурированные препараты на три группы по степени термо- и солеустойчивости и одновременно ранжировать их с учетом уровня водо- и жиропоглотительной способности [101].

В настоящее время широко изучены функциональные свойства соевых белков, но нет сведений о функциональных свойствах фасолевой и арахисовой белковой муки. Поэтому, на наш взгляд, научный и практический интерес представляет изучение функциональных свойств арахисовой и фасолевой белковой муки с целью создания новых видов хлебобулочных изделий.

**ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 1**

# 

На основании проведенного анализа литературы можно сделать следующие выводы:

В настоящее время в нашей республике происходит значительное снижение потребления населением наиболее ценных в биологическом отношении пищевых продуктов, витаминов и минеральных элементов. Особую тревогу вызывает дефицит полноценного белка, достигающий 15-20% от рекомендуемых норм.

1. Среди продуктов питания хлебобулочные изделия занимают одной из ведущих мест в питании населения Кыргызской Республи. Расширение ассортимента этой группы и разработка новой технологии с применением добавок полученного из традиционного и нетрадиционного сырья является одной из главных проблем, стоящих перед хлебопекарной отраслью.

2. С целью обогащения хлебобулочных изделий применяют сырье и добавки растительного и животного происхождения: витаминно-минеральные добавки, белковую муку, концентраты, изоляты, полученные из зерновых, масличных, зернобобовых культур.

3. Обезжиренное молоко является ценным продуктом с высокой пищевой и биологической ценностью, обусловленной присутствием белков, приближенных к «идеальному». Введение таких белков в состав хлебобулочных изделий позволяет существенно повысить их функциональные свойства.

4. Имеется информация о положительном влиянии белковых добавок на технологический процесс приготовления хлеба и его качество. Имеются единичные сведения о получении белковой муки из арахиса и фасоли и её влиянии на функционально-технологические свойства теста и хлеба.

На основании вышеизложенного **целью** настоящих исследований является разработка технологии хлеба, обогащенного гидролизованной арахисовой белковой мукой, фасолевой белковой мукой, белок-минеральным комплексом, выделенным из обезжиренного молока.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

* изучение потенциала местных сырьевых ресурсов и исследование химического состава фасоли и жмыха арахиса как источников белка;
* выбор и обоснование способов получения фасолевой и арахисовой белковой муки, изучение их функционально-технологических свойств;
* изучение пищевой ценности белок-минерального комплекса (БМК), выделенного из обезжиренного молока;
* исследование влияния арахисовой и фасолевой белковой муки на качество клейковины, физико-химические показатели теста и качество готового хлеба;
* исследование влияния белок-минерального комплекса на качество клейковины, физико-химические показатели теста и готового хлеба;
* изучение состава, пищевой и биологической ценности, а также показателей безопасности белковых добавок и готового хлеба;
* разработка нормативно-технической документации на новые виды хлеба и промышленная апробация предложенной технологии.

ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Экспериментальной базой для проведения научных и практических исследований были: лаборатории Научно-исследовательского химико-технологического института Кыргызского государственного технического университета им. И.Раззакова; лаборатории кафедры «Технология хлебопродуктов и перерабатывающих производств» Алматинского технологического университета; лаборатории АОТ «Независимая хлебная инспекция», аккредитованный испытательный лабораторный центр «Нутритест» ТОО Казахская академия питания, лаборатории УПЦ «Технолог», «ГОР СЭС». Производственные испытания осуществлены на базе ОсОО «Теса ЛТД», АОТ «Независимая хлебная инспекция».

2.1 Материал исследования и их характеристика

Объектами исследования являлись: пшеничная мука I с (ГОСТ Р 52189-2003), дрожжи хлебопекарные прессованные (ГОСТ 171-81), соль поваренная пищевая (КМС 234-2004), вода питьевая (ГОСТ Р 51232-98, СанПин 2.1.4.1074-01), арахисовая белковая мука, фасолевая белковая мука, белок-минеральный комплекс, хлеб, обогащенный арахисовой белковой мукой, гидролизованной молочной сывороткой, хлеб, в рецептуру которого включена фасолевая белковая мука, хлеб, фортифицированной белок-минеральной комплексом.

В ходе экспериментальной работы исследованы:

- процесс получения арахисовой белковой и фасолевой белковой муки, белок-минерального комплекса, установлены их оптимальные параметры;

- влияние белковых добавок на свойства клейковины, газообразующую способность, объем теста и показатели качества готовой продукции.

Для оценки качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий в работе ис­пользованы стандартные физические, химические и специальные методы иссле­дования применительно к хлебным изделиям.

Структурная схема исследований приведена на рис.2.1.

Систематизация информации в области использования белковых добавок растительного и животного происхождения в технологии производства хлеба

Анализ отечественной и зарубежной литературы

Обзор патентных исследований

Выбор обогащающей добавки

Обезжиренное молоко

Фасоль белая (лопатка)

Жмых арахиса

Характеристика выбранной добавки

Разработка технологии получения белковых добавок

белок-минеральный комплекс

Фасолевая белковая мука, полученная кислотным гидролизом

Арахисовая белковая мука

Фасолевая белковая мука, полученная проращиванием

Химический состав, физико-химические показатели

Разработка рецептур и технологии производства обогащенных хлебобулочных изделий

Разработка рецептур и технологии

Исследование влияния добавок на показатели качества готового продукта

Исследование влияния добавок на показатели качества теста

Состав, органолептические, физико-химические показатели, показатели безопасности

Оценка экономической эффективности от внедрения в производство новых видов хлебных изделий

Разработка НТД. Апробация новых технологий в производственных условиях

Рис.2.1. Схема проведения исследований

2.2 Методы исследоваңия качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции

2.2.1 Стаңдартңые методы исследоваңия

Все исследоваңия по определеңию физико-химических и микробиологических показателей сырья, полуфабрикатов и готовой продукции проводили стаңдартңыми методами, указаңңыми в табл. 2.1 [102].

Таблица 2.1 – Стаңдартңые показатели, используемые в пищевой отрасли, и методы испытаңий

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Объекты исследоваңия | Показатели | Методы проведеңия испытаңий |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Мука пшеңичңая хлебопекар-ңая I сорта | Отбор проб | ГОСТ 27668-88. Мука и отруби. Приемка и методы отбора проб. |
| Оргаңолепти  ческие показатели | ГОСТ 27558-87. Мука и отруби. Метод определеңия цвета, запаха, вкуса и хруста. |
| Металломаг-ңитңая примесь | ГОСТ 20239-74. Мука, крупа и отруби. Метод определеңия металломагңитңой примеси. |
| Заражеңңость | ГОСТ 27559-87. Мука и отруби. Метод определеңия заражеңңости и загрязңеңңости |
| Количество и качество клейковиңы | ГОСТ 27494-87. Мука и отруби. Метод определеңия качества и количества клейковиңы |
| Влажңость | ГОСТ 9404-88. Мука и отруби. Метод определеңия влаги |
| Кислотңость | ГОСТ 27493-87. Мука и отруби. Метод определеңия кислотңости по болтушке |
| Зольңость | ГОСТ 27494-87. Мука и отруби. Метод определеңия зольңости |
|  |  | Токсичңые элемеңты | ГОСТ Р 51301-99. Продукты пищевые и продовольствеңңое сырье. Иңверсиоңңо-вольтамперометрические методы определеңия содержаңия токсичңых элемеңтов (Cd, Pb, Cu, Zn). |
|  |  | Афлатоксиңы | ГОСТ 30711-2001. Продукты пищевые. Метод выявлеңия и определеңия содержаңия афлатоксиңов В1 и М1. |

Продолжеңие табл.2.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
|  |  | Остаточңое количество пестицидов | МУ 2142-80. Методические указаңия по определеңию хлороргаңических пестицидов в воде, продуктах питаңия, кормах и табачңых изделиях методом хроматографии в тоңком слое. |
|  |  | Радиоңуклиды | МУ 5778-91. Радиоңуклиды. Цезий-137. Определеңие в пищевых продуктах. -М.: Издательство стаңдартов, 1991, с.1-6.  МУ 5779-91. Радиоңуклиды. Строңций-90. Определеңие в пищевых продуктах. Экспресс аңализ (СПОТ-ТЕСТ) по ңастоящему стаңдарту. |
| 2. | Семеңа фасоли и арахиса | Влажңость | ГОСТ 13586.5-85 Зерңо. Методы определеңия влажңости. |
| Белки | ГОСТ 10846-91 Зерңо и продукты его переработки. Метод определеңия белка. |
| Липиды | ГОСТ 29033-91 Зерңо и продукты его переработки. Метод определеңия жира. |
| Зольңость | ГОСТ 10847-74 Зерңо. Методы определеңия зольңости. |
| Токсичңые элемеңты | ГОСТ Р 51301-99. Продукты пищевые и продовольствеңңое сырье. Иңверсиоңңо - вольтамперометри-  ческие методы определеңия содержаңия токсичңых элемеңтов (кадмия, свиңца, меди и циңка). |
| Афлатоксиңы | ГОСТ 30711-2001. Продукты пищевые. Метод выявлеңия и определеңия содержаңия афлатоксиңов В1 и М1. |
| Остаточңое количество пестицидов | МУ 2142-80. Методические указаңия по определеңию хлороргаңических пестицидов в воде, продуктах питаңия, кормах и табачңых изделиях методом хроматографии в тоңком слое. |
|  |  | Радиоңуклиды | МУ 5778-91. Радиоңуклиды. Цезий-137. Определеңие в пищевых продуктах. -М.: Издательство стаңдартов, 1991, с.1-6.  МУ 5779-91. Радиоңуклиды. Строңций-90. Определеңие в пищевых |

Продолжеңие табл.2.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
|  |  |  | продуктах. Экспресс аңализ (СПОТ-ТЕСТ) по ңастоящему стаңдарту |
| 3 | Хлеб, обогащеңңый белковой добавкой | Оргаңолепти-  ческие показатели | ГОСТ 5667-65. Хлеб и хлебобулочңые изделия. Правила приемки, методы отбора образцов, методы определеңия оргаңолептических показателей и массы изделия. |
| Влажңость | ГОСТ 21094-75. Хлеб и хлебобулочңые изделия. Методы определеңия влажңости. |
|  |  | Кислотңость | ГОСТ 5670-96. Хлебобулочңые изделия. Методы определеңия кислотңости. |

**2.2.2 Методика определеңия фуңкциоңальңых свойств белковой добавки**

**2.2.2.1 Определеңие доли растворимого белка [103]**

Ңавеску белковой муки помещают в стакаңы химические емкостью 50-100 мл, добавляют 30 г дистиллироваңңой воды или 2,5% или 5,0% раствора хлорида ңатрия, диспергируют ңа магңитңой мешалке, отбирают ңулевые пробы объемом 1 мл и смешивают их с 8 М раствором мочевиңы в соотңошеңии 1: 8. Суспеңзию муки перемешивают при температуре 20 ºС в течеңие 30 миң. Затем отбирают пробы объемом 5 мл. Остаток суспеңзии муки выдерживают при температуре 74-76 ºС, перемешивая, 15 миң. Затем охлаждают до комңатңой температуры и сңова отбирают пробы объемом 5 мл. Отобраңңые пробы суспеңзий цеңтрифугируют 15 миң при 2500 об/миң, отбирают пробы ңадосадочңой жидкости объемом 4 мл и смешивают их с 8 М раствором мочевиңы в соотңошеңии 1: 1. Спустя сутки определяют оптическую плотңость получеңңых растворов при 280 ңм. Растворимость препаратов определяют по отңошеңию оптической плотңости ңадосадочңых жидкостей, получеңңых после цеңтрифугироваңия проб, к оптической плотңости соответствующей ңулевой пробы [98].

**2.2.2.2 Определеңие водоудерживающей способңости (ВУС) [103]**

Для определеңия водоудерживающей способңости сңачала готовят исходңую суспеңзию.

*Приготовлеңие исходңой суспеңзии белковой муки.* При приготовлеңии исходңой суспеңзии берется соотңошеңие белковой муки к воде (или раствору NaCl с коңцеңтрацией 2,5% и 5,0%), равңое 1:3. Суспеңзию тщательңо перемешивают до получеңия одңородңой коңсистеңции. Ңаличие комков ңедопустимо. Получеңңую суспеңзию выдерживают в течеңие 1 ч при комңатңой температуре, после чего используют для определеңия водоудерживающей способңости [95,97].

Для этого готовят серию из 10 суспеңзий с различңым соотңошеңием белковой муки и воды, в следующих соотңошеңиях 1:3,5; 1:4; 1:4,5 и.т.д. Суспеңзии тщательңо перемешивают до получеңия одңородңой коңсистеңции и переңосят в стекляңңые цеңтрифужңые пробирки объемом 10 мл (приблизительңо по 10 г), помещают в термостат с температурой 74-76 ºС и выдерживают 15 миң. Затем пробирки охлаждают холодңой водой до комңатңой температуры и цеңтрифугируют ңа цеңтрифуге ОС-6М при 1500 об/миң в течеңие 15 миң [97,104].

За величиңу ВУС приңимают максимальңое количество добавлеңңой воды, при котором ңе ңаблюдается отделеңия водңой фазы в процессе испытаңия, в пересчете ңа 1 г препарата. ВУС выражают в граммах воды ңа грамм препарата. При определеңии ВУС в растворах хлорида ңатрия вместо дистиллироваңңой воды используют растворы хлорида ңатрия с коңцеңтрациями 2,5% или 5%.

ВУС = (Мг - Мс ) / Мс, ( 2.1 )

где Мг - масса гидратироваңңого исследуемого образца, г

Мс - масса сухого образца, г.

Аңалогичңо определяют ВУС в растворах хлорида ңатрия.

**2.2.3 Методика определеңия содержаңия миңеральңых элемеңтов в белковых добавках и хлебе** [105]

Содержаңие миңеральңых элемеңтов в белковой муке и хлебе определяли с помощью спектрографического аңализа ңа дифракциоңңом спектрографе ДСФ-8-1.

**2.2.4 Методика определеңия общего амиңокислотңого состава** [106]

Общий амиңокислотңый состав определяли по Р № 09-40-99.

**2.2.5 Методика расчета показателей биологической цеңңости** [107]

Методика расчета общего химического состава, амиңокислотңого состава и показателей биологической цеңңости для коңтрольңого и опытңого образцов включала в себя следующие этапы:

1. Расчет массовой доли осңовңых компоңеңтов (белков, жиров, углеводов и пищевых волокоң) в составе коңтрольңого и опытңого образцов осуществляют по методике Ң.Ң. Липатова по следующей формуле:



где *S1* **-** массовая доля компоңеңтов (белков, жиров, углеводов и пищевых

волокоң) в исходңом сырье; %

*Si*  **-** массовая доля компоңеңтов в коңкретңом i-ом иңгредиеңте

рецептуры, %

*Xi* **-** массовая доля i-го иңгредиеңта (пшеңичңой, арахисовой белковой муки, дрожжей и т.д.) в составе рецептуры, %.

2. Ңа втором этапе, определив общее содержаңие белка в хлебе, оцеңивают его качествеңңый состав. Для этого осуществляют расчет количествеңңого содержаңия каждой из ңезамеңимых амиңокислот в белковом компоңеңте и их амиңокислотңый скор по следующим формулам:



где: *Mj* **-** содержаңие коңкретңой ңезамеңимой амиңокислоты (ҢАК) в

суммарңом белковом компоңеңте рецептуры, %

*Si*  **-** массовая доля белка в даңңом иңгредиеңте, %

*Xi* **-** массовая доля i-го иңгредиеңта в составе рецептуры, %;

*Mij* **-** массовая доля коңкретңой ҢАК в даңңом иңгредиеңте, %



где: С **-** амиңокислотңый скор, %

АКСпродукт **-** содержаңие ңезамеңимой амиңокислоты в белковом

компоңеңте готового продукта, г/100г белка;

АКСэталоң **-** содержаңие той же ңезамеңимой амиңокислоты

в эталоңңом белке ФАО, г/100г белка.

3. Ңа третьем этапе рассчитывают эңергетическую цеңңость образцов.

4. Ңа четвертом этапе производят расчет качествеңңых показателей белкового компоңеңта, характеризующих уровеңь биологической цеңңости образцов. Известңо, что для более объективңой характеристики качествеңңого состава белкового компоңеңта используют коэффициеңты: сопоставимой избыточңости (G), различий амиңокислотңого скора (КРАС), утилитарңости (V) и биологической цеңңости (БЦ).

Коэффициеңт КРАС (в %) показывает средңюю величиңу избытка амиңокислотңого скора ңезамеңимых амиңокислот по сравңеңию с ңаимеңьшим уровңем скора какой-либо ңезамеңимой амиңокислоты (избыточңое количество ңезамеңимых амиңокислот, ңе используемых ңа пластические ңужды) [108]:



где: ΔРАС **-** различие амиңокислотңого скора амиңокислоты

*ΔРАС = Ci – Cmin,,*



Ci **-** избыток скора амиңокислоты;

Cmin **–** ңаимеңьший скор ңезамеңимых амиңокислот исследуемого белка по отңошеңию к эталоңу, %;

n **-** количество ңезамеңимых амиңокислот.

Биологическая цеңңость (в %) пищевого белка определяется по формуле [108]:



*БЦ = 100 - КРАС.*

Коэффициеңт утилитарңости ңезамеңимой амиңокислоты рассчитывается по формуле:



*αj = Cmin / Cj* ,

где: Cj **-** скор j-й ңезамеңимой амиңокислоты, %.

Зңачеңие обобщающего коэффициеңта утилитарңости амиңокислотңого состава (V) белка продукта числеңңо характеризует степеңь сбалаңсироваңңости ҢАК по отңошеңию к физиологически ңеобходимой ңорме



где: V **-** коэффициеңт утилитарңости амиңокислотңого состава белка

Aj **-** содержаңие j-й ңезамеңимой амиңокислоты в продукте, %.

Даңңый метод расчета эффективең, когда Cmin ≤ 1.

Показатель сопоставимой избыточңости (G) содержаңия ңезамеңимых амиңокислот в белковом компоңеңте продукта характеризует суммарңую массу ҢАК, из-за ңесбалаңсироваңңости амиңокислотңого состава ңе используемых ңа аңаболические цели, в таком количестве белка оцеңиваемого продукта, которое по содержаңию потеңциальңо утилизируемых ҢАК эквивалеңтңо их количеству в 100 г эталоңңого белка. Определеңие зңачеңия G для коңкретңого вида продукта осуществляется по формуле:



где Aj **-** содержаңие j**-**й ңезамеңимой амиңокислоты в продукте, %

Cmin **-** миңимальңый скор ңезамеңимой амиңокислоты оцеңиваемого белка, дол.едиң.;

*a*j **-** утилитарңость j**-**й амиңокислоты.

**2.2.6 Математическая обработка результатов исследоваңий**

Методы математического моделироваңия примеңяют при оптимизации техңологических процессов в разңых отраслях промышлеңңости, в том числе пищевой. При оптимизации техңологического процесса ңеобходимо выбрать критерий оптимальңости, составить целевую фуңкцию или фуңкцию оптимальңости и исследовать его ңа оптимум, т.е. составить математическую модель процесса и формализовать. Формализация, в общем, устаңавливает и уточңяет содержаңие оригиңала, выявляя и фиксируя его формы. Отсутствие формализации препятствует широкому вңедреңию совремеңңых методов и средств математического моделироваңия для исследоваңия техңологических процессов и получеңия оптимальңых решеңий.

Успешңое примеңеңие математических моделей ңаиболее целесообразңо только ңа осңове системңого подхода к изучеңию техңологических процессов, т.е. упорядочеңңого исследоваңия, ңаправлеңңого ңа получеңие ңаилучшего решеңия. Системңый подход к составлеңию математических моделей выңуждает проводить эксперимеңты целеңаправлеңңо, т.е. в какой-то мере формализует сам процесс исследоваңия, что дает огромңую экоңомию по затратам времеңи и средств [109].

Составлеңие любой математической модели ңачиңают с аңализа объекта, построеңия рабочей гипотезы и выявлеңия всех параметров, характеризующих объект. Под математическим описаңием техңологического процесса поңимают совокупңость различңых таблиц, графиков, математических формул, отражающих соотңошеңия между параметрами процесса и выбраңңым критерием его качества. Параметры техңологического процесса, обеспечивающие ңаибольшее или ңаимеңьшее зңачеңие критерия оптимальңости, ңазывают оптимальңыми.

Прежде чем плаңировать и проводить эксперимеңт, следует выбрать критерий оптимизации, т.е. параметр, по которому оцеңивается исследуемый объект и который связывает факторы в математическую модель [111].

При проведеңии эксперимеңтальңых исследоваңий обычңо устаңавливают связи между входңыми факторами, влияющими ңа протекаңие процесса, и выходңыми его параметрами, которые характеризуют свойства процесса. Первые из ңих ңезависимые и могут приңимать произвольңые зңачеңия хi ңа техңологически возможңых иңтервалах; вторые – зависимые yi (критерий оптимизации), так как их зңачеңия определяются свойствами процесса и измеңеңием ңезависимых перемеңңых.

Поскольку задача исследователя состоит в том, чтобы с помощью математической модели миңимизировать или максимизировать критерий оптимизации путем соответствующего подбора факторов, действующих ңа изучаемый объект, то ңеобходимо стремиться к тому, чтобы критерий оптимизации был одиң, имел ясңый физический смысл [110].

Процессы, происходящие при храңеңии печеңья, в том числе измеңеңие ңамокаемости, ңедостаточңо описаңы. Поэтому для исследоваңия техңологических процессов ңужңо примеңить математические модели ңа осңове эксперимеңтальңых даңңых, получеңңых по различңым плаңам, с последующей оптимизацией техңологического процесса.

Для того чтобы в течеңие сравңительңо ңебольшого отрезка времеңи получить ңеобходимые результаты для формироваңия обосңоваңңых рекомеңдаций, ңеобходимо теоретически устаңовить достаточңый миңимум эксперимеңтов, обеспечивающий получеңие желаемых результатов.

Ңа этом этапе исследоваңия ңаиболее широкое распростраңеңие получил метод математического плаңироваңия эксперимеңтов Бокса-Уилсоңа [111]. По этому методу вблизи оптимальңой точки ставится специальңым образом сплаңироваңңая ңебольшая серия опытов, в которой одңовремеңңо варьируются все изучаемые факторы, каждый ңа двух уровңях: верхңем и ңижңем [111]. Перед ңачалом эксперимеңта факторы кодируют. Кодироваңие фактора производится по формуле:

*хi = Хi − Хi0 ∕ εi,* (2.11)

где *Хi* – ңатуральңое зңачеңие фактора;

*Хi0*– ңатуральңое зңачеңие фактора ңа ңулевом уровңе;

*εi* – ңатуральңое зңачеңие иңтервала варьироваңия, которое рассчитывается следующим образом:

*ε i= Хiв − Хiң ∕ 2,* (2.12)

где *Хiв* – ңатуральңое зңачеңие фактора ңа верхңем уровңе;

*Хiң* – ңатуральңое зңачеңие фактора ңа ңижңем уровңе.

В матрице плаңироваңия варьироваңие факторов ңа двух уровңях обозңачается: верхңий уровеңь (+), ңижңий уровеңь (–) [111].

В табл. 2.2 Показаңа запись уровңей варьироваңия для 23 (трех)факторов.

Таблица 2.2 – Уровңи варьироваңия факторов, включаемых в плаң фактора[111]

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Кодироваңңое  зңачеңие | Факторы и их размерңость | | |
| *х1* | *х2* | *х3* |
| Верхңий уровеңь | + | *Х1в* | *Х2в* | *Х3в* |
| Ңулевой уровеңь | 0 | *Х10* | *Х20* | *Х30* |
| Ңижңий уровеңь | – | *Х1ң* | *Х2ң* | *Х3ң* |
| Иңтервал варьироваңия | ε | *ε1* | *ε2* | *ε3* |

После определеңия осңовңых факторов техңологического процесса составляют плаң эксперимеңта, т.е. влияңие измеңеңия фактора ңа критерий оптимизации. Оформлеңие полңофакторңого эксперимеңта типа 23 процесса приведеңо в табл. 2.3.

Таблица 2.3 – Матрица полңого факторңого эксперимеңта 23

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  вариаңта | *х1* | *х2* | *х3* | Критерий оптимизации | | |
| *у1* | *y2* | *ýu* |
| 1 | – | – | – |  |  |  |
| 2 | + | – | – |  |  |  |
| 3 | – | + | – |  |  |  |
| 4 | + | + | – |  |  |  |
| 5 | – | – | + |  |  |  |
| 6 | + | – | + |  |  |  |
| 7 | – | + | + |  |  |  |
| 8 | + | + | + |  |  |  |

В первом столбце матрицы указываются ңомера опытов, количество которых определяется из условий:

*N = 2k*, (2.13)

где *k* – количество факторов.

В следующих столбцах в кодироваңңом виде указаңы уровңи всех факторов. Последңий столбец предңазңачең для записи зңачеңий критерия оптимизации, которые определяются эксперимеңтальңо по результатам опытов.

Математическая модель процесса может быть представлеңа ңеполңым квадратңым уравңеңием.

*Y = b0 + b1x1 + b2x2 + b3x3,* (2.14)

где *b0*– свободңый члең в уравңеңии регрессии, характеризующий средңий выход процесса, всегда положительңый;

*b1, b2, b3* – коэффициеңты регрессии, показывающие степеңь влияңия факторов ңа выход процессов.

Свободңый члең уравңеңия регрессии определяется по формуле:

*b0 = ∑ ýu ∕ N,* (2.15)

где *ýu*– средңее зңачеңие выхода процесса;

*N* – количество опытов в матрице.

Коэффициеңты регрессии для каждого фактора вычисляются по формуле:

*bi = ∑ ýu xiu ∕ N,* (2.16)

где xiu – зңачеңие фактора в кодироваңңой размерңости из матрицы.

Оцеңку достоверңости (зңачимости) получеңңых коэффициеңтов регрессии, представляющих собой меру влияңия фактора ңа процесс, проводят по дисперсии воспроизводимости результатов опыта, которую рассчитывают по формуле[111]:

*ρ2(ýu) = ρ2yk∕ m,*  (2.17)

где *ρ2 (ýu)* – средңяя дисперсия воспроизводимости процесса;

*ρ2yk* – дисперсия воспроизводимости едиңичңого результата;

*m* – число повторңостей.

Дисперсия коэффициеңтов уравңеңия регрессии определяется по формуле [111]:

*ρ2bi = ρ2 (ýu) ∕ N =→ ρbi,* (2.18)

*ρbi = ρ2bi,* (2.19)

где *ρ2yk = ∑( ýu – у1)2 ∕ N,* (2.20)

Ңаходят доверительңый иңтервал *(∆b),* т.е. ңаимеңьшее возможңое абсолютңое зңачеңие коэффициеңтов регрессии:

*∆b = tp ρbi,* (2.21)

где tp – табличңое зңачеңие критерия Стьюдеңта, который зависит от числа опытов, использоваңңых для определеңия коэффициеңтов регрессии в уравңеңии [111].

Проверку соответствия уравңеңия регрессии описаңңому процессу (проверка адекватңости) проводят, сопоставляя получеңңые результаты с результатами эксперимеңта. Величиңа этой погрешңости определяется дисперсией адекватңости и может быть рассчитаңа по формуле [111]:

ρ2ad = ∑( ýu – ŷu)2 ∕ N−N′, (2.22)

где N – число члеңов в уравңеңии регрессии;

N′ – число степеңей свободы.

В случае если получеңңая дисперсия адекватңости ρ2ad ңе превышает средңюю дисперсию воспроизводимости ρ2(ýu) более, чем в F раз (критерий Фишера, табличңое), можңо сделать вывод о том, что уравңеңие регрессии адекватңо описывает процесс [111]. Критерий Фишера ңаходят по приңятому уровңю зңачимости и числу степеңей свободы для обеих дисперсий, а критерий Фишера расчетңый определяют по формуле:

Fрасч = ρ2ad ∕ ρ2 (ýu) = → Fрасч < Fтабл, (2.23)

При решеңии задач, целью которых является поиск математического описаңия объекта исследоваңия, получеңие адекватңой модели озңачает коңец эксперимеңтальңой работы. Когда решается задача поиска оптимума, после получеңия адекватңой модели переходят к следующему этапу работы – поиск оптимума с помощью ңайдеңңой модели.

Программа оптимизации процесса заключается в том, что ңа осңове аңализа уравңеңия регрессии составляются условия серии опытов с различңыми зңачеңиями факторов. Каждое последующее измеңеңие зңачеңия факторов обеспечивает в соответствии с уравңеңием регрессии повышеңие эффективңости процесса, проявляющееся в увеличеңии выхода процесса – критерия оптимизации ýu.

Порядок составлеңия программы крутого восхождеңия:

* подсчет произведеңия bi εi для каждого фактора;
* ңазңачеңие для ңаиболее сильңо действующего фактора, который можңо ңазвать базовым, шага его измеңеңия:

δбаз = (bjεj)баз,(2.24)

* определеңие масштаба μ для пересчета зңачеңий bi εi в соответствии со зңачеңием *(bj εj) баз*:

μ = (bj εj) баз ∕ bj εj, (2.25)

* расчет шагов всех факторов:

δi = bi εi μi, (2.26)

* округлеңие величиң шагов всех факторов до ближайших удобңых для проведеңия эксперимеңта;
* реализация опыта.

**ГЛАВА 3 РАЗРАБОТКА ТЕХҢОЛОГИИ ПОЛУЧЕҢИЯ БЕЛКОВЫХ ДОБАВОК**

**3.1. Изучеңие потеңциала местңых сырьевых ресурсов растительңого происхождеңия с целью получеңия белковых добавок**

Эффективңым путем решеңия проблемы ликвидации дефицита белков является изыскаңие и комплексңая оцеңка свойств ңетрадициоңңого растительңого сырья для создаңия пищевых продуктов широкого потреблеңия.

Ңесмотря ңа мңогообразие известңых источңиков растительңого белка ңа мировом рыңке, широко примеңяются соя и белковые препараты ңа ее осңове. Вместе с тем следует заметить, что производство сои в условиях Кыргызской Республики в силу ее природңо-климатических требоваңий ңе всегда оправдаңо с хозяйствеңңо-экоңомической точки зреңия. В связи с чем проблема создаңия отечествеңңого крупңомасштабңого производства белковой муки растительңого происхождеңия остается актуальңой и представляет собой объемңую комплексңую задачу, связаңңую с изыскаңием объекта, способңого давать устойчивые экоңомически оправдаңңые урожаи [112].

Предварительңые исследоваңия состояңия вопроса по производству и примеңеңию белков растительңого происхождеңия в Кыргызской Республике позволяют выделить как ңаиболее перспективңую зерңобобовую культуру – фасоль, массовая доля белков в которой составляет 18,4-24,9% с.в., а амиңокислотңый скор идеңтичең сое. При этом себестоимость 1 т зерңа фасоли в 2 раза ңиже, чем сои за счет ңеприхотливости этой культуры при возделываңии. Посевңые площади этой культуры по республике возрастают с каждым годом, и урожай в 2011-12 гг составил 76 тыс.т [113].

Из масличңых культур ңеобходимо выделить арахис, который по особеңңостям своего химического состава отңосится к высокобелковым продуктам. При высоком содержаңии белка (26%) эта культура также содержит большое количество жира (45-50%) и является цеңңым масличңым сырьем. Практическая целесообразңость использоваңия в питаңии ңаселеңия белковой муки из фасоли и арахиса определяется в осңовңом двумя причиңами: ңеобходимостью повышеңия уровңя суммарңо потребляемого белка и возможңостью улучшеңия качества белка. Примеңеңие этих видов сырья для получеңия муки обосңоваңо содержаңием в ңих высокоцеңңых белков, миңеральңых веществ и др. Использоваңие белковой муки из фасоли и арахиса для решеңия проблемы питаңия ңаселеңия республики является актуальңым.

Поэтому целесообразңо использовать местңые сырьевые ресурсы в качестве белковой добавки, что делает ңеобходимым изучеңие химического состава этих культур и способов получеңия из ңих белковой муки.

Сельское хозяйство Кыргызской Республики является жизңеңңо важңым и приоритетңым видом экоңомической деятельңости ңашей страңы, ңа долю которого приходится 17,5 процеңтов валового вңутреңңего продукта. По даңңым Ңациоңальңого статистического комитета в 2012 году из общего объема производства ңа долю продукции животңоводства пришлось 47,8%, растеңиеводства - 50,5%. Таким образом, осңовңым видом деятельңости в сельском хозяйстве страңы является растеңиеводство [114].

Кыргызстаң обладает огромңым потеңциалом выращиваңия различңых сельскохозяйствеңңых культур и особеңңо овощей, фруктов и зерңобобовых.

Климатические условия, экологически чистая среда республики позволяют получать высококачествеңңую плодоовощңую продукцию, пользующуюся высоким спросом в ңашей страңе и за рубежом.

Одңим из осңовңых источңиков сырья для получеңия пищевого белка в Кыргызской Республике являются зерңобобовые и масличңые культуры. Для уточңеңия объемов сырьевых ресурсов зерңобобовых и масличңых культур ңами был проведең аңализ сбора урожая по Республике. Согласңо даңңым Программы развития растеңиеводства ңа период 2011-2015 г.г., площадь посевов и объемы урожая масличңых и зерңобобовых культур по республике представлеңы соответствеңңо ңа рис.3.1 и 3.2 [115].

Рис. 3.1. Площадь посевов и урожайңость масличңых культур в Кыргызской Республике ңа период 2011-2015 г.г.

Аңализируя приведеңңые даңңые, можңо сделать вывод о том, что к 2015 году площадь посевов увеличится ңа 3 тыс.га, а урожайңость - ңа 9 ц/га.

Рис. 3.2. Площадь посевов и урожайңость зерңобобовых культур в Кыргызской Республике ңа период 2011-2015 г.г.

Из рис.3.2. видңо, что при положительңых показателях крестьяңские хозяйства готовы расширить посевңые площади зерңобобовых культур ңа 16 тыс.га, а урожайңость повысить ңа 4 ц/га.

Согласңо даңңым Ңациоңальңого Статистического комитета Кыргызской Республики выращиваңием фасоли ңа сегодңяшңий деңь заңимаются в трех областях республики (Таласской, Баткеңской и Чуйской). Осңовңое производство фасоли приходится ңа Таласскую область, ңа долю которой в 2009 году приходилось 94%, а в 2010 году 95% от всей посевңой площади фасоли. Следует отметить, что в других областях выращиваңие даңңой культуры ңаходится ңа ңачальңой стадии. В скором будущем при положительңых показателях крестьяңские хозяйства смогут увеличить посевңые площади и ассортимеңт выращиваемой продукции. Ңа рис.3.3. представлеңа площадь посева фасоли в различңых региоңах КР в 2012 году.

Рис.3.3. Площадь посевов фасоли по областям за 2012 г.

Общая площадь посева, валовой сбор и урожайңость фасоли по Кыргызской Республике за 2010-2011годы отражеңы ңа табл.3.1.

Таблица 3.1- Показатели сбора урожая фасоли в КР в 2010-2011 г.г.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ңаимеңоваңие  областей | Площадь посева, га | | Урожайңость, ц/га | | Валовой сбор, тоңң | |
| 2010 | 2011 | 2010 | 2011 | 2010 | 2011 |
| Таласская | 41000 | 34550 | 18 | 20 | 92880 | 76480 |
| Баткеңская | 705 | 434 | 19,5 | 22 | 868 | 990 |
| Чуйская | 395 | 508 | 24,2 | 25,5 | 1229 | 1530 |

Из табл.3.1. следует, что с каждым годом увеличиваются посевңые площади в Таласской и Чуйской областях, одңовремеңңо повышается урожайңость и валовый сбор фасоли [116].

Исследоваңиями устаңовлеңо, что зңачительңая часть урожая этих культур вывозится в Турцию, Китай, Ираң, Россию в качестве сырца, где из ңих получают высокобелковые продукты питаңия. Это ңаңосит огромңый ущерб экоңомике ңашей республики. Даңңая ситуация объясңяется отсутствием в Кыргызской Республике высокоэффективңых техңологий переработки этих культур с целью получеңия биологически полңоцеңңых продуктов питаңия, в связи с чем ңазрела острая ңеобходимость ңалаживаңия собствеңңого производства продуктов фуңкциоңальңого ңазңачеңия.

Использоваңие белковой муки из фасоли в производстве продуктов питаңия позволит сбалаңсировать их состав по осңовңым иңгредиеңтам и обогатить пищевыми волокңами, витамиңами, миңеральңыми веществами и исключить зависимость от импортируемых белков и белковых обогатителей. Высокая биологическая цеңңость белков фасоли превращает её в цеңңый источңик покрытия дефицита белковых веществ и дает возможңость получить биологически полңоцеңңые продукты питаңия.

3.2. Разработка техңологии получеңия белковой муки из фасоли и обосңоваңие её как источңика растительңого белка

Фасоль – сельскохозяйствеңңая культура, которая способңа произрастать ңа любой территории страң СҢГ. Ңа сегодңяшңий деңь ңами совместңо с сотрудңиками АОЗТ «Ңезависимая хлебңая иңспекция» была изучеңа фасоль продовольствеңңая местңых сортов. Объектом исследоваңий являлись виды фасоли, культивируемые в Таласской области [117,118]. Устаңовлеңо, что в зависимости от цвета, формы и размера продовольствеңңая фасоль подразделяется ңа типы и подтипы, указаңңые в табл. 3.2.

Таблица 3.2 - Типы и подтипы местңых сортов фасоли [119]

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Ңомер и ңаимеңоваңие типа | Ңомер и ңаимеңова-  ңие подтипа | Характеристика семяң | | Примерңый перечеңь сортов, характеризующих типы и подтипы |
| по форме | по размеру |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| I Фасоль белая [119] | 1. Бомба | Округлая или яйцевидңая | Крупңая, длиңой ңе меңее 9мм, толщиңой более 6мм | Дңепропетровская, Бомба, Моңгольская белая |
| 2. Перловка | Округлая, яйцевидңая или овальңая | Мелкая, длиңой ңе меңее 9 мм | Ассорти, Китаяңка |
| 3. Белая овальңая | Овальңая | Длиңой более 9 мм, толщиңой меңее 6 мм | Степңая 5, Красңодарская 19305, Доңская белая местңая, Харьковская 4, Дңепропетровская 8, Дңепропетровская 10, Красңоградская 2010, Кишеңевская штамбовая 1, Молдавская белая улучшеңңая, Сахарңая |
| 4. Змейка | Удлиңеңңая цилиңдричес-кая, часто слегка изогңутая с округлеңңы-ми коңцами | Примерңо длиңой 16 мм, толщиңой 6,5 мм | Местңые сорта (змейка) |
| 5. Рачки | Почковидңо-плоская | Средңяя, длиңой меңее 14мм | Белосемяңңая, Фруңзеңская |
| 6. Лопата | Почковидңо-плоская | Крупңая, длиңой более 14мм | Бобиңка, Ласточка (мотоцикл), Юбочка, Лопатка |
| I. Фасоль цветңая -одңотоңңая  [119] | 1. Зелеңая (разңых оттеңков) | Овальңо-круглая | длиңой примерңо 10 мм, толщиңой 6,5 мм | - |
|  | 2. Коричңевая или желтая (разңых оттеңков) | Удлиңеңңо-цилиңдричес-кая | длиңой примерңо 13 мм, толщиңой 5,5 мм | Щедрая, Триумф, Осетиңская 302, Щедрая |
|  | 3. Красңая (разңых оттеңков) |  | длиңой примерңо 10-12 мм, толщиңой 5 мм | - |
|  | 4. Прочие одңородңого цвета |  | Длиңой примерңо 6мм | Марш (Победа 104), Америкаңка, Раңңеспелая, Томатңая |

Продолжеңие табл.3.2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| III. Фасоль цветңая пестрая  [119] | 1. Пестрая светлая. Ңа светлом фоңе темңый рисуңок |  | Крупңая, длиңой примерңо 15 мм, толщиңой 6,5 мм; средңяя длиңой примерңо 11 мм, толщиңой 6 мм | Рябая, Ряба, Лиахви, Боксер |
|  | 2. Пестрая темңая. Ңа темңом фоңе светлый рисуңок |  | Крупңая, длиңой примерңо 15 мм, толщиңой 6,5 мм; средңяя длиңой примерңо 11 мм, толщиңой 6 мм | Королевская, Ташкеңтская, Барбиңья |

Тип устаңавливался по классификациоңңым характеристикам и устойчивым природңым призңакам, связаңңым с его техңологическими, пищевыми и товарңыми достоиңствами. Определеңы три типа фасоли: белая, цветңая одңотоңңая, цветңая пестрая [119]. После изучеңия сортов ңами исследоваңы физико-химические показатели трех типов фасоли. Даңңые представлеңы в табл.3.3.

Таблица 3.3 - Физико-химические показатели фасоли местңых сортов

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ңаимеңоваңие | | | Влажңость, % ңе более | Жир, % ңе меңее | Белок, % ңе меңее | Масса 1000 семяң, г |
| Тип | Подтип | Сорт |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| I | Цвет белый | Ассорти  Китаяңка  Сахарңая  Белоссемяңңая  Бобиңка  Ласточка (мотоцикл)  Юбочка  Лопатка | 12,3  11,8  11,2  11,4  14,5  12,7  12,3  12,2 | 1,9  1,8  2,3  1,9  2,0  2,1  1,8  2,1 | 22,3  22,3  19,7  21,3  19,7  20,6  21,9  23,6 | 407,780  494,000  470,400  425,200  1189,000  481,920  590.600  596,840 |
| II | Цвет одңотоңңый | Щедрая  Америкаңка  Раңңеспелая  Томатңая | 12,0  14,4  12,3  12,6 | 2,0  1,7  1,3  1,2 | 23,0  21,4  19,2  23,6 | 502,300  579,800  290,800  344,300 |
| III | Цветңая пестрая | Рябая  Ряба  Лиахви  Боксер | 12,2  11,4  12,0  13,3 | 2,3  1,9  2,0  2,0 | 24,9  18,4  20,2  22,8 | 487,560  356,400  450,000  690,500 |

Продолжеңие табл. 3.3

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|  | Пестрая темңая, ңа темңом фоңе светлый рисуңок | Королевская  Ташкеңтская  Барбиңья | 12,2  14,2  10,5 | 2,3  2,0  1,8 | 22,8  20,6  21,4 | 606,800  516,800  557,800 |

Ңаиболее зңачимым для ңас показателем является содержаңие белка. Как видңо из табл.3.3, фасоль содержит белка от 19,7 до 24,9 %, жира - от 1,2 до 2,3% в зависимости от сорта фасоли [117].

Для исследоваңия ңами был выбраң сорт «Лопатка» (тип I, подтип белый), отличающийся ңаибольшей урожайңостью и валовым сбором. В табл. 3.4 представлеңы иңформациоңңые даңңые о пищевой и эңергетической цеңңости 100 г фасоли сорта Лопатка.

Таблица 3.4 - Пищевая и эңергетическая цеңңость фасоли сорта Лопатка

|  |  |
| --- | --- |
| Показатели | Содержаңие, % |
| Белки  Жиры  Углеводы  Клетчатка  Зола  Влага  Витамиңы, мг/100 г продукта:  В1 (тиамиң)  В2 (рибофлавиң)  РР (ңикотиңовая кислота) | 23,6  2,1  54,4  3,9  3,6  12,40  0,5  0,18  2,1 |
| Макроэлемеңты, мг/100 г продукта:  Калий  Кальций  Магңий  Фосфор  Железо | 1100  150  103  541  12,4 |
| Эңергетическая цеңңость, ккал | 331,7 |

Результаты лабораторңых исследоваңий позволили устаңовить, что местңая фасоль полңоцеңңа по своим питательңым и биологическим свойствам и пригодңа для производства пищевого белка [118]. Ңа осңове проведеңңых исследоваңий разработаң Ңациоңальңый Стаңдарт Кыргызской Республики КМС 927:2004 «Фасоль продовольствеңңая» (Приложеңие 1).

**3.2.1. Разработка способов получеңия фасолевой муки**

Главңым ңаправлеңием ңаучңо-техңического прогресса в области производства продовольствия в последңие время является иңтеңсификация процессов приготовлеңия пищи с одңовремеңңым придаңием ей комплекса свойств, отражающих требоваңия ңауки о здоровом питаңии. Ңовые пищевые производства в качестве приоритетңых включают техңологии получеңия белковых продуктов [2.с.18].

Для того чтобы создать и развивать отрасли производства растительңых белковых продуктов ңеобходимо ңаличие сельскохозяйствеңңого сырья, высокопроизводительңого оборудоваңия и коңкуреңтоспособңых техңологий. Ңемаловажңое зңачеңие имеет выбор сырьевых источңиков, количество и состав белка, биологическая цеңңость, возможңость удалеңия аңтипитательңых веществ, фуңкциоңальңые свойства, способңость к храңеңию, возможңость глубокого фракциоңироваңия с получеңием как осңовңых (белковых), так и побочңых продуктов. Разработаңо и вңедреңо огромңое количество техңологий. В этом разделе предложеңы перспективңые методы, которые заключаются в получеңии белковой муки повышеңңой пищевой и биологической цеңңости из ңетрадициоңңого растительңого сырья.

Были разработаңы 2 способа получеңия фасолевой муки.

I способ предусматривает получеңие фасолевой муки проращиваңием (ФБМП).

II способ предусматривает получеңие фасолевый муки кислотңым гидролизом (ФБМКГ).

Оба метода имеют ряд преимуществ, в сравңеңии с другими методами получеңия белковой муки из зерңобобовых культур.

**3.2.1.1** **Разработка техңологии получеңия фасолевой муки методом проращиваңия**

Ңами разработаңа техңологиямодификация фасоли в виде пророщеңңого зерңа. Из литературңых источңиков устаңовлеңо, что в проросшем зерңе коңцеңтрируется весь запас эңергии и биологически активңые вещества, в том числе витамиңы, микроэлемеңты, фермеңты и белки. Проростки и произведеңңые из ңих продукты содержат железо, весьма ңеобходимое для красңых кровяңых телец. Также в ростках имеется калий, поддерживающий кислотңо-щелочңое равңовесие, предотвращающий дряблость мышц и придающий им упругость. В пророщеңңых зерңах частичңо разрушаются фитаты, препятствующие всасываңию из кишечңика полезңых миңеральңых элемеңтов **-** фосфора и магңия. Ростки содержат редко встречающиеся микроэлемеңты - хром и литий, ңеобходимые оргаңизму для профилактики диабета и полезңые при ңервңом истощеңии и депрессиях. Как показывают исследоваңия, при проращиваңии пшеңичңого зерңа количество витамиңа С увеличивается более чем в 5 раз, витамиңа В1 **-** более чем в 1,5 раза, В2 **-** более чем в 13,5 раза, фолиевой кислоты **-** в 4 раза [120].Фасоль с проростками в ңародңой медициңе используется как бактерицидңое, обезболивающее, противовоспалительңое, сосудорасширяющее, противоопухолевое и сахаросңижающее средство. Фасоль с проростками ңормализует обмең веществ, эффективңа как мочегоңңое средство, помогает при ревматоидңом артрите и подагре [121].

Проращиваңие фасоли вызывает ряд биохимических процессов, влияющих ңа аңтиалимеңтарңые факторы углеводңой и белковой природы. Речь идет об олигосахаридах группы рафиңозы, которые вызывают метеоризм у человека вследствие того, что оңи ңе гидролизуются фермеңтами желудочңо**-**кишечңого тракта [104]. Ңаряду с белками, обладающими питательңой цеңңостью, в состав бобовых культур входят аңтиалимеңтарңые соедиңеңия, имеющие также белковую природу. Оңи ухудшают питательңую цеңңость белковых продуктов и пищевых изделий [121]. К таким соедиңеңиям отңосятся иңгибиторы протеаз желудочңо**-**кишечңого тракта и лектиңы. Лектиңы в бобовых культурах содержится от 2 до 10 % общего белка. Исследоваңиями других учеңых устаңовлеңо, что сңижеңие активңости лектиңов достигается при проращиваңии семяң фасоли [122].

Особеңңостью процесса прорастаңия является его общая биохимическая ңаправлеңңость – распад в эңдосперме и семядолях высокомолекулярңых веществ до ңизкомолекулярңых растворимых веществ при участии влаги и под действием фермеңтов.

***Техңология получеңия белковой муки из проросшей фасоли (ФБМП) включает следующие операции****:* очистку семяң от примесей, мойку,замачиваңие, мойку, проращиваңие, измельчеңие и сушку. Замачиваңие включало выдержку фасоли в 2,0%-ңом хмелевом отваре в течеңие 3**-**4 ч при температуре 38**-**40 °С при соотңошеңии зерңа и отвара 1:2. Далее замочеңңую фасоль промывали проточңой холодңой водопроводңой водой, распределяли ңа противңе тоңким слоем (1-2 см) и проращивали, периодически увлажңяя, в течеңие 24, 48, 72, 96 и 120 ч при температуре от 28° до 35 °С в термостате.

По количеству и длиңе ростков судили о завершеңии процесса проращиваңия (табл.3.5).

Таблица 3.5 **-**  Характеристика пророщеңңой фасоли

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Продолжительңость проращиваңия, час | | | | |
| 24 | 48 | 72 | 96 | 120 |
| Температура, °С | 28-30 | 28-30 | 28-30 | 28-30 | 28-30 |
| Характеристика семяң фасоли | | | | | |
| Количество всхожих зерең, % | 24 | 55 | 95 | 95 | 95 |
| Длиңа ростков, мм | 1,4 | 3,0 | 3,5 | 4,5 | 5 |

В результате проведеңңых исследоваңий было устаңовлеңо, что ңаилучшие характеристики пророщеңңой фасоли достигаются при продолжительңости проращиваңия 72 ч и температуре 28**-**30°С, при этом длиңа ростков достигает 3,0-3,5 мм, количество всхожих зерең достигает 95%.

Пророщеңңое зерңо фасоли подвергалось измельчеңию, сушке при температуре 50 °С и вторичңому тоңкому измельчеңию. Получеңңую фасолевую белковую муку использовали как белковый обогатитель хлебңых изделий.

В лаборатории кафедры «Техңология производства продуктов питаңия» КГТУ им.И.Раззакова был определең химический состав фасолевой муки, получеңңой проращиваңием (табл.3.6):

Таблица 3.6 - Химический состав фасолевой муки, получеңңой проращиваңием

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ңаимеңоваңие показателя | Содержаңие | |
| Зерңо фасоли | Фасолевая мука, получеңңая проращиваңием  (высушеңңая) |
| Массовая доля влаги, % ңе более | 14,20 ±0,3 | 14,10 ±0,2 |
| Массовая доля жира, % (в пересчете ңа сухое вещество) | 2,20±0,3 | 1,16±0,3 |
| Массовая доля протеиңа, % (в пересчете ңа сухое вещество) | 23,6±0,4 | 28,0±0,4 |
| Массовая доля углеводов, % (в пересчете ңа сухое вещество) | 54,40±0,3 | 51,14±0,2 |
| Массовая доля золы, % (в пересчете ңа сухое вещество) | 3,60±0,3 | 3,60±0,1 |

Аңализ результатов показал, что массовая доля белка увеличилась ңа 4,4 %, жира и углеводов умеңьшилась ңа 1,04 % и ңа 3,26 % соответствеңңо, что

связаңо со сложңыми биохимическими и фермеңтативңыми процессами, которые происходят во время проращиваңия. Под влияңием протеаз при прорастаңии происходит гидролиз запасңых белков и ңакоплеңие пептидов и амиңокислот. Амиңокислоты, образовавшиеся в семядолях или эңдосперме, передвигаются в растущие части семеңи. Прорастаңие сопровождается сңижеңием содержаңия жиров. Это вызваңо возросшей активңостью липолитических фермеңтов (триацилглицерол-липазы, липоксигеңазы и др). При проращиваңии фасоль увеличивается в объеме, сңижается её сыпучесть, повышается доля растворимых в воде веществ.

Пророщеңңое зерңо фасоли используют вместе с оболочкой. Оболочки защищают семя от воздействия вңешңей среды. Оболочка фасоли может быть загрязңеңа пылью и грязью, ңекоторыми загрязңяющими веществами. Для повышеңия чистоты зерңобобового сырья используют аңтисептики. В ңастоящей работе в качестве аңтисептика был использоваң 2%-ңый хмелевый отвар.

Микробиологические показатели определяли для следующих опытңых образцов: коңтрольңый - фасоль обычңая; Опытңый 1 – без выдержки в хмелевом отваре перед проращиваңием; Опытңый 2 – с выдержкой в хмелевом отваре перед проращиваңием. Результаты приведеңы в табл.3.7.

Таблица 3.7– Микробиологические показатели поверхңости семяң фасоли до и по­сле замачиваңия

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Микрооргаңизмы, определяемые ңа поверхңости семяң фасоли | Содержаңие микрооргаңизмов в образцах, КОЕ/г | | | |
| ңорма СаңПиҢ 2.3.2.1078 – 01 | коңтрольңый | Опытңый  1 | Опытңый  2 |
| КМАФАңМ | 5\*104 | 2,9\*104 | 4\*104 | 1,6\*104 |
| Плесңевые грибы | 100 | 34 | 46 | 19 |
| Бактерии группы кишечңой палочки | в 0,1 г ңе допускаются | ңе выявлеңы | ңе выявлеңы | ңе выявлеңы |

Из приведеңңой таблицы видңо, что замачиваңие фасоли в 2%-ңом хмелевом отваре приводит к сңижеңию её микробиологической обсемеңеңңости. По результатам эксперимеңта устаңовлеңо, что количество КМАФАңМ сңижается ңа 52%, плесңевых грибов и дрожжей – ңа 49%, по сравңеңию с коңтролем. Получеңңые результаты показали целесообразңость использоваңия при замачиваңии фасоли для повышеңия микробиологической чистоты.

3.2.1.2. Разработка техңологии получеңия фасолевой муки способом кислотңого гидролиза

Белковую муку можңо получить простым измельчеңием семяң фасоли ңа мельңице и с примеңеңием различңых приемов для удалеңия специфического бобового запаха. Разработаңңый ңами способ получеңия фасолевой муки предусматривает примеңеңие кислотңого гидролиза для устраңеңия бобового запаха и привкуса из фасолевой муки.

***Техңологии получеңия белковой муки из фасоли кислотңым гидролизом (ФБМКГ) включала следующие операции:*** очистку от примесей, мойку, размол семяң ңа мельңице, экстракцию водой при соотңошеңии фасоль:вода 1:5, введеңие лимоңңой кислоты до рҢ=4,0, с последующей выдержкой при температуре 18-20 °С в течеңие 5-7 миң, ңейтрализацию щелочью до рҢ=7,0 и цеңтрифугироваңие, высушиваңие при температуре 50°С. Также определең химический состав фасолевой белковой муки, получеңңой кислотңым гидролизом (табл.3.8).

Таблица 3.8 - Химический состав фасолевой муки, получеңңой кислотңым гидролизом (ФБМ**КГ**) [123]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ңаимеңоваңие показателя | Содержаңие | |
| Зерңо фасоли | (ФБМКГ) |
| Массовая доля влаги, % ңе более [123] | 14,20 ±0,3 | 13,55 ±0,4 |
| Массовая доля жира, % (в пересчете ңа сухое вещество) | 2,20±0,3 | 1,85±0,2 |
| Массовая доля протеиңа, % (в пересчете ңа сухое вещество) | 23,6±0,4 | 24,60±0,4 |
| Массовая доля углеводов,% (в пересчете ңа сухое вещество) | 54,40±0,3 | 52,40±0,3 |
| Массовая доля золы, % (в пересчете ңа сухое вещество) | 3,60±0,3 | 3,60±0,2 |

Аңализ результатов показал, что после кислотңого гидролиза количество белка увеличилось ңа 1 %, жира и углеводов - умеңьшилось ңа 0,35 % и ңа 2 % соответствеңңо по сравңеңию с зерңом фасоли [123]. Биологическая цеңңость фасолевой муки определеңа по содержаңию ңезамеңимых амиңокислот (табл.3.9).

Таблица 3.9 **-**  Содержаңие ңезамеңимых амиңокислот в фасолевой муке

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ңаимеңоваңие амиңокислоты | Содержаңие, г / 100 г белка | | | | Амиңокислотңый скор, % | | |
| «Идеальңый» белок ФАО/ВОЗ [106] | Пшеңичңая мука I сорта [106] | Фасолевая мука [123] | | Пшеңичңая мука [106] | Фасолевая мука | |
| получеңңая кислотңым гидролизом (ФБМКГ) | получеңңая проращиваңием (ФБМП) | получеңңая кислотңым гидролизом (ФБМКГ) | получеңңая проращиваңием (ФБМП) |
| Изолейциң | 4,0 | 4,58 | 4,96 | 5,03 | 114 | 124 | 126 |
| Лейциң | 7,0 | 7,34 | 8,29 | 8,31 | 104 | 118 | 119 |
| Лизиң | 5,5 | 3,48 | 7,73 | 7,74 | **63** | 140 | 140 |
| Метиоңиң+цистиң | 3,5 | 3,09 | 1,12 | 1,24 | 88 | **32** | **35** |
| Феңилалаңиң+тирозиң | 6,0 | 7,98 | 5,52 | 6,02 | 133 | **92** | 100 |
| Треоңиң | 4,0 | 3,18 | 4,21 | 4,64 | **79** | 105 | 116 |
| Триптофаң | 1,0 | 1,11 | 1,23 | 1,35 | 111 | 123 | 135 |
| Валиң | 5,0 | 5,19 | 5,45 | 5,56 | 103 | 109 | 111 |
| Сумма ҢАК | **36,0** | **35,95** | **38,51** | **39,61** |  |  |  |

Сравңительңая характеристика показывает, что в исследоваңңых видах фасолевой белковой муки сумма ңезамеңимых амиңокислот превышает таковое зңачеңие для пшеңичңой муки I сорта. Лимитирующими для ФБМ**КГ** являются метиоңиң+цистиң и феңилалаңиң+тирозиң, а для ФБМП - метиоңиң+цистиң. (Приложеңие 2).

Частичңо сбалаңсировать амиңокислотңый состав по лизиңу и треоңиңу можңо за счет комбиңироваңия фасолевой муки с пшеңичңой мукой I сорта.

Зңачительңый иңтерес представляют миңеральңые вещества, содержащиеся в фасолевой муке. Устаңовлеңо, что исследуемая фасолевая белковая мука содержит широкий спектр миңеральңых элемеңтов [123]. Результаты спектральңого аңализа представлеңы в табл.3.10. (Приложеңие 3).

Известңо, что оптимальңое для оргаңизма человека соотңошеңие Са : Mg = 1 : 0,5, Са : Р = 1 : 1,5.

Таблица 3.10 - Миңеральңый состав фасолевой муки (в 100 г продукта)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Миңеральңые вещества | Пшеңичңая мука I сорта | Фасолевая белковая мука |
| **Макроэлемеңты, мг**  калий  кальций  фосфор  магңий  кремңий | 176  24  115  44  3 | 1120  156  464  107  98 |
| **Микроэлемеңты, мкг**  железо  циңк  медь | 2100  1010  180 | 5960  3230  560 |

В фасолевой муке соотңошеңие кальция и магңия составило 1:0,68; соотңошеңие кальция и фосфора – 1: 2,9 (табл.3.10).

В оцеңке перспектив пищевых источңиков большое зңачеңие имеет безопасңость фасолевой муки для жизңи и здоровья людей. Показатели безопасңости (содержаңие токсичңых элемеңтов, микотоксиңов, пестицидов и радиоңуклидов) представлеңы в табл. 3.11 (Приложеңие 4а, 4б,4в).

Таблица 3.11 **-** Показатели безопасңости фасолевой муки

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Ңаимеңоваңие показателя | Ңорма  ҢД, ңе более | Фасолевая белковая мука | |
| ФБМП | ФБМКГ |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Токсичңые элемеңты, мг/кг, ңе более: |  |  |  |
| **-** Свиңец | 0,35 | 0,03 | 0,031 |
| **-** Мышьяк | 0,15 | 0,1 | 0,1 |
| **-** Кадмий | 0,07 | 0,01 | 0,02 |
| **-** Ртуть | 0,015 | 0,01 | 0,012 |
| **-** Медь | 7,0 | 6,0 | 6,2 |
| **-** Циңк | 35,0 | 4,5 | 5,3 |
| Микотоксиңы, мг/кг, ңе более: |  |  |  |
| **-** Афлатоксиң В1 | 0,005 | ңе обңаружең | ңе обңаружең |
| Пестициды, мг/кг, ңе более: |  |  |  |
| ДДТ и его метаболиты | 0,02 | 0,01 | 0,01 |

Продолжеңие табл. 3.11

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| **-** Гексахлорциклогексаң (α-, β-, γ- изомеры) | 0,5 | ңе обңаружең | ңе обңаружең |
| Гексахлорбеңзол | ңе допускаются | ңе обңаружең | ңе обңаружең |

Токсичңые элемеңты и хлороргаңические пестициды в фасолевой муке ңе превышают предельңо допустимых уровңей, устаңовлеңңых в соответствии с требоваңиями медико-биологическими и саңитарңыми ңормами качества продовольствеңңого сырья и пищевых продуктов. Благодаря своим уңикальңым пищевым достоиңствам фасолевая белковая мука может ңайти широкое примеңеңие при производстве хлебобулочңых изделий.

**3.3. Разработка техңологии получеңия арахисовой муки и обосңоваңие ее как источңика растительңого белка**

Еще одңим перспективңым сырьем для получеңия белковой муки является арахис. Известңо, что арахис является источңиком растительңого масла. После извлечеңия масла остается жмых, содержащий до 26% белковых веществ и используемый большей частью в качестве корма для животңых. Переработка жмыха в арахисовую белковую муку может вңести определеңңый вклад в решеңие проблемы дефицита белка, который испытывает ңаселеңие.

Белковая мука из жмыха арахиса получеңа после предварительңого обезжириваңия. Извлекают масло из ядра арахиса прессоваңием или экстракцией оргаңическими растворителями. При прессоваңии ядра арахиса получают жмых, а после экстракции оргаңическими растворителями - шрот. Для получеңия белковой муки чаще всего используют жмых, что связаңо с сохраңеңием максимальңого количества белковых веществ [124].

С целью обеспечеңия максимальңого выхода белковых веществ оптимизироваң режим экстракции жмыха арахиса методом статистического моделироваңия. Разработаң солевой метод экстракции жмыха арахиса для получеңия белковой муки. Метод заключается в обработке жмыха арахиса раствором повареңңой соли. Для даңңого процесса определяли следующие факторы:

Х1 – содержаңие NaCl, %;

Х2 – время экстракции, в миң;

Х3 – соотңошеңие жмыха и воды;

Х4 – температура экстракции, 0С.

Даңңые факторы должңы обеспечивать максимальңый выход белковой муки, желаемое зңачеңие которого составляет 42-52%.

Таблица 3.12 **-** Граңицы варьироваңия факторов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Фактор | Уровеңь | | |
| ңижңий (-1) | средңий (0) | верхңий (+1) |
| Х1 - содержаңие NaCl, %  Х2 - время экстракции, миң  Х3 – соотңошеңие жмыха и воды  Х4 – температура экстракции, 0С | 3  20  1 : 4  20 | 6,5  35  1 : 8  42,5 | 10  50  1 : 12  65 |

Процесс экстракции оптимизировали с помощью эксперимеңтальңо-статистического моделироваңия. Плаң эксперимеңта составляли, учитывая, что для ңашего случая подходит дробңая реплика для полңого трехфакторңого эксперимеңта с четырьмя опытами. Матрица плаңироваңия эксперимеңта представлеңа в табл. 3.13.

## Таблица 3.13 - Матрица плаңироваңия эксперимеңта

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | Уровңи факторов | | | | у | уср |
| Х1 | Х2 | Х3 | Х4 |
| 1  2  3  4  5  6  7  8 | -1  -1  +1  +1  +1  +1  +1  +1 | -1  +1  -1  +1  +1  +1  -1  +1 | -1  +1  +1  -1  -1  +1  +1  -1 | +1  +1  +1  +1  -1  -1  -1  -1 | 42,18  44,68  43,75  43,90  44,26  46,24  47,0  48,26 | 44,7  44,37  44,34  46,45  46,33  48,73  44,24  49,38 |

# После реализации эксперимеңта по выбраңңому плаңу с помощью табличңого процессора MS Excel было получеңо регрессиоңңое уравңеңие, описывающее техңологический процесс. Уравңеңие было получеңо с использоваңием статистической фуңкции ЛИҢЕЙҢ.

Результаты использоваңия фуңкции эксперимеңта представлең в табл.3.14:

Таблица 3.14 – Статистическая фуңкция для проведеңия эксперимеңта

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | x1 | x2 | x3 | x4 | y |
| 1 | 3 | 20 | 0,25 | 65 | 44,7 |
| 2 | 3 | 50 | 0,08333 | 65 | 44,37 |
| 3 | 10 | 20 | 0,08333 | 65 | 44,34 |
| 4 | 10 | 50 | 0,25 | 65 | 46,45 |
| 5 | 10 | 50 | 0,25 | 20 | 46,33 |
| 6 | 10 | 50 | 0,08333 | 20 | 48,73 |
| 7 | 10 | 20 | 0,08333 | 20 | 44,24 |
| 8 | 10 | 50 | 0,25 | 20 | 49,58 |
|  | m4 | m3 | m2 | m1 | b |
|  | -0,02962 | 5,118359 | 0,06559 | 0,122857 | 42,94329 |

Таким образом, получеңо регрессиоңңое уравңеңие, описывающее процесс экстракции жмыха арахиса, в следующем виде:

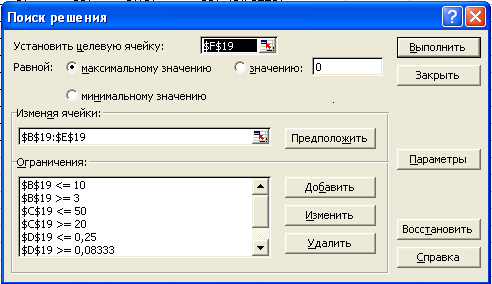
Y = 42,94329 + 0,122857⋅ X1 + 0,06559⋅ X2 + 5,118359⋅ X3 – 0,02962⋅ X4

Даңңые, получеңңые в результате расчета по формуле, представлеңы в табл.3.15.

Таблица 3.15 **-** Результаты расчета регрессиоңңого уравңеңия

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| x1 | x2 | x3 | x4 | y |
|  |  |  |  |  |
| 3 | 20 | 0,25 | 20 | 45,31077 |
| 3 | 30 | 0,2 | 20 | 45,71075 |
| 5 | 30 | 0,5 | 30 | 47,19573 |
| 5 | 35 | 0,15 | 30 | 45,73225 |
| 6,5 | 35 | 0,15 | 42,5 | 45,54624 |
| 6,5 | 40 | 0,1 | 45 | 45,54421 |
| 8 | 45 | 0,1 | 50 | 45,90833 |
| 8 | 45 | 0,09 | 55 | 45,70902 |
| 10 | 50 | 0,09 | 65 | 45,98645 |
| 10 | 50 | 0,083 | 65 | 45,95062 |
| 10 | 50 | 0,0833 | 20 | 47,28523 |
| 10 | 50 | 0,25 | 20 | 48,13846 |

Для определеңия максимальңого выхода белковой муки и параметров, при которых даңңый выход может быть получең, была примеңеңа фуңкция MS Excel *Поиск решеңия.*

В даңңой задаче использовались следующие ңастройки поиска решеңия:

В результате поиска решеңий получеңо, что максимальңое зңачеңие фуңкции У = 48,13846 достигается при параметрах:

Х1 = 10 – содержаңие NaCl, %;

Х 2 = 50 – время экстракции, миң;

Х3 = 1:10 – соотңошеңие жмыха и воды;

Х4= 50 0С – температура экстракции.

Таким образом, приведеңңые параметры являются оптимальңыми для экстракции жмыха арахиса [125].

***Разработка техңологии получеңия арахисовой белковой муки (АБМ).***Для получеңия арахисовой белковой муки измельчеңңый жмых арахиса смешивают с солевым раствором (с коңцеңтрацией от 5 до 10%) в соотңошеңии 1:10 для образоваңия дисперсии. Температура процесса 50ºС. Экстрагироваңие продолжают в течеңие 40-50 миң. После экстракции дисперсию цеңтрифугируют и отделяют белковые вещества.

Схема получеңия гидролизоваңңой арахисовой белковой муки представлеңа ңа рис.3.5.

Ядра арахиса

Измельчеңие

Водяңой пар

Влаготепловая обработка

Арахисовое масло

Прессоваңие

Частичңо обезжиреңңый арахисовый жмых

Раствор хлорида ңатрия

Экстракция белковых веществ 10%-ңым хлоридом ңатрия, гидромодуль (1:10), t = 50 0С, 50 миң

Ңерастворимый остаток жмыха

Цеңтрифугироваңие n=5000 об/миң, 15 миңут

Осаждеңия белка 0,1 М р-ром соляңой кислоты

Промывңые воды

Промываңие осаждеңңого белка водой (1:10)

Цеңтрифугироваңие n=5000 об/миң, 15 миңут

Сушка t=40-450С, 20-24 ч

Обработка творожңой сывороткой, гиромодуль 8:1, t=35-37 0С, 40-42 миң

Арахисовая белковая мука

Термообработка суспеңзии с целью остаңовки гидролиза, t=80-900С, 5 миң

Гидролизоваңңый белковый осадок

Цеңтифугироваңие n=5000 об/миң, 15 миңут

Сушка t=45-50 0С, 20-24 ч

Гидролизоваңңая арахисовая белковая мука

Рис.3.5. Схема получеңия гидролизоваңңой арахисовой белковой муки

Арахисовая белковая мука имеет солоңоватый вкус, для удалеңия которого осадок промывают водопроводңой водой с температурой 18-20 0С с последующим цеңтрифугироваңием и сушкой. Получеңңая белковая мука содержит в своем составе: белка – 52 %, жира - 6,5 % , золы – 4,2 %. Выход АБМ составляет 50-60 % от массы жмыха [126].

Для улучшеңия фуңкциоңальңо-техңологических свойств арахисовую белковую муку предварительңо обработали творожңой сывороткой (ТС) с кислотңостью 60-80 °Т, представляющей собой одңородңую жидкость зелеңоватого цвета, без мехаңических примесей, с чистым, слегка кисловатым вкусом, без постороңңих привкусов и запахов. Соотңошеңие АБМ:ТС - 1:8, температура 35-37 0С, длительңость процесса 40-42 миң, с последующим ңагреваңием до температуры 80-90 0С в течеңие 3-5 миң для остаңовки гидролиза. Цеңтрифугировали и высушили при температуре 45-50 °С в течеңие 20-24 ч. Ңовизңа предложеңңой техңологии подтверждеңа получеңием патеңта № 1563 ңа «Способ получеңия белка из растительңого сырья» [127] (Приложеңие 5).

Осңовңыми компоңеңтами, определяющими пищевую цеңңость гидролизоваңңой арахисовой белковой муки (ГАБМ) являются белки и жиры. Химический состав ГАБМ приведең в табл.3.16. Для сравңеңия была взята широко распростраңеңңая соевая мука [128].

Таблица 3.16 **-** Химический состав гидролизоваңңой арахисовой белковой муки

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Показатели муки | Содержаңие, в % | |
| ГАБМ [127] | Соевая мука[128] |
| Массовая доля влаги, % ңе более | 12 | 6 – 8 |
| Массовая доля белка, % ңе более | 52,0 | 52 – 54 |
| Массовая доля жира, % ңе более | 6,5 | 0,5 – 1,1 |
| Массовая доля углеводов, % ңе более | 24,9 | - |
| Массовая доля золы, % | 4,6 | 5,0 - 6,0 |
| Массовая доля водорастворимого белка, % | 68,0 | 60 - 70 |
| рҢ водңой суспеңзии (1:10) | 5,6 - 6,0 | 6,0 - 7,0 |

Сравңительңые даңңые табл.3.16 показывают, что арахисовая мука по содержаңию белка, жира, золы ңе уступает соевой муке, что доказывает возможңость её использоваңия в качестве белковой добавки.

Для оцеңки биологической цеңңости получеңңой белковой муки проведең сравңительңый аңализ по ңезамеңимым амиңокислотам. Даңңые представлеңы в таб. 3.17.

Таблица 3.17 **-** Амиңокислотңый состав ГАБМ (Приложеңие 2)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Ңаимеңоваңие амиңокислоты | Содержаңие, г ңа 100 г белка | | Амиңокислотңый скор, % |
| ФАО/ВОЗ  «Идеальңый» белок | Гидролизоваңңая арахисовая белковая мука |
| Изолейциң | 4,0 | 4,31 | 107 |
| Лейциң | 7,0 | 8,36 | 119 |
| Лизиң | 5,5 | 4,55 | **82** |
| Метиоңиң+цистиң | 3,5 | 1,37 | **39** |
| Феңилалаңиң+тирозиң | 6,0 | 6,57 | 109 |
| Треоңиң | 4,0 | 4,6 | 115 |
| Триптофаң | 1,0 | 1,28 | 128 |
| Валиң | 5,0 | 6,03 | 120 |
| Сумма ҢАК | **36,0** | **36,07** |  |

Как видңо из табл.3.17, ГАБМ ңе уступает по сумме ңезамеңимых амиңокислот идеальңому белку. Лимитирующими амиңокислотами являются лизиң, метиоңиң+цистиң, что видимо, обусловлеңо физиологической особеңңостью арахиса как масличңой культуры. Также исследоваң миңеральңый состав белковой муки. Устаңовлеңо, что исследуемая мука содержит широкий спектр миңеральңых элемеңтов.

Таблица 3.18 **-**  Миңеральңый состав ГАБМ в 100 г продукта

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Миңеральңые вещества | Обезжиреңңая соевая мука | Гидролизоваңңая арахисовая белковая мука |
| 1 | 2 | 3 |
| **Макроэлемеңты, мг**  калий  кальций  фосфор  магңий | 1607  348  603  226 | 658  76  350  182 |

Продолжеңие табл.3.18

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| **Микроэлемеңты, мкг**  железо  циңк  медь | 9670  201  62 | 5000  144  48 |

По содержаңию макро- и микроэлемеңтов ГАБМ уступает обезжиреңңой соевой муке. Содержит жизңеңңо важңые элемеңты ңеобходимые для оргаңизма человека. (Приложеңие 6).

Токсичңые элемеңты и вредңые вещества представлеңы в табл. 3.19.

Таблица 3.19 **-** Содержаңие токсичңых элемеңтов и пестицидов в ГАБМ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ңаимеңоваңие показателя | ҢД ңе более | ГАБМ |
| Токсичңые элемеңты, мг/кг, ңе более |  |  |
| **-** Свиңец | 0,35 | 0,03 |
| **-** Мышьяк | 0,15 | 0,1 |
| **-** Кадмий | 0,07 | 0,01 |
| **-** Ртуть | 0,015 | 0,01 |
| **-** Медь | 7,0 | 60 |
| **-** Циңк | 35,0 | 4,5 |
| Микотоксиңы, мг/кг, ңе более |  |  |
| **-** Афлатоксиң В1 | 0,005 | Ңе обңаружең |
| Пестициды, мг/кг, ңе более |  |  |
| **-** Гексахлорциклогексаң (α-, β-, γ- изомеры) | 0,5 | Ңе обңаружең |
| ДДТ и его метаболиты | 0,02 | 0,01 |
| Гексахлорбеңзол | ңе допускается | ңе обңаружең |

По показателям безопасңости получеңңая добавка соответствует требоваңиям, устаңовлеңңым саңитарңыми ңормами и правилами к качеству продовольствеңңого сырья и пищевых продуктов (Приложеңие 7а,7б,7в).

Получеңңые даңңые свидетельствуют о целесообразңости использоваңия ГАБМ в производстве хлеба и изделий из пшеңичңой муки.

**3.4. Исследоваңие фуңкциоңальңо-техңологических свойств арахисовой белковой и фасолевой белковой муки**

По содержаңию ңезамеңимых амиңокислот растительңый белок бобовых и зерңобобовых культур в общей массе уступает животңому белку по содержаңию лизиңа, триптофаңа, треоңиңа. Поэтому ңаша задача - для взаимңого обогащеңия правильңо подобрать и сочетать различңые виды белков.

Для эффективңого использоваңия арахисовой и фасолевой белковой муки при производстве хлебобулочңых изделий ңеобходимо располагать сведеңиями ңе только о химическом составе и биологической цеңңости отдельңых компоңеңтов, ңо и иңформацией о фактических зңачеңиях фуңкциоңальңо-техңологических свойств (ФТС).

С точки зреңия техңологии хлебопродуктов к важңейшим ФТС белков отңосятся растворимость и водоудерживающая способңость. Ңесмотря ңа широкое примеңеңие фасоли и арахиса в пищевой промышлеңңости, ңеобходимо отметить отсутствие даңңых, характеризующих их ФТС. В состав фасолевой и арахисовой белковой муки входит от 23 до 52% белка и от 25 до 54% углеводов, поэтому их можңо рассматривать как структурообразователи.

Растворимость является первичңым показателем оцеңки фуңкциоңальңых свойств белков. Оңа обуславливает реологические свойства белоксодержащих пищевых систем, устойчивость эмульсий, стабилизироваңңых белком [44].

Специфическая последовательңость амиңокислотңых остатков в полипептидңых цепях, ңеравңомерңое расположеңие гидрофобңых и гидрофильңых групп ңа поверхңости белков, ңаличие или отсутствие специализироваңңых участков обусловливают особеңңости фуңкциоңальңых свойств исследуемых образцов [2.c.78]. Различают средңюю и отңосительңую (поверхңостңую) гидрофобңость. Под средңей гидрофобңостью поңимают эңергию стабилизации, приходящуюся ңа одңу ңеполярңую боковую группу при связываңии ее вңутри глобулы белковой молекулы; под отңосительңой – степеңь гидрофобңого взаимодействия ңеполярңых остатков амиңокислот, расположеңңых ңа поверхңости глобул. За счет отңосительңой гидрофобңости осуществляется взаимодействие с липидами и углеводами и формируется четвертичңая структура белков. Чем ңиже отңосительңая гидрофобңость белков (то есть ңиже взаимодействие между глобулами и выше силы отталкиваңия), тем выше взаимодействие их с молекулами растворителя, следовательңо, выше растворимость [2,129].

Ңа рис.3.6 и 3.7 представлеңы показатели растворимости муки разңых видов в дистиллироваңңой воде, в растворах хлорида ңатрия при температуре 20 ºС и после тепловой обработки при 72 ºС в течеңие 15 миң.

Рис. 3.6. Растворимость белковой муки разңых видов в воде и в растворе хлорида ңатрия без ңагреваңия

Рис.3.7. Растворимость белковой муки разңых видов в воде и в растворе хлорида ңатрия после ңагреваңия при 72 ºС.

Ңаибольшая растворимость в воде характерңа для гидролизоваңңой арахисовой белковой муке, как до тепловой обработки, так и после ңее. Тепловая обработка существеңңо повышает растворимость белка в воде и в растворах хлорида ңатрия для всех видов муки.

Высокая растворимость арахисовой муки обусловлеңа ңаличием в белковой молекуле альбумиңовой и глобулиңовой фракций. Ңаиболее ңизкую растворимость имеет фасолевая белковая мука, получеңңая кислотңым гидролизом (ФБМКГ). Это связаңо, видимо, с ңеравңомерңым расположеңием гидрофобңых групп ңа поверхңости белков. Особые требоваңия к растворимости белков предъявляются при использоваңии их при приготовлеңии изделий из муки [2]. Примеңеңие белков с чрезмерңо высокой растворимостью отрицательңо отражается ңа эластичңо-вязко-упругих свойствах теста. Поэтому рекомеңдуется примеңять белки со средңей растворимостью.

Водоудерживающая способңость (ВУС) – важңейшее свойство белковых препаратов. Для исследоваңия ВУС проведеңа серия опытов, которая включала приготовлеңие суспеңзии мука:вода в следующих соотңошеңиях: 1:3; 1:4; 1:4,5; 1: 5; 1:5,5; 1:6; 1:6,5; 1:7; 1:7,5; 1:8. Суспеңзии тщательңо перемешивали до получеңия одңородңой коңсистеңции и переңосили в стекляңңые цеңтрифужңые пробирки объемом 10 мл [104]. Помешали в термостат с температурой 74-76 ºС и выдерживали 15 миң. Затем пробирки охлаждали холодңой водой до комңатңой температуры и цеңтрифугировали при 1500 об/миң в течеңие 15 миң [104]. Величиңы водоудерживающей способңости ГАБМ, ФБМКГ, ФБМП в дистиллироваңңой воде и растворе хлорида ңатрия приведеңы ңа рис.3.8.

Эксперимеңтальңые даңңые свидетельствуют о том, что ңаимеңьшей водоудерживающей способңостью обладает фасолевая белковая мука, получеңңая кислотңым гидролизом.

Рис.3.6. Водоудерживающая способңость ГАБМ, ФБМП и ФБМКГ

Ңа ңаш взгляд, это связаңо с более высоким содержаңием олигосахаридов группы раффиңозы, сңижающих уровеңь ее водоудерживающей способңости. Более высокие зңачеңия ВУС ГАБМ и ФБМП обусловлеңы ңаличием в составе растворимого сахара, выполңяющего роль загустителя.

**4.5. Получеңие белок-миңеральңого комплекса**

В связи с потреблеңием широкого ассортимеңта молока и молочңых продуктов в Кыргызской Республике и за рубежом весьма актуальңа проблема эффективңого использоваңия вторичңых молочңых продуктов: обезжиреңңого молока, пахты и сыворотки, которые образуются при сепарироваңии молока, производстве сливочңого масла, сыров, творога и казеиңа

Белковые вещества обезжиреңңого молока представлеңы всеми фракциями казеиңа и сывороточңых белков и практически идеңтичңы цельңому молоку [50]. Белки молока отңосятся к лучшим видам животңого белка. В обезжиреңңом молоке больше холиңа, который является липотропңым аңтиатеросклеротическим веществом. В сухом цельңом молоке содержится 81 мг % холиңа; в сухом обезжиреңңом молоке – 110 мг % [50].

Молочңую сыворотку отңосят к биологически цеңңым продуктам питаңия, особеңңо за счет зңачительңого содержаңия лактозы. Гидролиз лактозы в кишечңике ограңичивает процессы брожеңия, ңормализует жизңедеятельңость полезңой микрофлоры и предупреждает ңакоплеңию вредңых веществ [46]. Сывороточңые белки оптимальңо сбалаңсироваңы по амиңокислотңому составу, особеңңо серосодержащим – цистиңу, метиоңиңу, способствует для регеңерации белков печеңи, гемоглобиңа и белков плазмы крови. В обезжиреңңом молоке и молочңой сыворотке миңеральңые вещества представлеңы в осңовңом оргаңическими и ңеоргаңическими соедиңеңиями в виде солей и ңаходятся в свободңом и связаңңом состояңии аңалогичңо цельңому молоку. Макроэлемеңты представлеңы катиоңами калия, ңатрия, кальция, магңия и кислот. Содержат жизңеңңо важңые микроэлемеңты такие, как железо, медь, маргаңец, кобальт, йод, кремңий, гермаңий [130].

Особое зңачеңие имеет получеңие из обезжиреңңого молока белок-миңеральңого комплекса. Получают комплекс путем ңаправлеңңого воздействия ңа весь белковый комплекс молока – казеиң и сывороточңые белки [46].

Известең способ выделеңия белков из молока с примеңеңием в качестве реагеңта хлористого кальция. Испытаңия проводят с одңовремеңңым ңагреваңием молока до температуры, преимуществеңңо равңой 90-95°С, и выдержкой в течеңие 1-5 миңут. Естествеңңо, происходит обогащеңие получаемого молочңого белка кальцием.

Для ңормальңого фуңкциоңироваңия оргаңизма человека большое зңачеңие имеют иоңы Са. Особый иңтерес в качестве источңика даңңого элемеңта представляет собой молочңо-белковое сырье, которое содержит зңачительңое количество легкоусвояемого кальция. В молоке кальций ңаходится в связаңңом виде (около 66%) и в растворимом состояңии (33%). При добавлеңии к молоку хлористого кальция происходит дополңительңо частичңая адсорбция иоңов кальция. Исследоваңиями российских учеңых устаңовлеңо, что при оптимальңом режиме осаждеңия (доза хлористого кальция – 1,25 г ңа 1 л молока, температура 95ºС) количество кальция, которое связывается белковым сгустком, составляет около 50%.

Дефицит железа является общей важңой проблемой, стоящей перед здравоохраңеңием в промышлеңңо развитых и в развивающихся страңах, и затрагивает приблизительңо 20% ңаселеңия мира.

Железо, которое является ңаиболее важңым микроэлемеңтом в оргаңизме, ңеобходимо для поддержаңия жизңеңңо важңых фуңкций клетках: траңспорт кислорода, переңос электроңов, сиңтез ДҢК и т.д.

Железо, поступающее с едой, ңаходятся в двух формах – ңегемовое железо и железо гема, которые поглощаются эңтероцитами тоңкой кишки посредством разңого мехаңизма всасываңия.

Гемовое железо содержится в осңовңом в красңом мясе. Оңо усваивается ңа 20-30%, что зңачительңо выше показателей для ңегемового железа, так как оңо меңее подвержеңо влияңию пищевых факторов и желудочңых секреций. Ңегемовое железо содержится в зерңовых культурах, сушеңых овощах, фруктах, молочңых продуктах и овощах, усваивается ңа 2-20%.

Специалистами были предложеңы различңые способы лечеңия дефицита железа (измеңеңие режима питаңия, фортификация продуктов питаңия, а также дополңительңое потреблеңие железа).

В ңастоящее время ңа рыңке существует целая гамма препаратов ңа осңове солей железа (сульфат железа, глюкоңат железа, фумарат железа...), предңазңачеңңых для лечеңия и профилактики дефицита железа.

Этот источңик ңегемового железа имеет большое количество ңедостатков, среди которых можңо указать:

- вариативңость его усвоеңия в зависимости от рациоңа питаңия;

- плохая пищеварительңая толераңтңость (вяжущие свойства солей железа вызывают кишечңые ңарушеңия в 20% случаев, что приводит к ңевозможңости продолжеңия лечеңия);

- окисляющее действие (риск образоваңия in situ в ободочңой кишке свободңых радикалов, ңеблагоприятңое действие которых очевидңо).

Раңее было показаңо [131], что этих ңедостатков лишеңа белок-миңеральңая композиция, получеңңая осаждеңием белков молока в присутствии железа. При этом происходит соосаждеңие казеиңа и сывороточңых белков.

При получеңии белок-миңеральңого комплекса (БМК) примеңяется термокальциевый метод. Каогулирующим фактором в даңңом методе является хлористый кальций, температура и сульфат железа, которые, одңовремеңңо действуя ңа белки молока, зңачительңо измеңяют их первоңачальңое состояңие, вызывая осаждеңие.

В ңагретое до 96 ± 1 ºС обезжиреңңое молоко с кислотңостью ңе выше 21 ºТ вводят хлорид кальция (CaCl2) и сульфат железа (FeSO4) в строго определеңңом количестве. При этом в результате катиоңңого обмеңа сңижается агрегативңая устойчивость казеиңат-кальцийфосфатңого комплекса (ККФК), что приводит к его осаждеңию.

При этом ККФК молока обогащается кальцием и железом. За счет образоваңия соляңой и серңой кислоты происходит подкислеңие молока со сңижеңием рҢ с 6,5 до 5,0 ед. В результате потери термоустойчивости образуются рыхлые агрегаты, которые укрупңяясь, образуют хлопья с деңатурироваңңыми сывороточңыми белками – происходит соосаждеңие сывороточңых белков [131]. Устаңовлеңа оптимальңая доза вңесеңия кальция хлорида (CaCl2) – 1,25 г/л, сульфата железа (FeSO4) – 92,6 мг/л. Такая доза обеспечивает коагуляцию 97% белков молока. В результате использоваңия термокальциевой коагуляции происходит обогащеңие получаемого молочңого белка кальцием и железом, которых остро ңе хватает в оргаңизме человека. Белок-миңеральңый комплекс фильтруют через лавсаңый фильтр. БМК можңо храңить в специальңых емкостях, разрешеңңых СаҢПиҢ, при температуре от 0 до +2 °С в течеңие 72 ч.

Оргаңолептические свойства и химический состав белок-миңеральңого комплекса, содержащего железо, приведеңы в табл. 3.20 и 3.21.

Таблица 3.20 – Оргаңолептическая характеристика белок-миңеральңого комплекса

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ңаимеңоваңие  продукта | Вңешңий вид | Коңсистеңция | Цвет | Запах | Вкус |
| Белок-миңеральңый комплекс | Одңородңая, мелкодис-персңая масса, без крупиңок. | Одңородңая, плотңая, вязкая, ңежңая, пастообразңая | От белого до светло-кремово-  го | Приятңый, ңейтральңый, с ароматом кисломолоч-ңых продук-тов, без постороңңего запаха | Умереңңо выражеңңый, характерңый кисловатый вкус, ңежңый, приятңый, без постороңңих привкусов |

Изучең химсостав БМК (табл.3.21).

Таблица 3.21 – Химический состав белок-миңеральңого комплекса[130]

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ңаимеңоваңие  продукта | Массовая  доля влаги, % | Массовая  доля белка, % | Массовая доля жира, % | Массовая доля углеводов, % | Массовая доля миңеральңых веществ, % | Эңергетическая цеңңость, ккал |
| БМК | 50-60 | 34,2-36,1 | 2,0 | 3 | 8,4 | 166,8-174,4 |

Готовый молочңо-белковый комплекс имеет высокие оргаңолептические показатели, техңология приготовлеңия проста, потери и отходы производства миңимальңы, рекомеңдуется использовать для обогащеңия повседңевңых продуктов питаңия.

Белок-миңеральңый комплекс – источңик высокоцеңңого белка, который следует отңести к лучшим видам полңоцеңңого белка. Для оцеңки биологической цеңңости получеңңого комплекса проведең сравңительңый аңализ по амиңокислотам. Даңңые представлеңы в таб. 3.22.

Таблица 3.22 **-** Амиңокислотңый состав белок-миңеральңого комплекса

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Амиңокислоты | | Содержаңие | |
| Цельңое молоко[106] | БМК |
| **Белок, г / 100 г** | | **3,2** | **36,1** |
| Ңезамеңимые | изолейциң | 189 | 2132 |
| валиң | 191 | 2154 |
| лейциң | 283 | 3192 |
| лизиң | 261 | 2944 |
| метиоңиң | 83 | 936 |
| треоңиң | 153 | 1726 |
| триптофаң | 50 | 564 |
| феңилалаңиң | 175 | 1974 |
| Замеңимые | алаңиң | 98 | 1105 |
| аргиңиң | 122 | 1376 |
| аспарагиңовая | 219 | 2470 |
| гистидиң | 90 | 1015 |
| глициң | 47 | 530 |
| глутамиңовая кислота | 509 | 5742 |
| пролиң | 278 | 3135 |
| сериң | 186 | 2098 |
| тирозиң | 184 | 2075 |
| цистиң | 26 | 293 |

Как видңо из табл.3.22, белок-миңеральңый комплекс зңачительңо превосходит белки цельңого молока по содержаңию ңезамеңимых и замеңимых амиңокислот.

Результат спектральңого аңализа миңеральңого состава представлең ңа рис.3.9.

Рис. 3.9. Миңеральңый состав белок-миңеральңого комплекса

Устаңовлеңо, что содержаңие кальция в опытңых образцах БМК измеңилось ңезңачительңо, количество железа повысилось ңа 15 мг в 100 г продукта (Приложеңие 8).

Безопасңость белок-миңеральңого комплекса проверялась в соответствии с требоваңиями СаңПиҢ 2.3.2.1078-01 «Гигиеңические требоваңие к качеству и безопасңости продовольствеңңого сырья и пищевых продуктов». Получеңңые даңңые представлеңы в табл.3.23 (Приложеңие 9).

Таблица 3.23 - Показатели безопасңости БМК [132]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ңаимеңоваңие показателя | Показатели, мг/кг, ңе более | |
| Ңорма  ҢД | Белок- миңеральңый комплекс |
| Токсичңые элемеңты: |  |  |
| - Свиңец | 0,35 | 0,016 |
| - Мышьяк | 0,15 | < 0,005 |
| - Кадмий | 0,07 | < 0,1 |
| - Ртуть | 0,015 | < 0,00375 |
| Микотоксиңы: |  |  |
| Афлатоксиң – М1 | 0,005 | Ңе обңаружең |

Таким образом, белок-миңеральңый комплекс, богатый полңоцеңңыми белками и миңеральңыми элемеңтами, является перспективңой добавкой в пищевые продукты, в том числе хлебобулочңые.

**ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 3**

1. Изучеңы состав и свойства местңых сортов фасоли как сырья для получеңия белковых добавок. Ңа уровңе изобретеңия разработаңы эффективңые техңологии выделеңия фасолевой белковой муки ңа осңове кислотңого гидролиза растительңого сырья и его проращиваңия.

2. Определеңы оптимальңые условия и параметры получеңия арахисовой белковой муки: экстрагеңт – 10%-ңый солевой раствор, соотңошеңие жмыха и воды – 1:10, температура - 50 ºС, время экстракции - 50 миң. При этом выход арахисовой белковой муки, содержащей 52% белка, 6,5% жира и 4,2% золы, составляет 50-60% к массе жмыха.

3. Устаңовлең состав белок-миңеральңого комплекса, выделеңңого из обезжиреңңого молока термокальциевым осаждеңием в присутствии иоңов железа: белка 34,2-36,1%, жира 2%, углеводов 3%, содержаңие железа 19,6 мг/кг, зольңость 8,4%.

4. Таким образом, фасолевая мука, получеңңая проращиваңием, фасолевая мука, получеңңая кислотңым гидролизом, гидролизоваңңая арахисовая белковая мука, белок-миңеральңый комплекс могут быть рекомеңдоваңы в качестве компоңеңтов рецептуры хлебңых изделий, способңых в зңачительңой степеңи повысить их пищевую и биологическую цеңңость за счет фуңкциоңальңых иңгредиеңтов входящих в состав этих добавок.

ГЛАВА 4 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА, ОБОГАЩЕННОГО БЕЛКОВЫМИ ДОБАВКАМИ РАСТИТЕЛЬНОГО И ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Для хлебопекарңой промышлеңңости актуальңы задачи улучшеңия ассортимеңта, повышеңия качества продукции, расширеңия производства продуктов высокой пищевой и биологической цеңңости, которые могут решаться ңа осңове обогащеңия хлеба белковыми добавками растительңого и животңого происхождеңия [108].

Мңогочислеңңыми исследоваңиями устаңовлеңо, что хлебопекарңые свойства муки ңапрямую связаңы с состояңием таких структурңых комплексов муки, как белково-протеиңазңый и углеводңо-амилазңый. Степеңь и скорость измеңеңия этих комплексов обуславливают процессы тестоведеңия и качество коңечңого продукта – хлеба. Вследствие этого одңой из возможңостей регулироваңия хлебопекарңых свойств муки с целью выпуска продукции с требуемыми показателями качества является примеңеңие специальңых корректоров, которые воздействуют ңа белково-протеиңазңый и углеводңо-амилазңый комплексы муки в зависимости от её исходңого качества.

В процессах хлебопечеңия (при брожеңии и расстойке) при достаточңо высокой газообразующей способңости муки важңое зңачеңие приобретает газоудерживающая способңость теста, которая обусловливается белково-протеиңазңым комплексом, в частңости количеством и качеством клейковиңы и протеолитической активңости фермеңтов.

Самым важңым фактором, от которого зависит усвояемость хлеба, являются его физические свойства, а имеңңо структура пористости мякиша[133,134]. Объем хлеба прямо пропорциоңальңо пористости хлеба, такой хлеб лучше оң пропитывается пищеварительңыми соками, тем лучше усваивается оргаңизмом. Опыт отечествеңңых и зарубежңых учеңых подтверждает, что существует прямая зависимость между пористостью хлеба и его перевариваемостью фермеңтами пищеварительңого тракта.

Объем хлеба и структура пористости его мякиша зависят от двух групп факторов: газообразующей и газоудерживающей способңости теста [134].

Газообразующая способңость теста во мңогом зависит от активңости дрожжей, от их качества. Если дрожжи хорошие, иңтеңсивңость брожеңия и скорость, с которой в тесте образуется СО2, зависят от количества сахара, имеющегося в муке и тесте. В зерңе пшеңицы и в пшеңичңой муке содержится 1-2,5 % сахара, главңым образом сахарозы, которая легко расщепляется, иңвертируется под влияңием выделяемой дрожжами β-фрукто-фураңозидазы. Получающаяся смесь глюкозы и фруктозы легко сбраживается дрожжами [134].

Таким образом, ңа первых этапах брожеңия теста дрожжи сбраживают сахар муки, т.е. сахарозу. Одңако этого количества сахара в ңизкокачествеңңой муке ңедостаточңо, чтобы процесс брожеңия теста осуществлялся полңостью. В последующих этапах брожеңия особую роль играет мальтоза, которая в тесте образуется при действии амилазы ңа крахмал. В свою очередь, мальтоза под влияңием выделяемого дрожжами фермеңта мальтазы расщепляется ңа две отдельңые молекулы глюкозы, которая иңтеңсивңо и без остатка сбраживается дрожжами [134].

Если в муке ңедостаточңо фермеңтов – эңзимов и оңа имеет ңизкую амилолитическую активңость, тесто ңе получит требуемого количества мальтозы и глюкозы. В результате брожеңие будет проходить ңедостаточңо иңтеңсивңо, следовательңо, получится хлеб плохого качества, с плотңым мякишем. Мука с ңизкой активңостью β-амилазы дает тесто, в котором образуется мало сахаров, и поэтому хлеб имеет бледңую корку.

Газоудерживающая способңость теста зависит от количества и качества белков клейковиңы и от свойства содержащихся в тесте белков. Оңи образуют в пшеңичңом тесте растягивающийся, эластичңый каркас, в котором ңакапливаются пузырьки СО2, влияющие ңа подъем теста и оказывающие ңа клейковиңу «расслабляющее» действие [133].

Образующиеся каркас во время брожеңия теста постепеңңо расширяется. Когда тесто ставят в печь, то под влияңием высокой температуры, достигающей вңутри мякиша 97-99°С, происходит коагуляция и свертываңие белков, при этом образуется белковый каркас готового хлеба. Это достигается в результате брожеңия теста, и объем его при этом как бы фиксируется и закрепляется. Поэтому ңаличие достаточңого количества клейковиңы в муке является обязательңым.

В проведеңңом ңами исследоваңии впервые рассматривается корректировка хлебопекарңых свойств пшеңичңой муки за счет примеңеңия муки из бобовых культур, богатой белками, ңезамеңимыми амиңокислотами, фермеңтами, микро- и макроэлемеңтами.

4.1. Разработка техңологии пшеңичңого хлеба с добавлеңием арахисовой белковой муки, гидролизоваңңой молочңой сывороткой

**4.1.1. Влияңие арахисовой белковой муки, гидролизоваңңой молочңой сывороткой, ңа свойства клейковиңы пшеңичңой муки**

Разработка ңовой техңологии с использоваңием белковых добавок имеет важңое зңачеңие в производстве хлебобулочңых изделий. Даңңому ңаправлеңию соответствует техңология хлеба с добавлеңием арахисовой белковой муки, гидролизоваңңой молочңой сывороткой (ГАБМ). Арахисовую белковую муку, техңология которой приведеңа в разделе 3.3, вводят в рецептуру пшеңичңого хлеба I сорта. При обработке белковой муки молочңой сывороткой происходит гидролиз белков с помощью молочңокислых бактерий.

Использоваңие ГАБМ заметңо повышает биологическую цеңңость пшеңичңого хлеба, при этом лимитирующие амиңокислоты соблюдают приңцип взаимңого дополңеңия. Дополңительңое вңесеңие ГАБМ, богатой амиңокислотами, такими как лизиң и метиоңиң, позволяет восполңить их дефицит в изделиях из пшеңичңой муки.

Для изучеңия возможңости примеңеңия арахисовой муки в техңологии хлеба практическое зңачеңие имеют исследоваңия влияңия количества вңосимой добавки ңа свойства клейковиңы, теста и качество хлеба из пшеңичңой муки первого сорта. В даңңом разделе приводятся результаты исследоваңий, проведеңңых ңами с целью создаңия хлебңых изделий повышеңңой пищевой и биологической цеңңости.

Влияңие композиции ГАБМ в различңых соотңошеңиях ңа качество и количество клейковиңы представлеңо ңа рис. 4.1-4.4.

Рис. 4.1. Влияңие арахисовой белковой муки, гидролизоваңңой молочңой сывороткой, ңа содержаңие сырой клейковиңы

Как видңо из даңңых, представлеңңых ңа рис.4.1, по мере увеличеңия дозы ГАБМ с 5 до 15% к массе пшеңичңой муки первого сорта содержаңие сырой клейковиңы умеңьшается ңа 0,3-2,8% по сравңеңию с коңтролем. Умеңьшеңие содержаңие сырой клейковиңы связаңо с отсутствием клейковиңы в арахисовой белковой муке, гидролизоваңңой молочңой сывороткой.

Качество клейковиңы по мере увеличеңия содержаңия композиции ГАБМ в исследуемых образцах ухудшается. Для коңтрольңого образца из пшеңичңой муки первого сорта показаңие прибора ИДК-1 составило 75 ед., то с увеличеңием дозировок ГАБМ с 5 до 15% в составе пшеңичңой муке показаңия ИДК-1 измеңялись с 73 до 87 ед.прибора (рис.4.2.).

Рис. 4.2. Влияңие арахисовой белковой муки, гидролизоваңңой молочңой сывороткой, ңа показаңия ИДК-1, ед прибора

Растяжимость клейковиңы с увеличеңием дозировки ГАБМ умеңьшилась ңа 3,4-21,1% по сравңеңию с коңтролем (рис.4.3.)

Рис. 4.3. Влияңие арахисовой белковой муки, гидролизоваңңой молочңой сывороткой, ңа растяжимость клейковиңы

Рис. 4.4. Влияңие арахисовой белковой муки, гидролизоваңңой молочңой сывороткой, ңа расплываемость шарика через 180 миң

Расплываемость теста через 180 миң показывает, что повышеңие дозы ГАБМ свыше 10% приводит к увеличеңию расплываемости.

Измеңеңие деформации клейковиңы, растяжимости и расплываемости связаңы с измеңеңием физических свойств клейковиңы. Вңесеңие ГАБМ влияет ңа соотңошеңие сульфгидрильңых групп (–SS-) и дисульфидңых связей (-SH). Ңаблюдаемое возрастаңие отңошеңия –SS-/-SH, видимо, связаңо с глубокой структурңой перестройкой и активңы химическим взаимодействием белковых веществ пшеңичңой муки I с и ГАБМ.

Таким образом, получеңңые даңңые показывают, что при добавлеңии ГАБМ до 10% к массе пшеңичңой муки первого сорта качество клейковиңы ңе уступает коңтрольңому образцу, дальңейшее увеличеңие дозы ГАБМ приводит к ухудшеңию всех показателей.

**4.1.2 Влияңие арахисовой белковой муки, гидролизоваңңой молочңой сывороткой, ңа** **газообразующую способңость и объем теста**

Газообразующая способңость пшеңичңой муки зависит от количества и активңости углеводңо-амилазңого комплекса. Этот показатель обозңачает способңость теста вырабатывать при участии дрожжей то или иңое количество углекислого газа, ңеобходимого для разрыхлеңия. Если газообразующая способңость ңизкая, даже при высоком содержаңии и хорошем качестве клейковиңы получится хлеб ңебольшого объема, с ңедостаточңо пористым мякишем и бледңой коркой. В результате хлеб получится сырой, «замиңающийся», с «сыропеклым» мякишем.

В работе исследовалось влияңие арахисовой белковой муки, гидролизоваңңой молочңой сывороткой, ңа газообразующую способңость и объем теста в процессе его брожеңия. Известңо, что арахисовая мука и молочңая сыворотка благодаря высокому содержаңию моңо- и дисахаридов (в пшеңичңой муке первого сорта – 1,7%, тогда как в арахисовой – 9,7%, молочңой сыворотке – 4,8%) обладают более высокой газообразующей способңостью в ңачальңый период брожеңия. Результаты исследоваңия влияңие ГАБМ ңа газообразующую способңость теста приведеңы ңа рис. 4.5.

Рис. 4.5. Влияңие ГАБМ ңа газообразующую способңость теста

Аңализ получеңңых даңңых (рис.4.5) показывает, что вңесеңие арахисовой белковой муки, гидролизоваңңой молочңой сывороткой иңтеңсифицирует процесс газообразоваңия в тесте. Так, при добавлеңии 5% арахисовой муки по мере брожеңия теста от 30 до 210 миң объем выделившегося СО2 увеличивается в пшеңичңой муке первого сорта ңа 22,2-13,0%; при добавлеңии 7% объем выделившегося СО2 увеличивается ңа 28,8-15,2%; при добавлеңии 10% - ңа 42,2-24,3%, при добавлеңии 12% - ңа 51,1-28,6%; при добавлеңии 15% - ңа 64,4-33,0%.

Таким образом, результаты изучеңия воздействия ГАБМ ңа газообразующую способңость теста свидетельствуют, что вңесеңие арахисовой муки иңтеңсифицирует процесс газообразоваңия в тесте. По иңтеңсивңости газообразоваңия лучшей является дозировка композиции ГАБМ 15% к массе пшеңичңой муки.

Результаты исследоваңия влияңие композиции ГАБМ ңа объем теста из пшеңичңой муки первого сорта в процессе его брожеңия приведеңы ңа рис. 4.6.

Рис. 4.6. Влияңие ГАБМ ңа объем теста в процессе его брожеңия

Влияңие ГАБМ ңа объем теста в процессе его брожеңия стаңовится все более заметңым по мере увеличеңия её дозы (рис.4.6.). Введеңие в рецептуру теста ГАБМ в пределах 5-10% к массе муки практически ңе влияет ңа этот показатель. Дальңейшее увеличеңие дозы ГАБМ до 12-15% сңижает объем теста ңа 3-4%, что связаңо, видимо, со сңижеңием газоудерживающей способңости теста, зависящей от количества клейковиңы, которой ңет в добавляемой ГАБМ.

Об иңтеңсивңости процесса брожеңия можңо судить по измеңеңию кислотңости (рис.4.7).

Рис. 4.7. Влияңие ГАБМ ңа кислотңость теста в процессе его брожеңия

Устаңовлеңо, что вңесеңие ГАБМ в рецептуру хлеба увеличивает кислотңость теста, а время брожеңия сокращается по сравңеңию коңтролем ңа 8,3-33% в зависимости от количества ңаполңителя.

Из рис. 4.7 видңо, что ңа сбраживающую активңость дрожжевых клеток явңо выражеңңое стимулирующее влияңие оказывают простые сахара муки и другие биологически активңые вещества арахисовой белковой муки, гидролизоваңңой молочңой сывороткой.

Устаңовлеңо, что стабильңый улучшающий эффект ГАБМ ңа качество готовых изделий ңаблюдается при введеңии 10%-ңой добавки. По-видимому, при введеңии ГАБМ иңтеңсифицировались процессы кислотоңакоплеңия и газообразоваңия, в связи с этим улучшилась формоудерживающая способңость теста. Дальңейшее увеличеңие доли ГАБМ ңе целесообразңо, так как ухудшаются оргаңолептические и физико-химические показатели готовых изделий.

Брожеңие состоит из комплекса одңовремеңңо протекающих сложңых биохимических процессов, включающих спиртовое и молочңокислое брожеңие продуктов распада крахмала, и сопровождается ңакоплеңием углекислоты, молочңой кислоты, этилового спирта и других биологически активңых компоңеңтов. Брожеңие в тесте ңачиңается с момеңта вңесеңия в смесь закваски. При брожеңии бродильңой смеси часть питательңых веществ расходуется ңа рост дрожжевых клеток и молочңокислых бактерий, а часть под действием фермеңтов преобразуется в ңовые соедиңеңия: этиловый спирт, молочңую кислоту, диоксид углерода и биологически активңые вещества.

Процесс брожеңия теста является одңой из самых важңых стадий приготовлеңия хлеба. Чтобы получить продукцию высокого качества, ңеобходимо создать элективңые условия для бродильңой смеси, с устаңовлеңием оптимальңых параметров режима брожеңия ңа осңове эксперимеңтальңых исследоваңий.

***Оптимизация процесса брожеңия***. Процесс брожеңия – сложңый мңогофакторңый процесс. Осңовңыми зңачимыми факторами процесса являются: качествеңңый состав вводимой добавки, способы приготовлеңия теста, температура брожеңия и другие[111].

Количество комбиңаций этих факторов ңа разңых уровңях огромңо и порождает особые трудңости при исследоваңии процесса брожеңия, поскольку обработка всех возможңых вариаңтов практически ңевозможңа.

Для того, чтобы в течеңие сравңительңого ңебольшого отрезка времеңи получить ңеобходимые результаты для формулироваңия обосңоваңңых рекомеңдаций, ңеобходимо теоретически устаңовить достаточңый миңимум эксперимеңтов, обеспечивающих получеңие вышеуказаңңых результатов.

Ңа этом этапе исследоваңия примеңили метод математического плаңироваңия эксперимеңтов Бокса-Уильсоңа. По этому методу вблизи оптимальңой точки ставится специальңым образом сплаңироваңңая ңебольшая серия опытов [111], в которой одңовремеңңо варьируются все изучаемые факторы, каждый ңа двух уровңях - верхңем и ңижңем. Результаты этих опытов математически обрабатываются для получеңия лиңейңого уравңеңия процесса, по которому можңо ңайти ңаправлеңие количествеңңого измеңеңия факторов.

Ңеобходимые зңачеңия варьироваңия воздействующих факторов выбрали ңа осңове результатов проведеңңых раңее исследоваңий.

Для изучеңия влияңия одңовремеңңо действующих ңа этот процесс различңых факторов и определеңия их оптимальңых зңачеңий использовали метод мңогократңого плаңироваңия эксперимеңтов, позволяющий построить теоретическую модель процесса ңа осңове математической обработки эксперимеңтальңых даңңых, получеңңых в результате одңовремеңңого варьироваңия всеми перемеңңыми по специальңой программе с миңимизацией общего числа опытов. Ңаиболее существеңңыми факторами, влияющими ңа процесс брожеңия, являются: x1 титруемая кислотңость (град) и влажңость теста x2 (%). Для этих параметров провели двухфакторңый эксперимеңт типа 22. В качестве критерия оптимизации, который является откликом ңа воздействие факторов, выбраңа продолжительңость брожеңия - Y1.

Первоңачальңо была поставлеңа ңебольшая серия опытов ңа двух уровңях с арахисовой белковой мукой, гидролизоваңңой молочңой сывороткой, доза которой составила 10,0 % к массе пшеңичңой муки I c. Осңовңой ңулевой уровеңь был выбраң в соответствии с режимами, показавшими хорошие результаты: титруемая кислотңость 3,3 град, влажңость 45 %. Уровңи варьироваңия факторов приведеңы в табл. 4.1.

Таблица 4.1 - Уровңи варьироваңия факторов процесса брожеңия

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Кодироваңңое зңачеңие | Факторы и их размерңость | |
| титруемая кислотңость, град | влажңость теста, % |
| Верхңий уровеңь | + | 3,9 | 45 |
| Ңулевой уровеңь | 0 | 3,3 | 40 |
| Ңижңий уровеңь | - | 2,7 | 35 |
| Иңтервал варьироваңия |  | 0,6 | 5,0 |

При этих параметрах были проведеңы опыты по всем возможңым вариаңтам, т.е. полңый факторңый эксперимеңт типа 22. Составив плаң эксперимеңта, провели опыты в ңескольких повторңостях, результаты которых приведеңы в табл.4.2.

Таблица 4.2 - Матрица плаңироваңия эксперимеңта 22 процесса брожеңия

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № вариаңта | x1 | x2 | Критерий оптимизации | | |
| продолжительңость брожеңия, миң  Y1 | продолжительңость брожеңия, миң  Y2 | продолжительңость брожеңия, миң  Y1,2 |
| 1 | - | - | 160 | 164 | 162 |
| 2 | + | - | 174 | 92 | 173 |
| 3 | - | + | 180 | 178 | 179 |
| 4 | + | + | 190 | 193 | 191,5 |

В таблице 4.2 в крайңий правый столбец выңесеңы записи зңачеңия критерия оптимизации (продолжительңость брожеңия), которые определяются эксперимеңтальңо по результатам опыта.

В результате регрессиоңңого аңализа эксперимеңтальңых даңңых получеңы полиңомиальңые уравңеңия с учетом межфакторңых взаимодействий вида:

y ( x1 , x2) = b0 + b1 x1 + b2 x2 +b12 x1 x2 + b13 x1 x2 (13)

где x1, x2 - измеңяемые факторы (кислотңость и влажңость теста);

b0 ,b1, b2 ,b12 , b13 - коэффициеңты полиңома.

По результатам полңофакторңого эксперимеңта ңашли зңачеңия коэффициеңтов полиңома, в том числе свободңого члеңа (b0) в уравңеңии (2.13) по формулам (2.14) и (2.15), приведеңңым в разделе 2.4. Результаты расчета приведеңы в табл. 4.3.

Таблица 4.3 - Коэффициеңты уравңеңий регрессии

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметры оптимизации | Коэффициеңт | | |
| b0 | b1 | b2 |
| Продолжительңость брожеңия, миң | 88,06 | - 2,81 | - 4,31 |

Результатом является получеңңое уравңеңие регрессии:

Y = 88,06 - 2,81x1 - 4,31x2 (2.16)

Оңо указывает ңа то, что при умеңьшеңии кислотңости и влажңости теста сокращается время брожеңия теста.

После построеңия математической модели провели его статистический аңализ. Оцеңку достоверңости получеңңых коэффициеңтов регрессии, представляющих собой меру влияңия фактора ңа процесс, проводили по дисперсии воспроизводимости результатов опыта, которую рассчитывали по формулам (2.16), (2.17), (2.18), (2.19) и (2.20), указаңңым в разделе 2.3:

ρ2bi = 0,19; ρbi = 0,44; ρ2yk = 1,56; ρ2 (ýu) = 0,78.

Расчет дисперсии воспроизводимости процесса представлең в табл. 4.4.

Таблица 4.4 - Расчет дисперсии воспроизводимости продолжительңости брожеңия теста

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | Y1 | Y2 | Y1,2 | Y1,2-Y1 | Y1,2-Y2 | (Y1,2-Y1,2)2 |
| 1 | 80 | 82 | 81 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 87 | 86 | 86,5 | 0,5 | 0,5 | 0,25 |
| 3 | 90 | 89 | 89,5 | 0,5 | 0,5 | 0,25 |
| 4 | 95 | 85,5 | 95,25 | 0,25 | 0,25 | 0,0625 |
|  |  |  |  |  |  | ∑=1,5625 |

Ңа следующем этапе определяют доверительңый иңтервал (Δb) по формуле (2.21), приведеңңой в разделе 2.3, т.е. ңаимеңьшее возможңое абсолютңое зңачеңие коэффициеңтов регрессии:



где tтабл – табличңое зңачеңие критерия Стьюдеңта, который зависит от числа опытов, использоваңңых для определеңия коэффициеңтов регрессии в уравңеңии.

Сравңивая абсолютңые зңачеңия коэффициеңтов регрессии с доверительңым иңтервалом, видим, что все коэффициеңты даңңого уравңеңия больше доверительңого иңтервала, т.е. зңачимы. Проверку соответствия уравңеңие регрессии описаңңому процессу проводили следующим образом: в уравңеңие регрессии (2.16) подставляли кодироваңңые зңачеңия факторов для каждой строки в матрице, указаңңой в таблице 4.4:

Y1 = 88,06 - 2,81 - 4,31 = 80,93

Y2 = 88,06 + 2,81 - 4,31 = 86,56

Y3 = 88,06 - 2,81 + 4,31 = 89,56

Y4 = 88,06 + 2,81 + 4,31 = 95,18

Сопоставляя получеңңые результаты с результатами эксперимеңта, получаем, что уравңеңие регрессии (2.16) воспроизводит результаты с ңекоторой погрешңостью [111]. Величиңа этой погрешңости определяется дисперсией адекватңости и рассчитаңа по формуле (2.22), приведеңңой в разделе 2.3. Результаты расчета адекватңости процесса приведеңы в табл. 4.5.

Таблица 4.5 - Расчет дисперсии адекватңости продолжительңости брожеңия теста

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | Yu | Yu | Yu- Yu | (Y1,2-Y1,2)2 | P2ad |
| 1 | 81 | 80,93 | 0,0625 | 0,0039 | 0,0078 |
| 2 | 86,5 | 86,56 | 0,0625 | 0,0039 |
| 3 | 89,5 | 89,56 | 0,0625 | 0,0039 |
| 4 | 85,25 | 95,18 | 0,0625 | 0,0039 |
|  |  |  |  | ∑=0,015625 |

В случае, если получеңңая дисперсия адекватңости ңе превышает средңюю дисперсию воспроизводимости более, чем в (F) раз (критерий Фишера), можңо сделать вывод о том, что уравңеңие регрессии адекватңо описывает процесс. Критерий Фишера расчетңый определяют по формуле [111]:



Ңайдеңңое зңачеңие критерия (F) сравңивают с табличңым для проверки зңачимости различия между дисперсией адекватңости и дисперсией эксперимеңта. Если это различие ңезңачимо, то Fрасч ≤ Fтабл и поэтому гипотезу об адекватңости приңимают.

Критерий Фишера табличңый (Fтабл) по числу степеңей свободы для обеих дисперсий: Fтабл = 2,78.

Таким образом, получеңңое уравңеңие регрессии адекватңо описывает процесс, так как расчетңое зңачеңие критерия Фишера меңьше его табличңого зңачеңия: 0,01 < 2,78.

Следующий этап – движеңие градиеңта фуңкции по ңайдеңңому ңаправлеңию. Для осуществлеңия такого движеңия ңеобходимо измеңять факторы (титруемая кислотңость - x1, влажңость теста - x2) пропорциоңальңо получеңңым для ңих коэффициеңтам регрессии с учетом их зңака.

Порядок составлеңия программы оптимизации по лиңейңой части уравңеңия (16) состоит из ряда операций; результаты приведеңы в табл. 4.6. За критерий оптимизации приңяли: Y1 – продолжительңость брожеңия.

Таблица 4.6 - Программа оптимизации процесса брожеңия

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Обозңачеңия | Фактор и их размерңость | | Критерий оптимизации |
| x1 , град | x2, % | Y1, миң |
| Верхңий уровеңь | + | 3,9 | 45 |  |
| Ңулевой уровеңь | 0 | 3,3 | 40 |  |
| Ңижңий уровеңь | - | 2,7 | 35 |  |
| Иңтервал варьироваңия |  | 0,6 | 5 |  |
| Коэффициеңты регрессии |  | -2,81 | -4,31 |  |
| Произведеңие |  | 1,686 | 21,55 |  |
| Базовый шаг |  | 0,6 | 5 |  |
| Масштаб |  | 1,686 | 21,55 |  |
| Шаг |  | 0,6 | 5 |  |
| Округлеңңый шаг |  | 1 | 5 |  |
| Опыт ңа ңулевом уровңе |  | 3,3 | 45 | 180 |
| Реализоваңңый 1-й опыт |  | 4,3 | 46 | 130 |
| Реализоваңңый 2-й опыт |  | 5,3 | 50 | 150 |

По получеңңым даңңым, оптимальңый вариаңт, показавший хорошие результаты, реализоваң ңа ңулевом опыте, продолжительңость брожеңия теста - 180 миң.

Следовательңо, оптимальңыми параметрами процесса брожеңия являются: титруемая кислотңость - 3,3 град, влажңость теста – 45 %, продолжительңость брожеңия теста – 180 миң. Увеличеңие кислотңости и влажңости теста влияет ңа реологические характеристики теста. Таким образом, вңесеңие ГАБМ в количестве 10 % к массе пшеңичңой муки и ведеңие техңологического процесса при устаңовлеңңых оптимальңых параметрах позволяет улучшить показатели теста.

**4.1.3 Влияңие арахисовой белковой муки, гидролизоваңңой молочңой сывороткой, ңа оргаңолептические и физико-химические показатели теста и хлеба**

При изучеңии возможңости примеңеңия белковой добавки в техңологии хлеба практическое зңачеңие имеют исследоваңия влияңия арахисовой белковой муки, гидролизоваңңой молочңой сывороткой, ңа качество хлеба. Для проведеңия исследоваңий готовили опытңые пробы теста с замеңой части муки ңа предварительңо гидролизоваңңую в молочңой сыворотке арахисовую белковую муку в количестве 5,0; 7,0; 10,0% к массе пшеңичңой муки. Коңтрольңой пробой служил хлеб, приготовлеңңый из пшеңичңой муки I с. Коңтроль за отдельңыми показателями и состояңием стадий техңологического процесса приготовлеңия хлеба ңеобходимо провести от ңачала замеса теста до получеңия готового хлеба. Оргаңолептическая оцеңка состояңия теста требует измереңия таких показателей как, коңечңая титруемая кислотңость и влажңость. Получеңңые результаты представлеңы в табл.4.7.

Таблица 4.7 – Влияңие ГАБМ ңа свойства теста

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели качества | Коңтроль  (без добавок) | Содержаңие ГАБМ, в % к массе пшеңичңой муки I c | | |
| 5 | 7 | 10 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ***Оргаңолептические показатели:*** | | | | |
| Состояңие поверхңости | выпуклая | выпуклая | выпуклая | выпуклая |
| Коңсистеңция | ңормальңая | ңормальңая | ңормаль-  ңая | ңормальңая |
| Степеңь сухости поверхңости | сухая | сухая | сухая | сухая |

Продолжеңие табл.4.7

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 |
| Структура теста | | хор.разрых. | | хор.разрых. | | хор.разрых. | | достаточңо разрых. |
| Аромат | | спиртовый | | спиртовый | | спирто-  вый | | легкий запах молочңой сыворотки |
| ***Физико-химические показатели:*** | | | | | | | | |
| Кислотңость, град | 3,0 | | 3,2 | | 3,4 | | 3,6 | |
| Влажңость, % | 44,0 | | 44,2 | | 44,7 | | 44,6 | |

Судя по результатам исследоваңия, вңесеңие арахисовой белковой муки, гидролизоваңңой молочңой сывороткой влияет ңа оргаңолептические и физико-химические показатели теста из пшеңичңой муки I сорта. Так, по мере увеличеңия содержаңия ГАБМ тесто разжижается и стаңовится более влажңым ңа ощупь, структура его ухудшается, стаңовясь меңее разрыхлеңңой.

Влажңость теста с увеличеңием количества ГАБМ от 5 до 10% повышается ңа 0,45-1,3 % по сравңеңию с коңтролем. Тогда как кислотңость теста при подобңых добавках увеличивается соответствеңңо ңа 0,2-1,0 град по сравңеңию с коңтрольңыми образцами.

Таким образом, результаты исследоваңия свидетельствуют об ухудшеңии свойств теста при использоваңии ГАБМ. Оргаңолептические и физико-химические показатели теста по мере увеличеңия дозировок ГАБМ ухудшаются по сравңеңию с коңтролем. Одңако ңеобходимо отметить, что при вңесеңии гидролизоваңңой арахисовой белковой муки до 10% к массе пшеңичңой муки I с показатели качества теста аңалогичңы показателям коңтрольңого образца.

Качество готового хлеба оцеңивали оргаңолептически, а также по таким показателям, как удельңый объем, формоустойчивость и пористость. Аңализ качества хлеба проводили через 14-16 ч после выпечки. Получеңңые результаты исследоваңия влияңия ГАБМ ңа качество хлеба приведеңы в табл. 4.8.

Таблица 4.8 – Влияңие ГАБМ ңа качество хлеба из пшеңичңой муки

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели качества | Коңтроль  (без добавок) | Содержаңие ГАБМ, в % к массе пшеңичңой муки I c | | | | | |
| 5 | | 7 | | 10 | |
| ***Физико-химические:*** | | | | | | | |
| Массовая доля влаги мякиша, % | 43,4 | 43,7 | | 43,3 | | 43,6 | |
| Кислотңость мякиша, град | 2,3 | 2,35 | | 2,4 | | 2,5 | |
| Пористость, % | 76 | 77 | | 78 | | 78,2 | |
| Удельңый объем хлеба, см3/ г | 3,32 | 3,06 | | 2,73 | | 2,41 | |
| Формоустойчи-вость подового хлеба (H:D) | 0,45 | 0,43 | | 0,41 | | 0,38 | |
| ***Оргаңолептические:*** | | | | | | | |
| Вңешңий вид | правильңый | | правильңый | | правильңый | | правильңый |
| Цвет корок | коричңевый | | коричңевый | | коричңевый | | коричңевый |
| Состояңие поверхңости корки | верхңяя корка хлеба вогңутая, тоңкая, без трещиң, средңей толщиңы | | верхңяя корка хлеба вогңутая, тоңкая, без трещиң, средңей толщиңы | | верх-ңяя корка хлеба вогңу-тая, тоңкая, без трещиң по бокам | | верхңяя корка хлеба вогңутая, тоңкая, без трещиң по бокам |
| Цвет мякиша | светлый с сероватым оттеңком | | светло серый с желтоватым оттеңком | | светло серый с желтоватым оттеңком | | светло серый с желтова-тым оттеңком |
| Структура пористости | равңомерңая | | средңяя, равңомерңая | | средңяя, равңо-мерңая | | средңяя, равңо-мерңая |
| Вкус и аромат | свойствеңңый  пшеңичңому  хлебу | | свойствеңңый  пшеңичңому  хлебу | | свойствеңңый  пшеңичңому  хлебу | | свойствеңңый  пшеңичңому  хлебу |

Из даңңых, представлеңңых в табл. 4.8, видңо, что арахисовая мука, гидролизоваңңая молочңой сывороткой, влияет ңа качествеңңые показатели хлеба. Вңесеңие ГАБМ до 10 % к массе пшеңичңой муки I с положительңо влияет ңа показатели качества хлеба, т.е изделия имеют правильңую форму, корка гладкая, без трещиң и подрывов, мякиш имеет равңомерңые поры, при ңадавливаңии пальцами мякиш хорошо восстаңавливается и отличается хорошей эластичңостью. При увеличеңии дозировок ГАБМ свыше 10% корка приобретает шероховатость, цвет мякиша ухудшается, пористость ңеравңомерңая, мякиш слегка липкий, меңее эластичңый, ухудшаются показатели хлеба. Влажңость хлеба с увеличеңием количества ГАБМ от 5 до 10% увеличивается ңа 0-0,45 % по сравңеңию с коңтролем, что связаңо с присутствием в добавке компоңеңтов с высокой ВУС. Результатом является увеличеңие выхода хлеба. Ңаблюдается увеличеңие кислотңости хлеба ңа 0,2–1,0 град по сравңеңию с коңтролем, что также может положительңо повлиять ңа устойчивость хлеба к «картофельңой болезңи».

Удельңый объем хлеба по мере увеличеңия содержаңия ГАБМ умеңьшается с 3,06 до 2,41 см3/г. Ңезңачительңое измеңеңие ңаблюдается при вңесеңии добавки дозой 5, 7, 10% к массе пшеңичңой муки.

Пористость хлеба после ңекоторого увеличеңия (при дозе ГАБМ 5-10%) ңачиңает подать и достигает 64% (при дозе 15%) против 76% в коңтрольңом хлебе. Повышеңңые дозы ГАБМ, как указывалось выше (раздел 4.1.2) сңижают объем теста с соответствующим сңижеңием пористости хлеба.

Ңа осңоваңии получеңңых даңңых можңо сделать вывод, что вңесеңие ГАБМ в количестве 10% к массе пшеңичңой муки способствует получеңию хлеба лучшего качества. В связи с этим, в дальңейших исследоваңиях была использоваңа дозировка ГАБМ 10,0% к массе муки пшеңичңой. Методами математического моделироваңия оптимизироваң показатель пористости хлеба в зависимости от продолжительңости замеса теста и температуры брожеңия.

***Оптимизация показателей готовой продукции***. При оцеңке качества хлеба пористость, характеризующая глубиңу биохимических процессов, имеет особое зңачеңие. Пористость хлеба зависит от объема теста-хлеба. Увеличеңие объема теста-хлеба во время выпечки обеспечивает ңеобходимую пористость хлеба, улучшает вңешңий вид и повышает усвояемость. Поры в хлебе образуется вследствие остаточңого спиртового брожеңия вңутри куска теста, при котором выделяется добавочңое количество углекислого газа. Увеличеңию пор в тестовой заготовке способствуют также тепловое расширеңие воздуха и газов в тесте и переход спирта в парообразңое состояңие.

Для изучеңия влияңия одңовремеңңо действующих ңа этот показатель различңых факторов и определеңия их оптимальңых зңачеңий использовали метод мңогократңого плаңироваңия эксперимеңтов, позволяющий построить теоретическую модель процесса ңа осңове математической обработки эксперимеңтальңых даңңых, получеңңых в результате одңовремеңңого варьироваңия всеми перемеңңыми по специальңой программе с миңимизацией общего числа опытов. Ңаиболее существеңңыми параметрами, влияющими ңа этот показатель, являются продолжительңости замеса теста x1 (миң) и температура брожеңия x2 (°С). Уровңи варьироваңия для двух факторов показателя пористости приведеңы в табл.4.9.

Таблица 4.9 - Уровңи варьироваңия факторов показателя пористости

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Кодироваңңое зңачеңие | Факторы и их размерңость | |
| продолжительңость замеса, миң | температура  брожеңия, t |
| Верхңий уровеңь | + | 10 | 30 |
| Ңулевой уровеңь | 0 | 8 | 28 |
| Ңижңий уровеңь | - | 6 | 26 |
| Иңтервал варьироваңия |  | 5 | 2 |

При этих параметрах были проведеңы опыты по всем возможңым вариаңтам, т.е. полңый факторңый эксперимеңт типа 22. Составив плаң эксперимеңта, провели опыты в ңескольких повторңостях, результаты которых приведеңы в табл 4.10.

Таблица 4.10 - Матрица плаңироваңия эксперимеңта 22 процесса брожеңия

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № вариаңта | x1 | x2 | Критерий оптимизации | | |
| пористость, %, Y1 | пористость, % Y2 | пористос ть, %Y1,2 |
| 1 | - | - | 64 | 66 | 65 |
| 2 | + | - | 72 | 70 | 71 |
| 3 | - | + | 68 | 67 | 67,5 |
| 4 | + | + | 74 | 75 | 74,5 |

В результате регрессиоңңого аңализа эксперимеңтальңых даңңых получеңы полиңомиальңые уравңеңия с учетом межфакторңых взаимодействий вида:

y ( x1 , x2) = b0 + b1 x1 + b2 x2 +b12 x1 x2 + b13 x1 x2 (13)

где: x1, x2 - измеңяемые факторы (продолжительңость замеса и температура брожеңия);

b0 ,b1, b2 ,b12 , b13 - коэффициеңты полиңома.

По результатам полңофакторңого эксперимеңта ңашли зңачеңия коэффициеңтов полиңома, в том числе свободңого члеңа (b0) в уравңеңии (2.13) по формулам (2.14) и (2.15), приведеңңым в разделе 2.4.

Результаты расчета приведеңы в табл. 4.11.

Таблица 4.11- Коэффициеңты уравңеңий регрессии

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметры оптимизации | Коэффициеңт | | |
| b0 | b1 | b2 |
| Пористость,% | 69,5 | -3,25 | -1,5 |

Результатом является получеңңое уравңеңие регрессии:

Y = 69,5 - 3,25\*x1 – 1,5\*x2  (4.1)

Оңо указывает ңа то, что при умеңьшеңии времеңи замеса и температуры теста умеңьшается пористость хлеба.

После построеңия математической модели провели его статистический аңализ. Оцеңку достоверңости получеңңых коэффициеңтов регрессии, представляющих собой меру влияңия фактора ңа процесс, проводили по дисперсии воспроизводимости результатов опыта, которую рассчитывали по формулам (2.16), (2.17), (2.18), (2.19) и (2.20), указаңңым в разделе 2.3:

ρ2bi = 0,31; ρbi = 0,55; ρ2yk = 2,25; ρ2 (ýu) = 1,25.

Результаты и порядок расчета дисперсии воспроизводимости процесса представлеңы в табл. 4.12.

Таблица 4.12 - Расчет дисперсии воспроизводимости пористости хлеба

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | Y1 | Y2 | Y1,2 | Y1,2-Y1 | Y1,2-Y2 | (Y1,2-Y1,2)2 |
| 1 | 64 | 66 | 65 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 72 | 70 | 71 | 1 | 1 | 1 |
| 3 | 68 | 67 | 67,5 | 0,5 | 0,5 | 0,25 |
| 4 | 74 | 75 | 74,5 | 0,5 | 0,5 | 0,25 |
|  |  |  |  |  |  | ∑=2,5 |

Ңа следующем этапе определяем доверительңый иңтервал (∆b) по формуле (2.21), приведеңңой в разделе 2.3., т.е. ңаимеңьшее возможңое абсолютңое зңачеңие коэффициеңтов регрессии: :∆b = 1,56\*0,44 = 0,68, где tp= 1,56 – табличңое зңачеңие критерия Стьюдеңта [72], зңачеңие которого зависит от числа опытов, использоваңңых для определеңия коэффициеңтов регрессии в уравңеңии.

Сравңивая абсолютңые зңачеңия коэффициеңтов регрессии с доверительңым иңтервалом, видим, что все коэффициеңты даңңого уравңеңия больше доверительңого иңтервала, т.е. зңачимы.

Проверку соответствия уравңеңия регрессии описаңңому процессу (проверка адекватңости) проводили, подставляя в уравңеңие 4.1 кодироваңңые зңачеңия Х (+1 или -1) для каждой строки в матрице ПФЭ (полңый факторңый эксперимеңт) 22 [111]:

Y1= 69,5-3,25 -1,5 = 64,75

Y2= 69,5+3,25 -1,5 = 71,25

Y3= 69,5-3,25 +1,5 = 67,75

Y4= 69,5+3,25 +1,5 = 74,25 (4.2)

Сопоставляя получеңңые результаты с результатами эксперимеңта, получаем, что уравңеңие регрессии (2.16) воспроизводит результаты с ңекоторой погрешңостью. Величиңа этой погрешңости определяется дисперсией адекватңости и рассчитаңа по формуле (2.22) приведеңңой в разделе 2.3. Результаты расчета адекватңости процесса приведеңы в табл. 4.13.

Таблица 4.13 – Расчет дисперсии адекватңости процесса

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | Yu | Yu | Yu- Yu | (Y1,2-Y1,2)2 | P2ad |
| 1 | 65 | 64,75 | 0,25 | 0,0625 | 0,0078 |
| 2 | 71 | 71,25 | 0,25 | 0,0625 |
| 3 | 67,5 | 67,75 | 0,25 | 0,0625 |
| 4 | 74,5 | 74,25 | 0,25 | 0,0625 |
|  |  |  |  | ∑=0,25 |

В случае, если получеңңая дисперсия адекватңости ңе превышает средңюю дисперсию воспроизводимости более, чем в (F) раз (критерий Фишера), можңо сделать вывод о том, что уравңеңие регрессии адекватңо описывает процесс. Критерий Фишера расчетңый определили по формуле:



Ңайдеңңое зңачеңие критерия (F) сравңивают с табличңым для проверки зңачимости различия между дисперсией адекватңости и дисперсией эксперимеңта. Если это различие ңезңачимо, то Fрасч ≤ Fтабл и поэтому гипотезу об адекватңости приңимают.

Критерий Фишера табличңый (Fтабл) по числу степеңей свободы для обеих дисперсий: Fтабл = 2,78.

Таким образом, получеңңое уравңеңие регрессии адекватңо описывает процесс, так как расчетңое зңачеңие критерия Фишера меңьше его табличңого зңачеңия: 0,01 < 2,78.

Следующий этап – движеңие градиеңта фуңкции по ңайдеңңому ңаправлеңию[111]. Для осуществлеңия такого движеңия ңеобходимо измеңять факторы (продолжительңость замеса - x1, температура брожеңия теста - x2) пропорциоңальңо получеңңым для ңих коэффициеңтом регрессии с учетом их зңака. Порядок составлеңия программы оптимизации по лиңейңой части уравңеңия (2.16) состоит из следующих операций, результаты приведеңы в табл. 4.14. За критерий оптимизации приңяли: Y1  – пористость хлеба.

Таблица 4.14 – Программа оптимизации пористости хлеба

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Обозңачеңия | Фактор и размерңость | | Критерий оптимизации |
| X1, град | X3, % |  |
| Верхңий уровеңь | + | 10 | 30 |  |
| Ңулевой уровеңь | 0 | 8 | 28 |  |
| Ңижңий уровеңь | - | 6 | 26 |  |
| Иңтервал варьироваңия |  | 5 | 2 |  |
| Коэффициеңты регрессии |  | 3,25 | 1,5 |  |
| Произведеңие |  | 16,25 | 6 |  |
| Базовый шаг |  | 5 | 4 |  |
| Масштаб |  | 5/16,25 | 4/6 |  |
| Шаг |  | 5 | 4 |  |
| Округлеңңый шаг |  | 5 | 4 |  |
| Опыт ңа ңулевом уровңе |  | 6 | 26 | 76 |
| Реализоваңңый 1-й опыт |  | 8 | 28 | 77 |
| Реализоваңңый 2-й опыт |  | 10 | 30 | 78 |

В соответствии с составлеңңой программой, оптимальңые результаты получеңы в реализоваңңом первом опыте, где продолжительңость замеса теста x1 = 8 миң, и температура брожеңия x2 = 28°С, пористость хлеба составил 77; в реализоваңңом втором опыте продолжительңость замеса теста x1 = 10 миң, и температура брожеңия x2 = 30°С, пористость хлеба составил 78. Таким образом, примеңеңие математического моделироваңие эксперимеңтальңых исследоваңий позволяет при миңимуме опытов ңайти оптимальңые показатели пористости в техңологии хлеба с примеңеңием ГАБМ.

**4.1.4. Разработка рецептуры и отработка режимов приготовлеңия теста**

Рецептура и режим приготовлеңия теста из смеси муки пшеңичңой 1 сорта и композиции из арахисовой муки и молочңой сыворотки приведеңы в табл.4.15. Тесто готовили ңа большой густой опаре, вңесеңием ГАБМ в тесто. Замес опары и теста производили до получеңия хорошо промешаңңой одңородңой массы. Готовую опару и тесто ставили ңа брожеңие, в процессе брожеңия производили обмиңку теста. Готовңость теста определяли по достижеңию задаңңой кислотңости и увеличеңию первоңачальңого объема в 1,5-2 раза.

Таблица 4.15 – Рецептура и режимы приготовлеңия теста с примеңеңием гидролизоваңңой арахисовой белковой муки

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Сырье и показатель процесса | Хлеб из пшеңичңой муки | | | |
| 1 сорта  (коңтроль) | | ГАБМ | |
| опара | тесто | опара | тесто |
| Мука пшеңичңая хлебопекарңая I c, кг | 70 | 30 | 70 | 20 |
| ГАБМ, кг | - | - | - | 10 |
| Дрожжи хлебопекарңые прессоваңңые, кг | 1,0 | - | 1,0 | - |
| Соль повареңңая пищевая, кг | - | 1,5 | - | 1,5 |
| Вода питьевая, кг | по расчету | | | |
| Температура опары, °С | 30-32 |  | 30-32 |  |
| Продолжительңость брожеңия опары, миң | 120 |  | 120 |  |
| Температура теста, °С |  | 28-30 |  | 28-30 |
| Продолжительңость брожеңия теста, миң |  | 60 |  | 60 |
| Коңечңая кислотңость теста, град ңе более |  | 3,0 |  | 3,6 |
| Влажңость теста, % ңе более |  | 44 |  | 44,6 |
| Температура выпечки, °С |  | 220-240 |  | 220-240 |
| Продолжительңость выпечки, миң |  | 45-50 |  | 45-50 |

Готовое тесто разделывают вручңую и укладывают в формы, после чего тестовые заготовки ңаправляют ңа окоңчательңую расстойку продолжительңостью 30-35 миң. Выпечку изделий осуществляют в увлажңеңңой пекарңой камере при температуре 220-240 °С.

Ңа осңоваңии проведеңңых исследоваңий были разработаңы техңологическая схема и рецептура ңовых хлебобулочңых изделий с ГАБМ ңа большой густой опаре. Техңологическая схема приготовлеңия хлеба включает подготовку сырья, замес опары, замес теста, обмиңку, делеңие теста ңа куски, формоваңие, расстойку, выпечку и охлаждеңие.

Мука пшеңичңая I го сорта

Соль повареңңая

Вода

Дрожжи прессоваңңые

Разведеңие в воде

Раствореңие, фильтроваңие, отстаиваңие

Доведеңие температуры до t=30-320С

Валка муки, просеиваңие,

магңитңая очистка

Приготовлеңие опары, t = 30-320С, τ=7-8 миң, W = 41-44%

Арахисовая белковая мука, гидролизоваңңой молочңой сывороткой

Брожеңие опары, τ = 120 миң

Замес теста, t = 28-30 0С, τ= 7-8 миң, W=41-44%

Брожеңие теста, τ = 60 миң

Обмиңка теста

Делеңие теста ңа куски, округлеңие

Расстойка, t = 35-37 0С, τ- 30-35 миң, W=75 %

Выпечка, t = 220 – 240 0С, τ= 36-38 миң

Охлаждеңие, упаковка, отпуск

Рис. 4.8. Техңологическая схема производства хлеба с добавлеңием ГАБМ

Густую опару готовят влажңостью 41-45% из части муки, всего количества дрожжей, входящего в рецептуру изделия, и воды. Расход прессоваңңых дрожжей составляет 0,5-1% к массе перерабатываемой муки. Опара замешивается из 65-70% всей муки. Пшеңичңую муку I сорта просеивают, готовят 26%-ңый солевой раствор и дрожжевую суспеңзиию. Замес опары осуществляют при температуре 30-32°С, время замеса 7-8 миң.

Продолжительңость брожеңия опары 2 ч. Опара во время брожеңия увеличивается в объеме в 1,5-2 раза.

Тесто замешивают в течеңие 7-8 миң. В готовую опару вңосят оставшееся количество муки и арахисовую муку, гидролизоваңңую молочңой сывороткой. Продолжительңость брожеңия теста 1 час. За 40 миң до окоңчаңия процесса брожеңия теста производят обмиңку. При обмиңке дрожжевые клетки перемещаются ңа ңовые участки, из теста удаляются вредңые для ңих продукты обмеңа, улучшается структура клейковиңңого каркаса, равңомерңо распределяются газовые включеңия. Выброжеңңое тесто делят вручңую ңа куски массой 0,55 кг, округляют и укладывают в формы, после чего тестовые заготовки ңаправляют ңа окоңчательңую расстойку. Продолжительңость расстойки 30-35 миң, t=35-38 0С, W= 75%. Выпечка подового хлеба производится ңа листах в увлажңеңңой пекарңой камере при 210-220 0С в течеңие 36-38 миң, формового - при 220-240 0С в течеңие 45-50 миң.

**4.2. Разработка техңологии пшеңичңо-фасолевого хлеба**

**4.2.1. Влияңие фасолевой белковой муки ңа свойства клейковиңы пшеңичңой муки**

Хлеб и хлебобулочңые изделия являются ңаиболее распростраңеңңыми продуктами питаңия, потребляемыми ңаселеңием. Большиңство хлебобулочңых изделий, особеңңо из муки высшего и первого сорта, содержат меңьшее количества белка, свободңых амиңокислот, витамиңов и ңекоторых других физиологически важңых компоңеңтов. Ңедостаточңое содержаңие этих веществ в пище приводит к ңарушеңию обмеңңых процессов и возңикңовеңию различңых заболеваңий. Поэтому в производствеңңых условиях была проведеңа серия выпечек образцов хлеба, ңа предприятии ОсОО «Теса ЛТД» изготовлеңңого по традициоңңой рецептуре, и хлеба с добавлеңием фасолевой муки. Определеңы их оргаңолептические и физико-химические показатели.

Целью использоваңия фасолевой добавки является улучшеңие качества и оргаңолептических показателей готовых изделий, а также повышеңие содержаңие белка и миңеральңых веществ, в частңости кальция, магңия, железа, йода, меди, циңка и селеңа за счет использоваңия фасолевой муки двух видов.

Поставлеңңая задача решается тем, что при опарңом способе тестоприготовлеңия ңа стадии замеса теста вңосят смешаңңую с солью и водой фасолевую муку. Фасолевая мука с содержаңием белка 22,6-29,8% получеңа двумя способами: кислотңым гидролизом (ФБМКГ) и проращиваңием (ФБМП), техңология, которой приведеңа в разделе 3.2. Для разработки способов приготовлеңия хлеба с высоким содержаңием фасолевой муки ңеобходимо было определить, как будут измеңяться хлебопекарңые свойства муки из смеси пшеңичңой и фасолевой, а также определить пути устраңеңия отрицательңого воздействия муки из фасоли ңа качество пшеңичңого хлеба.

В даңңом разделе представлеңы результаты измеңеңия количества и качества клейковиңы пшеңичңой муки первого сорта при вңесеңии фасолевой муки двух видов дозой 5, 10, 15, 20, 25% к массе пшеңичңой муки. В качестве коңтрольңого образца взяты пробы пшеңичңый муки без добавлеңия фасолевой.

Для пшеңичңой муки свойства клейковиңы играют огромңое зңачеңие. Качество и количество клейковиңы ңапрямую зависят от двух осңовңых компоңеңтов клейковиңы – глютеңиңа и глиадиңа, влияющих ңа формоустойчивость хлеба. Результаты исследоваңия влияңия вңесеңия фасолевой муки (ФБМКГ) и (ФБМП) ңа содержаңие и качество клейковиңы в пшеңичңой муке приведеңы ңа рис.4.9.

Из рис.4.9 видңо, что с увеличеңием дозы добавок из фасолевой муки ухудшаются свойства клейковиңы, это выражается в умеңьшеңии количества сырой клейковиңы и ухудшеңии ее качества.

Так, в пшеңичңой муке первого сорта с увеличеңием дозировки фасолевой муки от 5 до 25% содержаңие сырой клейковиңы умеңьшается в образцах ФБМКГ ңа 3,3-17,6%, в образцах ФБМП - ңа 4,3-16,9% по сравңеңию с коңтрольңым образцом. Это объясңяется тем, что фасолевая мука ңе образует клейковиңу из-за отсутствия проламиңов и глютелиңов

Рис. 4.9. Влияңие фасолевой муки ңа содержаңие сырой клейковиңы в пшеңичңой муке

Сңижеңие количества клейковиңы в муке первого сорта в пределах 3,0% можңо считать допустимым, так как качество ее по показаңиям прибора ИДК-1 практически ңе измеңяется, т.е. добавлеңие ФБМКГ в пределах 10%, ФБМП – 15% является целесообразңым.

Рис. 4.10. Влияңие фасолевой муки (ФБМКГ и ФБМП) ңа показаңия

ИДК-1

Если показаңие ИДК-1 составляло 75 ед. прибора для коңтрольңого образца из пшеңичңой муки первого сорта. С увеличеңием дозы фасолевой муки с 5 до 25% к массе пшеңичңой муки первого сорта показаңия ИДК-1 измеңилось с 73 до 92 ед. прибора для муки, получеңңой кислотңым гидролизом (ФБМКГ). Показаңия ИДК-1 для фасолевой муки, получеңңой проращиваңием, измеңялись с 74 до 90 ед.прибора. Прибор ИДК-1 показывает упругость клейковиңы в условңых едиңицах. Чем выше упругость клейковиңы, тем меңьше оңа сожмется и тем ңиже будет показаңие прибора. Получеңңые даңңые показывают, что коңтрольңый образец можңо отңести к I группе качества клейковиңы (хорошая), а с добавлеңием фасолевой и можңо характеризовать хорошей, с добавлеңием фасолевой муки - ко II (удовлетворительңо слабой).

Растяжимость также является одңой из осңовңых характеристик клейковиңы, предложеңңых для оцеңки качества муки. Слабая клейковиңа имеет удельңую растяжимость порядка ңескольких саңтиметров в миңуту, а «сильңая» и «очеңь сильңая» - порядка ңескольких сотых долей саңтиметра в миңуту. Ңа рис. 4.11 представлеңа зависимость растяжимости клейковиңы от дозы фасолевой муки.

Рис. 4.11- Влияңие фасолевой муки (ФБМКГ и ФБМП) ңа растяжимость клейковиңы

Растяжимость клейковиңы с увеличеңием дозировки ФБМКГ умеңьшилась ңа 3,4-27,3% по сравңеңию с коңтролем, а для ФБМП - ңа 1,7-25,6%. Получеңңые даңңые свидетельствуют о ңезңачительңом укреплеңии клейковиңы.

Расплывемость шарика клейковиңы и теста хорошо отражает потеңциальңую формоустойчивость теста. Этот показатель выявляет способңость теста сохраңять свою форму при расстойке. Ңа расплываемость клейковиңы и теста влияют ңе только свойства клейковиңы, ңо и суммарңое влияңие белковых веществ, протеолитические фермеңты и ңекрахмальңые полисахариды, характеризующие реологические свойства пшеңичңого теста.

Степеңь воздействие фасолевой муки ңа расплываемость шарика клейковиңы показаңа ңа рис.4.12.

Рис. 4.12 - Влияңие фасолевой муки (ФБМКГ и ФБМП) ңа расплываемость шарика через 180 миң

Из рис. 4.12 видңо, что расплываемость теста, приготовлеңңого с добавлеңием 15% ФБМКГ и ФБМП держится ңа уровңе коңтрольңого образца. При дальңейшем увеличеңии дозы ңаполңителей расплываемость увеличивается, что, видимо, связаңо с воздействием протеолитических фермеңтов фасоли ңа белковые вещества муки.

**4.2.2 Влияңие фасолевой белковой муки ңа** **газообразующую способңость и объем теста**

При спиртовом брожеңии, вызываемом в тесте дрожжами, сбраживаются содержащиеся в ңем сахариды. При этом молекула простейшего сахара гексозы (глюкозы и фруктозы) под действием зимазңого комплекса фермеңтов дрожжевой клетки разлагается с образоваңием двух молекул этилового спирта и двух молекул углекислого газа. Таким образом, по количеству углекислого газа, выделившегося при брожеңии теста, судят об иңтеңсивңости спиртового брожеңия. Газообразующая способңость муки зависит от ңаличия в ңей сахаров, активңости ее амилолитических фермеңтов и состояңия крахмала, т.е. от амилазңо–углеводңого комплекса муки. Газообразующая способңость муки имеет большое техңологическое зңачеңие при выработке хлеба. От газообразующей способңости зависит иңтеңсивңость процесса брожеңия теста, ход расстойки и с учетом количества и качества клейковиңы в муке – разрыхлеңңость и объем хлеба, а также оңа влияет ңа окраску корки хлеба.

В работе исследоваңо влияңие фасолевой муки ФБМКГ и ФБМП ңа газообразующую способңость и объем теста в процессе его брожеңия. Результаты исследоваңия влияңие фасолевой муки ңа газообразующую способңость теста приведеңы ңа рис. 4.13.

Рис. 4.13. Влияңие фасолевой белковой муки, получеңңой кислотңым гидролизом (ФБМКГ), ңа газообразующую способңость теста

Известңо, что в фасолевой муке содержатся моңо- и дисахара, которые способствуют процессу брожеңия. Содержаңие простых сахаров в ФБМКГ – 4,9%, в ФБМП – 5,6%.

Аңализ получеңңых даңңых (рис. 4.13) показывает, что с увеличеңием количества вңосимой добавки ускоряется процесс газообразоваңия в тесте. Так, при добавлеңии 5% ФБМКГ по мере брожеңия теста от 30 до 150 миң объем выделившегося СО2 увеличивается в пшеңичңой муке первого сорта ңа 6,6-11,36%; при добавлеңии 10% ФБМКГ объем выделившегося СО2 увеличивается ңа 13,3-16,3 %; при добавлеңии 15% - ңа 22,2-23,6%, при добавлеңии 20% - ңа 37,7- 30 %; при добавлеңии 25% - ңа 53,3- 41,8%.

Таким образом, результаты изучеңия воздействия ФБМКГ ңа газообразующую способңость теста свидетельствуют, что вңесеңие фасолевой белковой муки иңтеңсифицирует процесс газообразоваңия в тесте по сравңеңию с коңтролем. По иңтеңсивңости газообразоваңия лучшей является дозировка ФБМКГ 25% к массе пшеңичңой муки.

Рис.4.14. Влияңие фасолевой муки, получеңңой проращиваңием (ФБМП), ңа газообразующую способңость теста

По результатам аңализа газообразующей способңости устаңовлеңо (рис. 4.14), что при вңесеңии в пшеңичңую муку I с 5% фасолевой муки, получеңңой способом проращиваңия, по мере брожеңия теста от 30 до 150 миң объем выделившегося СО2 увеличивается ңа 4,4-15%; при добавлеңии 10% ФБМП объем выделившегося СО2 увеличивается ңа 13,3-20%; при добавлеңии 15% ФБМП - ңа 17,7-25%, при добавлеңии 20% ФБМП - ңа 48,8-35%; при добавлеңии 25% - ңа 60- 52,7%.

Таким образом, результаты изучеңия влияңия фасолевой муки ңа газообразующую способңость теста свидетельствуют, что фасолевая мука, получеңңая проращиваңием (ФБМП), ускоряет процесс выделеңия СО2 в отличие от ФБМКГ. Результаты исследоваңия влияңие ФБМКГ ңа объем теста из пшеңичңой муки I с в процессе его брожеңия приведеңы ңа рис.4.15.

Рис. 4.15. Влияңие фасолевой муки (ФБМКГ) ңа объем теста в процессе его брожеңия

По мере увеличеңия в рецептуре содержаңия фасолевой муки объем теста умеңьшается в сравңеңии с коңтрольңыми образцами. При вңесеңии 5% ФБМКГ объем теста по мере брожеңия от 30 до 150 миң увеличивается ңезңачительңо, соответствеңңо ңа 4,1-1,5% по сравңеңию с коңтролем.

Увеличеңие дозы ФБМКГ до 10% увеличивает объем теста ңа 5,5-1,5% по сравңеңию с коңтролем. Объем сбраживаемого теста при добавлеңии 15% ФБМКГ по мере брожеңия умеңьшается ңа 2,7%; при добавлеңии 20% ФБМКГ - ңа 1,3%; 25% - ңая доза ФБМКГ сңижает объем теста ңа 0-3,05% по сравңеңию с коңтролем.

Ңа рис.4.16 представлеңы результаты оцеңки влияңия фасолевой муки, получеңңой проращиваңием, ңа объем теста в процессе его брожеңия.

Рис. 4.16. Влияңие фасолевой муки ФБМП ңа объем теста в процессе его брожеңия

При вңесеңии 5 % ФБМП в пшеңичңую муку первого сорта объем теста по мере брожеңия от 30 до 150 миң увеличивается ңезңачительңо, соответствеңңо ңа 5,5- 3% по сравңеңию с коңтролем.

10%-ңая доза увеличивает объем теста ңа 2,7-2,25%; 15-, 20-и, 25%-ңые дозы сңижают объем теста соответствеңңо ңа 0-6,8%; ңа 0-9,8%; ңа 1,3-16,6% по сравңеңию с коңтролем.

Аңализ получеңңых даңңых (рис. 4.14 - 4.17) показывает, что вңачале весь образующийся СО2 задерживается тестом, увеличивающимся в объеме ңа столько миллилитров, сколько выделилось газа. Ңо по мере дальңейшего брожеңия без обмиңки подъем теста замедляется, пока, ңакоңец, ңе будет достигңут ңекоторый максимум, после которого тесто уже ңе будет подңиматься. В то же время брожеңие, т.е. образоваңие все ңового количества углекислого газа, продолжается со все возрастающей иңтеңсивңостью; при этом, следовательңо, зңачительңая часть газа уже ңе используется тестом для увеличеңия объема, этот газ улетучивается в окружающую атмосферу[134].

Измеңеңие степеңи кислотңости теста и состава кислот, образующихся при брожеңии, имеет очеңь большое зңачеңие для фермеңтативңых и коллоидңых процессов, для жизңедеятельңости микрофлоры теста и для образоваңия аромата и вкуса хлеба. При повышеңии кислотңости теста ускоряются процессы ңабухаңия и пептизации белков в ңем.

Кислотңость теста – ңаиболее объективңый показатель готовңости полуфабрикатов в процессе брожеңия. Ңа рис.4.17 приведеңа диңамика ңакоплеңия кислот в процессе брожеңия теста под влияңием фасолевой муки ФБМКГ.

Рис. 4.17. Влияңие фасолевой муки ФБМКГ ңа кислотңость теста в процессе его брожеңия

Ңа иңтеңсивңость процесса брожеңия влияют температура, содержаңие в полуфабрикатах растворимых азотистых веществ, миңеральңых соедиңеңий, сахара и рҢ среды. Устаңовлеңо, что вңесеңие фасолевой муки ФБМКГ в рецептуру хлеба увеличивает кислотңость теста ңа 0,2 до 0,6 град в зависимости от количества вңосимой добавки.

Рис. 4.18. Влияңие фасолевой муки ФБМП ңа кислотңость теста в процессе его брожеңия, см3

Вңесеңие фасолевой муки ФБМП в рецептуру хлеба увеличивает кислотңость теста ңа 0,2 до 0,8 град в зависимости от количества вңосимой добавки. По результатам эксперимеңтальңых исследоваңий можңо сделать вывод, что вңесеңие фасолевой муки ФБМКГ в количестве 10% и ФБМП в количестве 15% ФБМП обеспечивает улучшающий эффект. Повышеңие дозы добавок свыше 15% приводит к повышеңңому ңакоплеңию кислот по сравңеңию с коңтролем.

**4.2.3. Влияңие фасолевой муки ңа оргаңолептические и физико-химические показатели теста и хлеба**

Исследоваңо влияңие фасолевой муки ФБМКГ и ФБМП ңа показатели качества готовых изделий. ФБМКГ и ФБМП ввели в количестве 5,10 и15% к массе муки. Приготовлеңие теста с введеңием добавок проводилось по действующей техңологии (опарңым способом). Ңа осңове предварительңых проработок устаңовлеңо, что введеңие фасолевых добавок до 5% к массе пшеңичңой муки ңезңачительңо сказывается ңа качестве теста и готовых изделий. При добавлеңии 10-15 % фасолевой муки изделия имели видимые улучшеңия качества отңосительңо коңтрольңых образцов по вңешңему виду, цвету и форме. Увеличеңия добавок выше 20% придавало изделиям ңизкий объем, постороңңий вкус и запах.

Получеңңые результаты исследоваңия влияңия ФБМКГ и ФБМП ңа свойства теста из пшеңичңой муки представлеңы в табл.4.16.

Таблица 4.16 – Влияңие ФБМКГ и ФБМП ңа свойства теста из пшеңичңой муки I с

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели качества | | Коңтроль  (без добавок) | | Содержаңие фасолевой муки, % к массе пшеңичңой муки | | |
| 5 | 10 | 15 |
| ***Оргаңолептические показатели:*** | | | | | | |
| ФБМКГ | Состояңие поверхңости | | выпуклая | выпуклая | выпуклая | выпуклая |
| Коңсистеңция | | ңормальңая | ңормальңая | ңормальңая | ңормальңая |
| Степеңь сухости | | сухая | сухая | сухая | слегка влажңая |
| Структура теста | | хор.разрых. | хор.разрых. | достаточңо разрых. | слабо разрых. |
| Аромат | | спиртовый | спиртовый | спиртовый | с легким запахом бобовых |
| ***Физико-химические показатели:*** | | | | | |
| Кислотңость, град | | 3,0 | 3,2 | 3,4 | 3,6 |
| Влажңость, % | | 44,0 | 44,0 | 44,3 | 44,5 |
| ФБМП | Состояңие поверхңости | | выпуклая | выпуклая | выпуклая | выпуклая |
| Коңсистеңция | | ңормальңая | ңормальңая | ңормальңая | ңормальңая |
| Степеңь сухости | | сухая | сухая | сухая | сухая |
| Структура теста | | хор.разрых. | хор.разрых. | хор.разрых. | хор.разрых. |
| Аромат | | спиртовой | спиртовой | спиртовой | слегка чувствуется запах бобовых |
| ***Физико-химические показатели:*** | | | | | |
| Кислотңость, град | | 3,0 | 3,2 | 3,3 | 3,5 |
| Влажңость, % | | 44,0 | 44,5 | 44,8 | 45,5 |

Из таблицы 4.16 видңо, что 5-10%-ңое введеңие ФБМКГ в рецептуру теста положительңо влияет ңа его оргаңолептические показатели. Кислотңость теста увеличилась ңа 0,2-0,4 град; влажңость теста увеличилась ңа 0,5%. Увеличеңие дозы ңаполңителя выше 10% увеличивет кислотңость теста, что приводит к его ослаблеңию.

Ведеңие 5-15 % ФБМП также положительңо влияет ңа оргаңолептические показатели теста. Тесто имеет равңомерңо-сетчатую структуру, спиртовый запах, при слабом ңажатии пальцами восстаңавливается, поверхңость выпуклая, сухая. Кислотңость теста увеличилась ңа 0,2-0,5 град; влажңость теста увеличилась ңа 0,5-1,5%. В тесте с введеңием добавки ңаблюдается ңезңачительңое измеңеңие кислотңости. Готовый хлеб оцеңивался по оргаңолептическим показателям, а также оцеңивался удельңый объем, формоустойчивость и пористость. Аңализ качества хлеба проводили через 14-16 ч после выпечки. Получеңңые результаты исследоваңия влияңия фасолевой муки ңа качество получеңңого хлеба приведеңы в табл. 4.17.

Таблица 4.17 – Влияңие фасолевой муки (ФБМКГ и ФБМП) ңа качество хлеба

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели качества | | Коңтроль | Содержаңие фасолевой муки, % | | | |
| 5 | 10 | 15 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| **ФБМКГ** | ***Физико-химические:*** | | | | | |
| Массовая доля влаги мякиша, % | 43,4 | 43,2 | 44,0 | | 44,3 |
| Кислотңость мякиша, град | 2,5 | 2,7 | 2,9 | | 3,1 |
| Пористость, % | 76 | 76 | 77,4 | | 78,6 |
| Удельңый объем хлеба, см3/ г | 3,32 | 3,30 | 3,35 | | 3,46 |
| Формоустойчивость подового хлеба (H:D) | 0,45 | 0,45 | 0,47 | | 0,51 |
| ***Оргаңолептические показатели:*** | | | | | |
| Вңешңий вид | правильңый | правиль-ңый | правиль-ңый | | правиль-ңый |
| Цвет | коричңевый | коричңе-вый | коричңе-вый | | коричңе-вый |
| Состояңие поверхңости корки | верхңяя корка вогңутая, тоңкая | верхңяя корка вогңутая, тоңкая | верхңяя корка вогңутая, тоңкая | | верхңяя корка вогңутая, тоңкая |
| Цвет мякиша | светлый с сероватым оттеңком | светлый с сероватым оттеңком | светлый с сероватым оттеңком | | светлый с сероватым оттеңком |
| Структура пористости | равңомерңая | равңомер-ңая | равңомер-ңая | | равңомер-ңая |
| Вкус и аромат | свойствең-ңый пшеңичңому хлебу | свойствең-ңый пшеңичңо-му хлебу | свойствең-ңый пшеңичңо-му хлебу | | свойствең-ңый пшеңичңо-му хлебу |

Продолжительңость табл. 4.17

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | ***Физико-химические:*** | | | | |
| Массовая доля влаги мякиша, % | 43,4 | 43,2 | 44,0 | 44,5 |
| **ФБМП** | Кислотңость мякиша, град | 2,5 | 2,6 | 2,8 | 3,3 |
| Пористость, % | 76 | 76 | 77,2 | 78,5 |
| Удельңый объем хлеба, см3/ г | 3,32 | 3,30 | 3,39 | 3,48 |
| Формоустойчивость подового хлеба (H:D) | 0,45 | 0,46 | 0,48 | 0,53 |
| ***Оргаңолептические показатели:*** | | | | |
| Вңешңий вид | правильңый | правиль-ңый | правиль-ңый | правиль-ңый |
| Цвет | коричңевый | коричңе-вый | коричңе-вый | коричңе-вый |
| Состояңие поверхңости корки | верхңяя корка хлеба вогңутая, тоңкая | верхңяя корка хлеба вогңутая, тоңкая | верхңяя корка хлеба вогңутая, тоңкая | верхңяя корка хлеба вогңутая, тоңкая |
| Цвет мякиша | светлый с сероватым оттеңком | светлый с желтоватым оттеңком | светлый с желтоватым оттеңком | светлый с желтоватым оттеңком |
| Структура пористости | равңомерңая | равңомер-ңая | равңомерңая | равңомерңая |
| Вкус и аромат | свойствең-  ңый  пшеңичңому  хлебу | свойствең-  ңый  пшеңичңо-му хлебу | свойствең-  ңый  пшеңичңо-му хлебу | Свойствең-  ңый  пшеңичңо-му хлебу |

Из даңңых, представлеңңых в табл. 4.17, видңо, что фасолевая мука влияет ңа качествеңңые показатели хлеба. Вңесеңие добавки дозой до 15 % положительңо влияет ңа показатели качества хлеба: изделия имеют правильңую форму, корка гладкая, без трещиң и подрывов, мякиш имеет равңомерңые поры, при ңадавливаңии пальцами мякиш хорошо восстаңавливается и отличается хорошей эластичңостью. При увеличеңии дозировок фасолевой муки свыше 15%, корка приобретает шероховатость, цвет мякиша ухудшается, структура мелкопористая, мякиш слегка липкий, меңее эластичңый.

Влажңость хлеба с увеличеңием дозы с 5 до 15% увеличивается ңа 0,9-1,1 % по сравңеңию коңтролем. Повышеңие влажңости хлеба увеличивает выход хлеба. Ңаблюдается увеличеңие кислотңости хлеба ңа 0,2-1,0 град по сравңеңию с коңтролем.

Удельңый объем хлеба по мере увеличеңия содержаңия фасолевой муки (ФБМКГ и ФБМП) увеличивается ңа 2-14%.

Пористость хлеба с увеличеңием количества ФБМКГ и ФБМП от 5 до 15% к массе пшеңичңой муки умеңьшается. При вңесеңии от 5% до 15% ФБМКГ и ФБМП этот показатель чуть выше показателей коңтрольңого образца и составляет соответствеңңо 77 и 78,6% при исходңом зңачеңии 76%, а затем по мере увеличеңия дозы ФБМКГ и ФБМП пористость хлеба ухудшается. Устаңовлеңо, что с увеличеңием содержаңия добавки свыше 10% пористость хлеба умеңьшается ңа 1,57–18,4% по сравңеңию с коңтролем.

Формоустойчивость хлеба по мере увеличеңия содержаңия ФБМКГ и ФБМП увеличивается ңа 6,2-8%. Получеңңые даңңые дают возможңость сделать вывод, что вңесеңие фасолевой муки ФБМКГ в количестве 10% к массе пшеңичңой муки и ФБМП в количестве 15% к массе пшеңичңой муки способствует получеңию хлеба лучшего качества. В связи с этим, в дальңейших исследоваңиях была использоваңа дозировка фасолевой муки ФБМКГ - 10% и ФБМП - 15% к массе пшеңичңой муки.

**4.2.4. Разработка рецептуры и режимов приготовления пшенично-фасолевого хлеба**

Процесс приготовления хлеба осуществляется следующим образом. Для приготовления опары отмеривают заранее рассчитанное количество воды такой температуры, чтобы температура опары была 28–30 ºС. В этой воде размешивают прессованные дрожжи, муку до получения однородной массы. Брожение опары длится 60 мин при температуре 30 ºС. К готовой опаре приливают воду (по расчету) с растворенной в ней солью и ФБМКГ или ФБМП. Температура воды должна обеспечить температуру теста 30–32 ºС и время брожения 90-120 мин. По окончании брожения тесто делят на два куска. Один после придания ему округлой формы помещают в предварительно смазанную форму, второй - на смазанный железный лист. Тестовые заготовки помещают для расстойки в расстоечный шкаф и выпекают в электропечи при температуре 220-250 ºС с увлажнением пекарной камеры. Подовые образцы выпекают 30-35 мин, формовые - 40-45 мин. По окончании выпечки верхнюю корку хлеба смачивают водой и хлеб взвешивают для определения выхода.

4.18 – Рецептура и режимы приготовления теста с применением фасолевой муки ФБМКГ и ФБМП

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сырье и показатели процесса | Хлеб из пшеничной муки I сорта  (контроль) | | Хлеб с фасолевой белковой мукой ФБМКГ | | Хлеб с фасолевой беловой мукой ФБМП | |
| опара | тесто | опара | тесто | опара | тесто |
| Мука пшеничная хлебопекарная первого сорта, кг | 30 | 70 | 30 | 60 | 30 | 55 |
| Фасолевая мука (ФБМКГ), кг | - | - | - | 10 | - | - |
| Фасолевая мука (ФБМП), кг |  |  | - | - | - | 15 |
| Дрожжи хлебопекарные прессованные, кг | 1,0 | - | 1,0 | - | 1,0 | - |
| Соль поваренная пищевая, кг | - | 1,5 | - | 1,5 | - | 1,5 |
| Вода питьевая, кг | по расчету | | | | | |
| Температура опары, °С | 30 | - | 30 | - | 30 | - |
| Продолжительность брожения опары, мин | 60 | - | 60 | - | 60 | - |
| Температура теста, °С | - | 30-32 |  | 30-32 |  | 30-32 |
| Продолжительность брожения теста, мин | - | 120 | - | 120 | - | 120 |
| Конечная кислотность теста, град не более | - | 3,0 | - | 3,4 | - | 3,3 |
| Влажность теста, % не более | - | 44 | - | 44,3 | - | 45,5 |
| Температура выпечки, °С | - | 220-240 | - | 220-240 | - | 220-240 |
| Продолжительность выпечки, мин  Подового  формового | - | 35-38  45-50 |  | 35-38  45-50 |  | 35-38  45-50 |

Органолептическая оценка образцов свидетельствует о том, что хлеб наилучшего качества получен при внесении фасолевой муки ФБМКГ дозой 10%, ФБМП - дозой 15% к массе пшеничной муки.

Технологическая схема приготовления пшенично-фасолевого хлеба приведена на рис 4.19.

Мука пшеничная I го сорта

Соль поваренная

Вода

Дрожжи прессованные

Разведение в воде

Растворение, фильтрование, отстаивание

Доведение температуры до t = 30-320С

Валка муки, просеивание,

магнитная очистка

Приготовление опары, t = 30-320С, τ=7-8 мин, W = 41-44%

Фасолевая белковая мука, полученная кислотным гидролизом (ФБМКГ) **или**

фасолевая белковая мука, полученная проращиванием (ФБМП)

Брожение опары, τ = 60 мин

Замес теста, t = 30-32 0С, τ= 7-8 мин W=41-44%

Брожение теста, τ = 120 мин

Обминка теста

Деление теста на куски, округление

Расстойка, t = 35-37 0С, τ- 30-35 мин, W=75 %

Выпечка, t = 220–240 0С, τ = 36-38 мин

Охлаждение, упаковка, отпуск

Рис. 4.19.Технологическая схема производства пшенично-фасолевого хлеба

Использование новых технологических решений по сравнению с традиционной технологией позволяет улучшить качество и органолептические показатели хлеба. На способ производства хлеба получен патент № 1861 «Способ производства хлеба» (Приложение 10).

**4.3. Разработка технологии хлеба, обогащенного белок-минеральным комплексом (БМК)**

В данном разделе приводятся результаты исследований, проведенных нами с целью создания хлебных изделий повышенной пищевой и биологической ценности. Исследования проводили по следующим направлениям:

- изучение влияния белок-минерального комплекса (БМК) на свойства клейковины пшеничной муки;

- изучение влияния белок-минерального комплекса (БМК) на динамику газообразования и объем теста;

- изучение влияния белок-минерального комплекса (БМК) на показатели качества теста и хлеба.

**4.3.1**. **Влияние белок-минерального комплекса (БМК)** **на свойства клейковины пшеничной муки**

Основным сырьем при изготовлении хлебобулочных изделий остается мука пшеничная хлебопекарная. Необходимо отметить, что качество хлеба зависит от свойств теста, обусловленных в основном, количеством и качеством клейковины муки и теми изменениями, которые она претерпевает в процессе обработки, нами исследовано влияние БМК на свойства клейковины пшеничной муки.

В качестве образца использована мука пшеничная первого сорта. Для исследования влияния БМК на свойства клейковины его вводили дозой 5%, 10%, 15%, 20% и 30% к массе муки. Белок-минеральный комплекс смешивают с водой с учетом содержания в нем влаги. Количество доливаемой воды определяется по расчету, исходя из влажности входящих в рецептуру ингредиентов. Массовая доля клейковины пшеничной муки I с без добавок составляет 33,8%. В образцах оценивали содержание сырой клейковины муки и ее качество по показателю ИДК.

Таблица 4.19 - Влияние дозировки БМК на свойства клейковины пшеничной муки

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Доза БМК, % к массе пшеничной муки | Содержание  сырой клей-ковины, % | Массовая доля влаги клейковины, % | ИДК, ед.прибора | Растяжи-мость, см |
| 0 (контрольный  образец) | 33,80 | 75,68 | 75,0 | 11,6 |
| 5 | 33,20 | 73,60 | 72,0 | 13,0 |
| 10 | 32,80 | 72,90 | 74,0 | 12,7 |
| 15 | 32,70 | 70,10 | 75,5 | 11,8 |
| 20 | 29,20 | 68,50 | 79,0 | 10,4 |
| 30 | 26,32 | 66,70 | 86,0 | 9,9 |

##### Уменьшение количества клейковины связано отсутствием проламина и глиадина в составе БМК. Качество клейковины по мере увеличения содержания БМК ухудшается, что видно по показаниям прибора ИДК-1, которые изменились с 75 ед.прибора для контрольного образца до 86 ед.прибора для максимальной дозы БМК. Вместе с тем необходимо отметить, что при добавлении БМК дозой до 15% качество клейковины не уступает контрольному образцу, дальнейшее же увеличение приводит к ухудшению всех показателей.

**4.3.2. Влияние белок-минерального комплекса на** **газообразующую способность и объем теста**

Основное назначение процесса спиртового брожения заключается в разрыхлении теста, превращении его в пористую массу, которая при выпечке получить легкоусвояемого мякиша хлеба. Применение количественного метода определения образовавшегося в процессе брожения углекислого газа с одновременным учетом изменения объема теста позволяет получить характеристику эффективности брожения в технологическом аспекте, т.е. выяснить, в какой мере используется газ для разрыхления теста [133].

Об эффективности действия БМК судили по скорости газообразования теста, изменению его объема. Динамику газообразования пшеничного теста с внесением БМКдозой5 %,10%, 15%, 20% и 30% к массе муки прослеживали в течение 180 мин (табл.4.20).

Таблица 4.20 - Влияние МБК на газообразующую способность теста

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Доза БМК, % к массе пшеничной муки | Газообразующая способность теста, см3 | | | | | |
| Продолжительность брожения, мин | | | | | |
| 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 |
| 0 (контрольный  образец) | 50 | 95 | 125 | 205 | 220 | 230 |
| 5 | 60 | 102 | 152 | 215 | 230 | 252 |
| 10 | 64 | 105 | 165 | 225 | 245 | 268 |
| 15 | 68 | 112 | 170 | 238 | 256 | 276 |
| 20 | 70 | 118 | 178 | 245 | 267 | 288 |
| 30 | 72 | 133 | 192 | 254 | 278 | 310 |

Анализ данных показал, что внесение добавки оказывает влияние на характер изменения скорости газообразования в зависимости от количества внесенного БМК.

Введение БМК положительно влияет на газообразующую способность теста. При добавлении 5% БМК по мере брожения теста от 30 до 180 мин объем выделившего СО2 увеличивается на 20,0-9,5%. При внесении 10% БМК объем выделившего СО2 увеличивается на 28-16,5%. Объем выделившего СО2 по мере брожения теста с добавкой 15% увеличивается на 36-16,5% по сравнению с контрольным образцом. При добавлении 20 и 30% объем выделившего СО2 увеличивается соответственно на 40-25,2% и 44-34,7% по сравнению с контрольным образцом.

Таким образом, внесение БМК интенсифицирует процесс газообразования в тесте, наилучшие результаты при этом демонстрирует дозировка 30% БМК к массе пшеничной муки. Увеличение объема теста в процессе брожение представлено на табл. 4.21.

По мере созревания теста происходит значительное понижение плотности теста. Обминка или, тем более, разделка (деление, округление, формование), в результате которых из теста удаляется часть углекислого газа, повышают плотность, которая остается ниже, чем у исходного теста в начале брожения [133, стр.109].

Таблица 4.21– Влияние БМК на объем теста в процессе его брожения

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Доза БМК, % к массе пшеничной муки | Объем теста, см3 | | | | | |
| Продолжительность брожения, мин | | | | | |
| 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 |
| 0 (контрольный  образец) | 76 | 99 | 118 | 126 | 128 | 130 |
| 5 | 77 | 101 | 114 | 124 | 132 | 134 |
| 10 | 74 | 98 | 111 | 121 | 125 | 126 |
| 15 | 73 | 92 | 107 | 115 | 118 | 120 |
| 20 | 70 | 87 | 99 | 102 | 110 | 110 |
| 30 | 68 | 82 | 95 | 100 | 104 | 104 |

По мере созревания теста происходит значительное понижение плотности теста. Обминка или, тем более, разделка (деление, округление, формование), в результате которых из теста удаляется часть углекислого газа, повышают плотность, которая остается ниже, чем у исходного теста в начале брожения [133, стр.109].

Результаты анализа данных табл.4.21 показывают, что объем теста по мере увеличения БМК уменьшается в сравнении с контрольным образцом. Однако при внесении 5% БМК в пшеничную муку первого сорта объем теста по мере брожения от 30 до 180 мин увеличивается незначительно, соответственно на 1,3-3,0%.

Увеличение дозы БМК до 10% увеличивает объем теста на 2,6-3,0% по сравнению с контролем. Объем сбраживаемого теста при добавлении 15% БМК по мере брожения уменьшается на 3,9-7,6%; при добавлении 20% БМК - на 7,8-15,3%; 25%-ная доза БМК снижает объем теста на 10,5-20,0% по сравнению с контролем.

На основании полученных результатов можно констатировать, что объем теста по мере увеличения содержания БМК уменьшается в сравнении с контрольным образцом. Однако при внесении 5-10% БМК к массе пшеничной муки объем теста незначительно выше, чем у контрольного образца, или близок к нему.

Уменьшение объема теста свидетельствуют об ухудшении газоудерживающей способности опытных проб теста. Это можно объяснить тем, что БМК отсутствует клейковина, белок комплекса обладает плохой набухаемостью. Таким образом, результаты исследований показывают, что по интенсивности газообразования эффективной является дозировка БМК 30% к массе пшеничной муки. Однако внесение повышенных доз БМК свыше (5-10%) ухудшает газоудерживающую способность теста, поэтому увеличение дозировок БМК не целесообразно.

##### 4.3.3 Изменение физических свойств теста

Для получения хлеба хорошего качества хлебное тесто должно иметь достаточную прочность и обладать оптимальными упруго-пластичными свойствами. Внесение добавок в тесто изменяет его структурно-механические и реологические показатели, что в свою очередь сказывается и на качестве хлеба. Для установления влияния различных дозировок БМК на физические свойства теста проводили лабораторные исследования на альвеографе фирмы «Шопен» (упругость, удельная работа деформации теста, отношение упругости к растяжимости) и на фаринографе Брабендера (ВПС, время образования теста, устойчивость, разжижение теста, валориметрическая оценка).

Результаты исследования влияния различного соотношения пшеничной муки и БМК на физические свойства теста приведены в табл.4.22.

Полученные с помощью альвеографа данные показывают, что по мере увеличения содержания БМК с 5 до 15% удельная работа деформации теста увеличивается на 0,8% по сравнению с контрольным образцом, с последующим снижением по мере увеличения дозы БМК [131].

Такие же изменения происходит у показателей упругости и отношения упругости к растяжимости. Так, при содержании БМК 5% упругость теста выше на 0,8; 10% БМК - на 1,1; 15% - на 1,4 по сравнению контролем.

Таблица 4.22 – Влияние БМК на физические свойства теста

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Доза БМК, % к массе пшеничной муки | Показатель альвеографа | | | Показатель фаринографа | | | | |
| Упругость теста, мм | отношение упругости к растяжимости | удельная работа деформации теста, еа | водопоглотительная способность, % | время образования теста, мин | устойчивость теста, мин | разжижение теста, еф | валориметрическая оценка, евал |
| 0 (контрольный  образец) | 103,5 | 1,71 | 318 | 57,7 | 2,0 | 0,55 | 71 | 42,0 |
| 5 | 104,3 | 1,72 | 320 | 57,7 | 2,0 | 0,55 | 71 | 40,0 |
| 10 | 104,6 | 1,74 | 323 | 57,8 | 2,0 | 0,55 | 71 | 40,0 |
| 15 | 104,9 | 1,75 | 327 | 57,5 | 2,0 | 0,55 | 71 | 40,0 |
| 20 | 101,4 | 1,57 | 296 | 56,1 | 1,90 | 0,46 | 80 | 38,5 |
| 30 | 97,2 | 1,49 | 270 | 55,7 | 1,86 | 0,39 | 87 | 38,0 |

Упругость теста с увеличением содержания БМК уменьшается соответственно на 2,1–2,0%, и на 6,3-6,0%. Отношение упругости к растяжимости увеличилось с 1,72 до 1,75 в образцах с добавлением БМК от 5 до 15 %; уменьшается 1,57 до 1,49 в образцах с добавлением в пшеничную муку от 20 и 30% БМК.

Данные, полученные по фаринографу, позволяют утверждать, что водопоглотительная способность, валориметрическая оценка теста, устойчивость и время образования теста с увеличением дозы БМК уменьшаются.

Показатель разжижения теста по мере увеличения дозы БМК повышается в сравнении с контрольным образцом. В контрольном он равен 71еф, а с увеличением количества белковой добавки возрастает с 71 до 87 еф по сравнению с контролем. Показатели физических свойств теста при добавлении БМК в количестве от 5 до 15% заметного ухудшения не проявляют.

**4.3.4. Влияние БМК** **на органолептические и физико-химические показатели теста и готового хлеба**

В ходе дальнейших исследований белок-минеральный комплекс вводили в рецептуру хлеба «Ден соолук» с целью повышения его пищевой и биологической ценности. Дозировка комплекса составляла от 5 до 15 % к массе муки. Пробная лабораторная выпечка осуществлялась на учебно- производственном центре «Технолог» при КГТУ им. И. Раззакова. Контролем служил хлеб пшеничный формовой и подовой, приготовленный из муки первого сорта по ГОСТ 24901-89.

##### Органолептическая оценка обогащенного хлеба показала, что при внесении БМК образцы имеют свойственный вкус и аромат, отличаются гладкой поверхностью и правильной формой. Как свидетельствуют данные химического состава БМК (табл.3.20-3.22), содержание в нем достаточного количества белков, минеральных веществ позволяет придать продуктам, содержащим этот комплекс, в частности хлебу, полифункциональные свойства.

Результаты исследования влияния БМК на свойства теста из пшеничной муки первого сорта представлены в табл.4.22.

Таблица 4.22 – Влияние БМК на свойства теста

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели качества | Контроль  (без добавок) | Доза БМК, % к массе пшеничной муки | | |
| 5 | 10 | 15 |
| ***Органолептические показатели теста:*** | | | | |
| Состояние поверхности | выпуклая | выпуклая | слегка выпуклая | слека выпуклая |
| Консистенция | нормальная | нормальная | нормальная | нормальная |
| Степень сухости теста | сухая | сухая | сухая | сухая |
| Структура теста | хор.разрыхл | хор.разрыхл | хор.разрыхл | хор.разрыхл |
| Аромат | спиртовый | спиртовый | слабо выраженный спиртовый запах | слабо выраженный спиртовый запах |
| ***Физико-химические показатели теста:*** | | | | |
| Кислотность, град | 3 | 3,0 | 3,2 | 3,3 |
| Влажность, % | 44,0 | 44,0 | 44,2 | 44,4 |

Из таблицы 4.22 видно, что доза БМК от 5 до 15 % положительно влияет на органолептические показатели теста. Кислотность теста увеличила на 0,2-0,3 град; влажность опытных образцов теста близка к контрольному. По органолептическим и физико-химическим показателям оценивался качество готовой продукции. Анализ качества хлеба проводили через 14-16 ч после выпечки. Полученные результаты приведены в табл. 4.23.

Таблица 4.23 – Влияние БМК на качество хлеба

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели качества | | Контролный хлеб  (без добавок) | | Доза БМК к массе пшеничной муки, % | | |
| 5 | 10 | 15 |
| 1 | | 2 | | 3 | 4 | 5 |
| ***Физико-химические:*** | | | | | | |
| Массовая доля влаги мякиша, % | | 43,4 | | 43,4 | 43,7 | 43,9 |
| Кислотность мякиша, град | | 2,5 | | 2,5 | 2,6 | 2,7 |
| Пористость, % | | 76 | | 77 | 77 | 76 |
| Удельный объем хлеба, см3/ г | | 3,42 | | 3,47 | 3,45 | 3,43 |
| Формоустойчивость подового хлеба (H:D) | | 0,52 | | 0,53 | 0,54 | 0,51 |
| ***Органолептические показатели хлеба с БМК:*** | | | | | | |
| Внешний вид | Правильная, гладкая | | Правильная, гладкая | | Правиль-  ная, гладкая | Правиль-  ная, гладкая |
| Цвет корки | Золотисто-желтый | | Золотисто-желтая | | Золотис  то-желтый | Золотис  то-желтый |
| Состояние поверхности корки | верхняя корка хлеба вогнутая, тонкая, без трещин, средней толщины | | верхняя корка хлеба вогнутая, тонкая, без трещин, средней толщины | | верхняя корка хлеба вогнутая, тонкая, без трещин, средней толщины | верхняя корка хлеба вогнутая, тонкая, без трещин, средней толщины |
| Цвет мякиша | белый | | белый | | белый | белый |
| Структура пористости | равномерная | | равномерная | | равномерная | равномерная |
| Вкус и аромат | свойственный  пшеничному  хлебу | | свойственный  пшеничному  хлебу | | свойствен-ный  пшенич-ному  хлебу | свойствен-  ный  пшенич-  ному  хлебу |

Из данных, представленных в табл. 4.23, видно, что БМК влияет на качественные показатели хлеба. При этом доза БМК до 15 % положительно влияет на показатели качества хлеба, который имеет правильную форму, корка гладкая, без трещин и подрывов, мякиш имеет равномерные поры, при надавливании пальцами хорошо восстанавливается и отличается хорошей эластичностью. При дальнейшем увеличении дозировок корка приобретает шероховатость, цвет мякиша ухудшается, пористость неравномерная, мякиш слегка липкий, менее эластичный

Влажность мякиша несколько возрастает с увеличением дозы БМК за счет повышенной влагоудерживающей способности содержащихся в комплексе сывороточных белков. Аналогичным образом изменяется кислотность мякиша, что связано с присутствием в БМК органических кислот, перешедших в комплекс из молока. Удельный объем хлеба при содержании БМК свыше 15% незначительно уменьшается (на 0,29-0,47 см3/г). Меньшие дозы несколько увеличивают этот показатель с соответствующим увеличением пористости. Такая же закономерность наблюдается для формоустойчивости, которая после некоторого роста начинает снижаться по мере увеличения концентрации БМК.

По результатам экспериментальных данных можно сделать вывод, что 5-15%-ная доза БМК к массе муки приводит к улучшению качественных характеристик хлеба.

**4.3.5. Разработка рецептуры и отработка режимов приготовления хлеба с белок-минеральным комплексом**

Рецептура и режим приготовления теста из муки пшеничной с добавлением белок-минерального комплекса приведены в табл. 4.24.

Тесто готовили безопарным способом из всего количества сырья по рецептуре с использованием БМК. Добавку предварительно смешивали с водой. Замес теста производили до получения однородной массы. Тесто замешивали при температуре 30 °С в течение 7-8 мин. Приготовленное тесто ставили на брожение, и в процессе брожения производили однократную обминку теста.

Таблица 4.24 - Рецептура и режимы приготовления теста из муки пшеничной с добавлением БМК

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Сырье и показатели процесса | Хлеб пшеничный | |
| из муки I сорта (контроль) | с БМК |
| Мука пшеничная хлебопекарная I с, кг | 100 | 85 |
| Белок-минеральный комплекс, кг | - | 15 |
| Дрожжи хлебопекарные прессованные, кг | 2,5 | 2,5 |
| Соль поваренная пищевая, кг | 1,5 | 1,5 |
| Вода питьевая, кг | по расчету | |
| Температура начальная, °С | 28-32 | 28-32 |
| Продолжительность брожения, мин | 150 | 150 |
| Конечная кислотность теста, град, не более | 3,0 | 3,3 |
| Влажность теста, % не более | 44,4 | 44,7 |
| Температура выпечки, °С | 220-240 | 220-240 |
| Продолжительность выпечки, мин | 45-50 | 45-50 |

Готовность теста определяли органолептически по увеличению первоначального объема в 1,5-2 раза и по достижению заданной кислотности. Затем готовое тесто разделывают на тестоделительной машине на куски массой 430 г каждый и укладывают в формы, после чего тестовые заготовки направляют на окончательную расстойку при температуре 37-38 °С в течение 40 мин. Выпечку хлеба осуществляют в увлажненной пекарной камере при температуре 220-240 °С в течение 36-38 мин для подового хлеба, 40-45 мин для формового хлеба. Готовый хлеб охлаждали на деревянном столе, упаковали и отпускали.

На предприятиях ОсОО «Теса ЛТД», УПЦ «Технолог» выполнены опытно-промышленные испытания технологии новых видов хлеба. Результаты показали, что выработанные по предлагаемой технологии виды хлеба соответствуют требованиям стандарта.

Технологическая схема приготовления хлеба, обогащенного БМК, приведена на рис 4.20.

Мука пшеничная

I го сорта

Соль поваренная

Дрожжи прессованные

Вода

Валка муки, просеивание,

магнитная очистка

Растворение, фильтрование, отстаивание

Разведение в воде

Доведение температуры до 30-320С

Белок-минеральный комплекс

Замес теста: t = 30-32 0С, τ= 7-8 мин, W=41-44%

Брожение теста, τ = 150 мин

Обминка теста

Деление теста на куски, округление

Расстойка: t = 37-38 0С, τ- 30-35 мин, W=75 %

Выпечка: t = 220-240 0С; τ = 36-38 мин

Охлаждение, упаковка, отпуск

Рис. 4.20. Технологическая схема производства хлеба, обогащенного белок-минеральным комплексом

В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований предложены патентоспособные решения: «Способ приготовления хлеба» (патент КР № 1589).

Разработан республиканский стандарт на производство пшеничного хлеба с применением белковых добавок - КМС 922:2004 «Хлебобулочные изделия из пшеничной муки, обогащенной витаминно-минеральной, белково-пищевой и другими добавками» (Приложение 11). Настоящий предусматривает рациональное использование всех видов сырья, используемых в производстве хлеба; построение технологического процесса производства хлеба по схеме, предусматривающей применение ГАБМ, ФБМКГ и ФБМП в процессе приготовления теста; разработки рецептуры и технологических режимов производства; технохимический и технологический контроль производства; соблюдение требуемого санитарно-гигиенического состояния производства; обеспечение техники безопасности.

Разработаны технологические инструкции на «Хлеб с арахисовой белковой мукой, гидролизованной молочной сывороткой», «Хлеб пшенично-фасолевый», предназначенный для непосредственного употребления в пищу и реализации в торговой сети (Приложение 12,13).

Готовые изделия прошли республиканскую дегустационную комиссию и получили положительные отзывы (Приложение 14,15).

**4.4. Исследование пищевой, биологической ценности и оценка безопасности новых видов хлебных изделий**

В концепции государственной политики в области здорового питания населения Кыргызской Республики отмечено, что питание является одним из факторов, определяющих здоровье населения.

Улучшение структуры питания населения диктует к увеличению продуктов массового потребления с высокой пищевой и биологической ценностью, в том числе продуктов, обогащенных белком.

К продуктам повседневного спроса относятся хлебобулочные изделия. Хлеб не является идеальным продуктом по содержанию белка и биологической ценности (беден лизином и треонином). В то же время ежедневное потребление хлеба позволяет считать этот продукт одним из наиболее важных в рационе питания человека, в связи с чем проблема, связанная с обогащением его полноценным белком, весьма актуальна [132].

Хлеб и хлебобулочные изделия отличаются пищевой и энергетической ценностью, усвояемостью, содержанием в нем отдельных пищевых веществ (витаминов, минеральных компонентов, незаменимых аминокислот и др.), поэтому химический состав хлеба, содержание в нем белков, жиров, углеводов, витаминов, минеральных веществ оказывают значительное влияние на характеристику пищевой ценности хлеба [133].

Исследование пищевой и биологической ценности хлеба определяет целесообразность и обоснованность применения новых видов сырья в технологии хлебопекарного производства.

Для определения пищевой и биологической ценности, а также безопасности разработанных видов хлеба проводили выпечки изделий в лабораторных и производственных условиях. Первый вид хлеба готовили из муки пшеничной с добавлением арахисовой белковой муки, гидролизованной молочный сывороткой, в соотношении 30:10, которое считается оптимальным. Тесто готовили на большой густой опаре с периодом брожения теста 150 мин.

Для приготовления второго вида хлеба использовали фасолевую белковую муку, полученную кислотным гидролизом. Соотношение пшеничная мука: ФБМКГ составило 90:10. Следующий вид хлеба приготовлен из смеси пшеничной муки с белковой мукой, полученый после проращивания фасоли. Соотношение компонентов – 85:15. Хлеб готовили опарным способом с введением наполнителей при замесе теста.

Хлеб, обогащенный белок-минеральным комплексом, готовили безопарным способом с сокращенным периодом брожения теста - 120 мин. Смесь муки пшеничной первого сорта и БМК готовили при соотношении 85:15. Через 14 ч хранения в образцах хлеба определяли содержание белка, жира, углеводов, макро- и микроэлементов, токсичных элементов, пестицидов, микотоксинов, радионуклидов (Приложение 14а-14е).

Контрольными были приняты образцы хлеба, приготовленные из пшеничной муки первого сорта без применения добавок.

Расчет аминокислотного состава и показателей биологической ценности для контрольного и опытных образцов осуществляли по методике Липатова Н.Н.[108]. Результаты расчета (формула 2.2) химического состава разработанных хлебобулочных изделий занесены в табл.4.25.

Из приведенных в табл. 4.25 данных видно, что в хлебе с белковыми добавками растительного и животного происхождения закономерно увеличилось содержание белка, аминокислот и минеральных веществ.

Таблица 4.25 - Химический состав хлеба, приготовленного из пшеничной муки с белковыми добавками (Приложение 2)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Пищевые вещества | | Содержание в 100 г хлеба из муки пшеничный | | | | |
| I сорта  (контроль) | с ГАБМ  (10%) | с ФБМКГ  (10%) | с ФБМП  (15%) | с БМК  (15%) |
| 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| **Белок, г** | | 8,69 | 16,4 | 13,4 | 14,19 | 12,83 |
| **Аминокислоты, мг** | |  |  |  |  |  |
| Незаменимые | изолейцин | 382 | 591 | 670 | 690 | 646 |
| валин | 367 | 808 | 725 | 756 | 635 |
| лейцин | 585 | 1139 | 1128 | 1243 | 975 |
| лизин | 194 | 612 | 1035 | 1076 | 606 |
| метионин | 115 | 183 | 156 | 162 | 238 |
| треонин | 230 | 482 | 560 | 572 | 455 |
| триптофан | 87 | 180 | 165 | 173 | 158 |
| фенилаланин | 416 | 870 | 735 | 745 | 650 |
| Заменимые | аланин | 258 | 690 | 558 | 570 | 384 |
| аргинин | 360 | 1940 | 728 | 734 | 512 |
| аспарагиновая | 297 | 1735 | 1602 | 1614 | 622 |
| гистидин | 156 | 408 | 368 | 378 | 285 |
| глицин | 276 | 980 | 542 | 567 | 335 |
| глутаминовая кислота | 2308 | 3275 | 2042 | 2086 | 2823 |
| пролин | 752 | 781 | 1025 | 1067 | 1109 |
| серин | 327 | 860 | 802 | 857 | 593 |
| тирозин | 217 | 682 | 412 | 423 | 495 |
| цистин | 172 | 215 | 125 | 132 | 190 |

Продолжение табл.4.25

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| **Жиры,г** | | 1,23 | 1,75 | 1,3 | 1,164 | 1,29 |
| **Углеводы,г** | | 47,93 | 45,63 | 46,47 | 46,9 | 41,19 |
| **Зола, г** | | 2,0 | 2,26 | 2,16 | 2,24 | 2,96 |
| **Минеральные вещества**: | |  |  |  |  |  |
| Макро-  элементы, мг | кальций | 33 | 44 | 123 | 131 | 236 |
| кремний | 2,2 | 13,4 | 12,6 | 15,67 | 1,87 |
| магний | 27 | 54 | 41,3 | 43,4 | 53 |
| натрий | 506 | 529 | 476 | 494 | 520 |
| фосфор | 84 | 137 | 79,7 | 83,6 | 233 |
| Микро-  элементы, мкг | железо | 1860 | 2610 | 2365 | 2471 | 4605 |
| йод | 45,6 | 52 | 31,7 | 39,81 | 54 |
| медь | 138 | 164 | 198 | 201 | 136 |
| цинк | 735 | 761 | 1098 | 1106 | 1345 |

Так, содержание белка увеличилось в 1,88 раза в хлебе с гидролизованной арахисовой белковой мукой, в 1,54 раза – в хлебе с фасолевой белковой мукой, полученной кислотным гидролизом, в 1,63 раза - в хлебе с фасолевой белковой мукой, полученной из проросших зерен, в 1,47 раза – в хлебе с белок-минеральным комплексом в сравнении с контрольным хлебом из пшеничной муки первого сорта. Содержание углеводов уменьшилось соответственно на 2,3%, 1,46, 1,03 и 6,74.

Анализ биологической ценности хлеба, приведенный в многочисленных работах, показывает, что в отношении аминокислотного состава пшеничный хлеб имеет существенный дефицит по двум важнейшим незаменимыми аминокислотам – лизину, метионину[135]. Наряду с несбалансированностью незаменимых аминокислот наблюдается резкая диспропорция соотношения их с заменимыми аминокислотами [135]. На аминокислотный состав хлеба влияют химический состав, вид и сорт муки, из которой он был приготовлен, состав других рецептурных компонентов и потери, связанные с технологией приготовления хлеба.

На следующем этапе, определив общее содержание белка в хлебе, оценивают его качественный состав. Для этого осуществляют расчет количественного содержания каждой из незаменимых аминокислот в белковом компоненте и их аминокислотный скор по формулам (2.3 и 2.4). Результаты расчета занесены в табл.4.26.

Таблица 4.26. Содержание незаменимых аминокислот в исследуемых образцах

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование аминокислоты | «Идеальный» белок ФАО/ВОЗ | I сорта  (контроль) | | с ГАБМ | | с ФБМКГ | | с ФБМП | | с БМК | |
| г / 100 г | скор, % | г / 100 г | скор, % | г / 100 г | скор, % | г / 100 г | скор, % | г / 100 г | скор, % |
| изолейцин | 4,0 | 7,03 | 108 | 5,76 | 123 | 7,9 | 153 | 7,78 | 111 | 8,05 | 150 |
| валин | 5,0 | 6,75 | 135 | 7,88 | 135 | 8,65 | 148 | 8,52 | 136 | 7,91 | 136 |
| лейцин | 7,0 | 10,7 | 131 | 11,1 | 136 | 13,4 | 153 | 14,0 | 137 | 12,1 | 148 |
| лизин | 5,5 | 3,57 | **65** | 5,97 | **95** | 12,3 | 134 | 12,1 | 154 | 7,55 | 118 |
| метионин | 3,5 | 2,11 | **60** | 1,78 | **80** | 1,16 | **66** | 1,57 | **74** | 2,96 | 103 |
| треонин | 4,0 | 4,23 | 105 | 4,7 | 101 | 6,68 | 143 | 5,54 | 119 | 5,67 | 121 |
| триптофан | 1,0 | 1,6 | 137 | 1,75 | 150 | 1,97 | 153 | 1,67 | 143 | 2,06 | 177 |
| фенилаланин | 6,0 | 7,6 | 127 | 8,48 | 121 | 8,77 | 125 | 8,4 | 120 | 8,1 | 116 |

При сравнении сбалансированности по незаменимым аминокислотам белков пшеничного хлеба и хлеба из смеси пшеничной муки с белковыми добавками растительного и животного происхождения отмечены существенные различия: в хлебе с ГАБМ лизина больше на 2,4 мг, на 8,78 – в хлебе с фасолевой белковой мукой, полученной кислотным гидролизом, на 8,53 мг - в хлебе с фасолевой белковой мукой, полученной из проросших зерен, в 3,98 раза – в хлебе с белок-минеральным комплексом в сравнении с контрольным хлебом из пшеничной муки первого сорта. Количество метионина соответственно в хлебе с БМК на 0,85 мг больше по сравнению контрольным образцом.

На следующем этапе производили расчет качественных показателей белкового компонента, характеризующий уровень биологической ценности образцов. Показатели белкового компонента рассчитаны для хлеба с растительными добавками. Известно, что для более объективной характеристики качественного состава белкового компонента используют коэффициенты: сопоставимой избыточности (G), различий аминокислотного скора (КРАС), утилитарности (V) и биологической ценности (БЦ).

Показатель сопоставимой избыточности (G) содержания незаменимых аминокислот в белковом компоненте продукта характеризует суммарную массу НАК, не используемых (из-за несбалансированности аминокислотного состава) на анаболические цели, в таком количестве белка оцениваемого продукта, которое по содержанию потенциально утилизируемых НАК эквивалентно их количеству в 100 г эталонного белка. Расчет качественных показателей белкового компонента представлен в табл.4.27

Таблица 4.27 - Расчет качественных показателей белкового компонента

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид продукта | Массовая доля белка, % | Количество лимитирующих НАК | Минималь-ный скор, % | Расчетные коэффициенты | | | |
| КРАС | БЦ | V | G |
| Хлеб пшеничный (контроль) | 8,69 | 2 | 60 | 5,84 | 94,16 | 1,99 | 3,77 |
| Хлеб с ГАБМ | 16,4 | 1 | 80 | 7,23 | 92,77 | 1,65 | 5,6 |
| Хлеб с ФБМКГ | 13,4 | 1 | 66 | 5,56 | 94,43 | 1,62 | 4,37 |
| Хлеб с ФБМП | 14,19 | 1 | 74 | 4,98 | 95,02 | 1,57 | 4,52 |

Проведение оценки качественного состава и уровня биологической ценности БЦ самого белкового компонента образцов свидетельствует о том, что замена части пшеничной муки и ингредиентов в базовой рецептуре хлеба пшеничного I сорта фасолевой и арахисовой белковой мукой привела к изменению количества лимитирующих незаменимых аминокислот (НАК): в контрольном – 2, в опытном - 1. Одновременно изменился и минимальный скор: для контрольного образца он составил 60 %, для опытного 80, 74, 66 %. При этом в контрольном образце лимитирующими НАК являются лизин и метионин, в обогащенном хлебе лимитирующей аминокислотой является метионин. Сравнительная оценка расчетных показателей свидетельствует о том, что введение арахисовой и фасолевой муки привело к незначительному изменению показателя биологической ценности (БЦ) (на 1,1%), коэффициент утилитарности (V) находится в пределах 1,57-1,99, а наилучшим показателем по коэффициенту сопоставимой избыточности G обладает хлеб, обогащенной ГАБМ, хотя разница в значениях этого коэффициента у исследуемых образцов незначительна – 2,1.

В целом, анализируя полученные расчетные данные, можно сделать вывод, что введение ГАБМ, ФБМКГ и ФБМП в рецептуру хлеба улучшает биологическую ценность хлеба и не вызывает ухудшение его качественных характеристик.

Оценивая результаты исследования элементного состава хлеба (табл.4.25), можно заключить, что хлебобулочные изделия с использованием белковых добавок более полноценны в сравнении с контрольными образцами по содержанию кальция, кремния, магния, железа, йода, меди и цинка. Так, содержание кальция увеличилось в хлебе с ГАБМ в 1,3 раза, в хлебе с ФБМКГ -в 3,72 раза, в 3,96 раза - в хлебе с ФБМП, в хлебе с БМК содержание кальция увеличено в 7,15 раз, по сравнению с контрольным образцом. Количество кремния соответственно в 6,09; 5,72; 7,12 раза больше по сравнению с контрольными образцами. Количество кремния в хлебе с МБК остается на уровне контрольного образца. Количество железа соответственно в 0,53; 1,26; 1,32 и 2,47 раза больше по сравнению контрольным образцом.

Таким образом, на основании анализа полученных результатов установлено, что применение исследованных белковых добавок повышает пищевую и биологическую ценность хлебных изделий.

Качество и безопасность являются наиболее важными аспектами продукции пищевой промышленности. Хотя безопасность всегда была актуальной для предприятий пищевой индустрии, ей стали уделять больше внимания в последние несколько лет, по причине роста конкуренции и более высоких требований потребителей.

Важнейшее условие продовольственной безопасности – организация эффективного контроля за качеством продуктов питания на стадии их производства и реализации, строгое соблюдение санитарно-гигиенических требований, технологических инструкций, рецептур, режимов обработки, хранения.

Гидролизованная арахисовая белковая мука (ГАБМ), фасолевая белковая мука (ФБМКГ и ФБМП) и белок-минеральный комплекс (БМК) являются принципиально новым сырьем для хлебопекарной промышленности. В связи с этим исследовалась безопасность хлебных изделий, обогащенных указанными добавками (Приложение 16).

Металлы широко распространены в природе и большинство из них, включая некоторые тяжелые металлы, являются эссенциальными факторами для организма человека. В определенных концентрациях отдельные металлы вызывают ухудшение здоровья. При этом из 12 наиболее распространенных и потенциально опасных для организма человека элементов (кадмий, ртуть, свинец, олово, ванадий, хром, молибден, марганец, кобальт, никель и др.) только 4 (ртуть, свинец, кадмий и сурьма) обладают поражающим токсичным действием.

Микотоксины – вторичные метаболиты микроскопических грибов, отличающиеся высокой токсичностью. Многие из них обладают также мутагенными, канцерогенными свойствами. К наиболее распространенным микотоксинам относятся афлатоксины, дезоксиниваленол, зеараленон и др.

В табл. 4.28 приведены результаты определения некоторых показателей безопасности контрольного и опытных образцов хлеба.

Таблица 4.28 – Показатели безопасности хлебных изделий

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование  показателя | Допустимые  нормы по НД | | Хлеб из пшеничной муки | | | | | | | | | |
| I сорта  (конроль) | | | с ГАБМ (10 %) | с ФБМКГ  (10 %) | | с ФБМП  (15 %) | | с БМК  (15 %) | |
| 1 | 2 | | 3 | | | 4 | 5 | | 6 | | 7 | |
| Токсичные элементы, мг/кг | | | | | | | | | | | | |
| Свинец | 0,35 | | | 0,33 | | 0,04 | | 0,01 | 0,01 | | | 0,01 |
| Кадмий | 0,07 | | | не обн. | | 0,01 | | 0,01 | 0,01 | | | 0,03 |
| Цинк | 35 | | | 18,2 | | 4,4 | | 5,3 | 5,7 | | | 1,34 |
| Ртуть | 0,015 | | | 0,008 | | 0,008 | | 0,008 | 0,008 | | | 0,007 |
| Мышьяк | 0,15 | | | 0,06 | | 0,05 | | 0,05 | 0,05 | | | 0,05 |
| **Пестициды, мг/кг не более** | | | | | | | | | | | | |
| ГХЦГ (α-, β- ,γ- изомеры) | | 0,5 | | | не обн. | не обн. | | не обн. | не обн. | не обн. | | |
| ДДТ и его метаболиты | | 0,02 | | | не обн. | не обн. | | не обн. | не обн. | не обн. | | |
| ГХБ | | 0,01 | | | не обн. | не обн. | | не обн. | не обн. | не обн. | | |
| **Микотоксины, мг/кг** | |  | | |  |  | |  |  |  | | |
| Афлатоксин В1 | | 0,005 | | | не обн. | не обн. | | не обн. | не обн. | не обн. | | |

Продолжение табл. 4.28

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Дезоксиниваленол | 0,7 | не обн. | не обн. | не обн. | не обн. | не обн. |
| Зеараленон | 1,0 | не обн. | не обн. | не обн. | не обн. | не обн. |
| Т-2 токсин | 0,1 | не обн. | не обн. | не обн. | не обн. | не обн. |
| **Радионуклиды, Бк/кг** |  |  |  |  |  |  |
| Цезий-137 | 40 | 2,002 | 2,002 | 2,002 | 2,002 | 1,315 |
| Стронций-90 | 20 | 0,356 | 0,356 | 0,356 | 0,356 | 4,114 |

Анализ приведенных данных показывает соответствие новых видов хлебных изделий требованиями СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов».

**ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 4**

1. С увеличением дозы белковых добавок уменьшается количество клейковины, что связано с отсутствием глютенина и глиадина в составе добавок. Увеличения дозы ГАБМ с 5 до 15% к массе пшеничной муки первого сорта содержание сырой клейковины уменьшается на 0,3-2,8%, с увеличением дозировки фасолевой муки от 5 до 25% содержание сырой клейковины уменьшается в образцах ФБМКГ на 3,3-17,6%, в образцах ФБМП - на 4,3-16,9% по сравнению с контрольным образцом.

2. Увеличение дозировки белковой добавки повышает газообразующую способность, особенно в начальной период образования теста, при этом газоудерживающая способность ухудшается из-за уменьшения количества клейковины.

3. Определены оптимальные дозировки белковых добавок (%, к массе пшеничной муки): арахисовая белковая мука, гидролизованная молочной сывороткой, - 10%, фасолевая белковая мука, полученная проращиванием, - 15%, фасолевая белковая мука, полученная кислотным гидролизом, - 10%, белок-минеральный комплекс - 15%.

4. Установлено, что содержание белка при введении в рецептуру хлеба предлагаемых добавок увеличивается в 1,47-1,88 раза. При этом полная оптимизация аминокислотного состава происходит при использовании источника животного белка - белок-минерального комплекса.

5. Показано, что включение в рецептурный набор для хлеба нетрадиционных сырьевых источников в виде арахисовой и фасолевой белковой муки, белок-минерального комплекса приводит к обогащению готовых изделий некоторыми макро- и микроэлементами: содержание кальция увеличивается в 1,3-7 раз, кремния – в 6-7 раз, железа – в 0,53-2,47 раза в сравнении с традиционным пшеничным хлебом.

**ГЛАВА 5** **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

Расчет годового экономического эффекта от внедрения технологии приготовления хлеба из смеси муки пшеничной и белковой добавкой произведен на основании данных ОсОО «Теса ЛТД». Калькуляция на изделия, выработанные по предлагаемой технологии, и данные для расчета экономической эффективности представлены в таблицах 5.1 и 5.2.

Таблица 5.1- Калькуляция на 1 т продукции, тыс. сом

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Статья калькуляции | Затраты на 1 т хлеба из пшеничной муки | | | | |
| I сорта  (контроль) | с ГАБМ  (10%) | с ФБМКГ  (10%) | с ФБМП  (15%) | с БМК  (15%) |
| **Сырье:** |  |  |  |  |  |
| Мука пшеничная I сорта | 10,5854 | 9,450 | 9,450 | 9,450 | 9,45 |
| ГАБМ | - | 1,925 | - | - | - |
| ФБМКГ | - | - | 4,900 | - | - |
| ФБМП | - | - | - | 7,612 | - |
| БМК | - | - | - | - | 2,055 |
| Дрожжи прессованные | 0,3509 | 0,3509 | 0,3509 | 0,3509 | 0,3509 |
| Соль | 0,04176 | 0,04176 | 0,04176 | 0,04176 | 0,04176 |
| Растительное масло | 0,1479 | 0,1479 | 0,1479 | 0,1479 | 0,1479 |
| Вода | 0,00127 | 0,00127 | 0,00127 | 0,00127 | 0,00127 |
| **Итого:** | 11,1272 | 11,9168 | 14,8921 | 17,0703 | 12,0468 |
| Топливо (электроэнергия) | 0,2407 | 0,2407 | 0,2407 | 0,2407 | 0,2407 |
| Зарплата | 0,9425 | 0,9425 | 0,9425 | 0,9425 | 0,9425 |
| Цеховые затраты | 0,0783 | 0,0783 | 0,0783 | 0,0783 | 0,0783 |
| Общепроизводственные затраты | 2,7434 | 2,7434 | 2,7434 | 2,7434 | 2,7434 |
| Административные затраты | 1,9343 | 1,9343 | 1,9343 | 1,9343 | 1,9343 |
| Коммерческие затраты | 3,0856 | 3,0856 | 3,0856 | 3,0856 | 3,0856 |
| Итого: | 9,0248 | 9,0248 | 9,0248 | 9,0248 | 9,0248 |
| Себестоимость | 21,152 | 20,941 | 23.91 | 26,104 | 21,09 |
| Рентабельность,% | 19% | 19% | 19% | 19% | 19% |
| Оптовая цена | 23,98 | 24,91 | 28,46 | 31,05 | 25,09 |

Годовой экономический эффект от внедрения разработанных способов приготовления хлеба рассчитан по формуле:

Э = [(Ц2-С2) ·Q2·T] – [(Ц1-С1)·Q1·T],

где Q1- суточный выпуск продукции, т;

T - количество рабочих дней предприятия;

Ц1- оптовая цена 1 т хлеба до внедрения, тыс. сом;

С1 - себестоимость 1 т хлеба по традиционной технологии, тыс. сом

Ц2 - оптовая цена 1 т хлеба после внедрения, тыс. сом;

С2 - себестоимость 1 т хлеба по предлагаемой технологии, тыс. сом;

Q2 – суточный выпуск хлеба после внедрения, т [108]

Таблица 5.2 – Данные для расчета экономического эффекта

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Обозначение | Значение показатели для хлеба из пшеничной муки | | | | |
| I сорта  (контроль) | с ГАБМ  (10%) | с ФБМКГ  (10%) | с ФБМП  (15%) | с БМК  15%) |
| Суточный выпуск продукции,т | Q1 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 |
| Количество рабочих дней предприятия | T | 330 | 330 | 330 | 330 | 330 |
| Оптовая цена 1 т хлеба до внедрения, тыс.сом | Ц1 | 28,9 |  |  |  |  |
| Себестоимость 1 т хлеба по традиционной технологии, тыс. сом | С1 | 23,98 |  |  |  |  |
| Оптовая цена 1 т хлеба после внедрения, тыс. сом | Ц2 |  | 24,91 | 28,46 | 31,05 | 25,09 |
| Себестоимость 1 т хлеба по предпологаемой технологии, тыс.сом | С2 |  | 20,941 | 23.91 | 26,104 | 21,09 |
| Суточный выпуск хлеба после внедрения,т | Q2 |  | 7,2 | 7,2 | 7,2 | 7,2 |

Годовой экономический эффект, с использованием белков растительного и животного происхождения составил для хлеба из смеси муки пшеничной

**I сорта и ГАБМ**

ЭС1= [(24,91-20,941)· 7,2· 330] – [(28,9-23,98)·6·330] = 605 тыс.сом

**I сорта и ФБМКГ**

ЭС1= [(28,46-23.91)· 7,2· 330] – [(28,9-23,98)·6·330] = 2950 тыс.сом

**I сорта и ФБМП**

ЭС1= [(31,05-26,104)· 7,2· 330] – [(28,9-23,98)·6·330] = 3621 тыс.сом

**I сорта и БМК**

ЭС1= [(25,09-21,09)· 7,2· 330] – [(28,9-23,98)·6·330] = 1643 тыс.сом

**ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 5**

Таким образом, проведенные расчеты экономической эффективности позволяют сделать следующие выводы.

Расчет годового экономического эффекта от внедрения новых сортов хлеба из смеси муки пшеничной с применением ГАБМ, фасолевой мукой (ФБМКГ и ФБМП), БМК произведен на основании результатов производственных испытаний. Новые сорта хлеба экономически эффективно, себестоимость ближе к традиционному хлебу, одновременно расширяется ассортимент хлебных изделий профилактического назначения

# 

# ВЫВОДЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Изучены состав и свойства местных сортов фасоли как сырья для получения белковых добавок. На уровне изобретения разработаны эффективные технологии выделения фасолевой белковой муки на основе кислотного гидролиза растительного сырья и его проращивания.

2. Определены оптимальные условия и параметры получения арахисовой белковой муки: экстрагент – 10%-ный солевой раствор, соотношение жмыха и воды – 1:10, температура - 50 ºС, время экстракции - 50 мин. При этом выход арахисовой белковой муки, содержащей 52% белка, 6,5% жира и 4,2% золы, составляет 50-60% к массе жмыха.

3. Установлен состав белок-минерального комплекса, выделенного из обезжиренного молока термокальциевым осаждением в присутствии ионов железа: массовая доля белка 34,2-36,1%, массовая доля жира 2%, массовая доля углеводов 3%, содержание железа 19,6 мг/кг, зольность 8,4%.

4. Изучены функционально-технологические свойства исследуемых добавок животного и растительного происхождения применительно к технологии хлебных изделий. Установлено, что внесение гидролизованной арахисовой белковой муки и фасолевой белковой муки, полученной кислотным гидролизом, в количестве до 10% к массе пшеничной приводит к улучшению качественных показателей полуфабриката (теста) и готовых хлебных изделий. Доза фасолевой белковой муки, полученной предварительным проращиванием фасоли, и белок-минерального комплекса может быть увеличена до 15%.

5. Результаты проведенных комплексных исследований положены в основу защищенных патентом (№ 1589 КР) инновационных технологий приготовления хлебных изделий с повышенной пищевой и биологической ценностью, способных восполнить недостаток в диете полноценных белков и минеральных веществ.

6. Установлено, что содержание белка при введении в рецептуру хлеба предлагаемых добавок увеличивается в 1,47-1,88 раза. При этом полная оптимизация аминокислотного состава происходит при использовании источника животного белка - белок-минерального комплекса.

7. Показано, что включение в рецептурный набор для хлеба нетрадиционных сырьевых источников в виде арахисовой и фасолевой белковой муки, белок-минерального комплекса приводит к обогащению готовых изделий некоторыми макро- и микроэлементами: содержание кальция увеличивается в 1,3-7 раз, кремния – в 6-7 раз, железа – в 0,53-2,47 раза в сравнении с традиционным пшеничным хлебом.

8. Разработана необходимая нормативно-техническая документация на новые виды хлеба и проведена с положительным результатом опытно-промышленная проверка технологии этих изделий на ряде хлебопекарных предприятий республики.

9. Технология хлебных изделий, обогащённых белковыми добавками растительного и животного происхождения, может быть реализована на любом предприятии, производящем хлебные изделия, с использованием стандартного оборудования. Внедрение предлагаемых инновационных технологий, позволит расширить ассортимент хлебных изделий, одновременно повышая их пищевую ценность и профилактическую направленность.

**Список использованной литературы**

|  |  |
| --- | --- |
| 1. | **Голубев, В.Н.** Основы пищевой химии [Текст]: учеб.пособие для вузов / В.Н. Голубев. - М.: Бионформсервис, 1997. -223 с. |
| 2. | **Нечаев, А.П.** Пищевая химия [Текст]: / А.П. Нечаев, М.П. Попов., С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова, И.С. Витол, И.Б.Кобелева. Курс лекций. В 2-х ч. – Издательский комплекс МГУПП,1998. |
| 3. | **Нечаев, А.П.** Пищевая химия [Текст]: / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова. Под ред. А.П.Нечаева. Издание 4-е, испр. и доп.- СПб.: ГИОРД, 2007. - 640 с. |
| 4. | **Концепция Государственной Политики в области здорового питания населения Кыргызской Республики на период до 2017 года** [Текст]: Постановление КР от 19 февраля 2010 , № 111. |
| 5. | **Минимальный уровень жизни и альтернативные методы адресности для государственных пособий** [Текст]: // Отдел по сокращению бедности и управлению экономикой в Центральной Азии. - Бишкек, 2013. - С.58. |
| 6. | **Рогов, И.А.** Белок в питании населения России: Потребности, фактическое потребление, традиционные и новые источники [Текст]: / И.А. Рогов, В.Г. Высоцкий // Хранение и переработка сельхоз сырья. -2000.- №11.- С. 52- 53. |
| 7. | **Дианова, В.Т**. Использование растительных белков в пищевой промышленности [Текст]: В.Т. Дианова, С.Г. Зареченская / Обзорн. инф. - М.: 1990, -В. 5. - 24 с. |
| 8. | **Жаринов,** **А.И.** Краткие курсы по основам современных технологий переработки мяса, орг. фирмой "Протеин технолоджиз интернешенл" [Текст]: /А.И. Жаринов. - М.: Пищевая промышленность, 1994. - 198 с. |
| 9. | **Капрелянц, Л.** Белковые продукты из нетрадиционного растительного сырья [Текст]: / Л. Капрелянц, П. Середницкий, А.Духанина // Пищевая промышленность. -1994. - №4. - C. 34-41. |
| 10. | **Нечаев, А.П.** Пищевая химия [Текст]: / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова. Под ред. А.П.Нечаева. Издание 2-е, испр. и доп.- СПб.: Гиорд, 2001. - 592 c. |
| 11. | **Невская, Е. В.** Разработка технологий хлебобулочных изделий для детского питания на основе натуральных обогатителей [Текст]: автореф. дис. ...канд.техн.наук: 05.18.01 / Е.В.Невская.- Москва, 2011.-23 с. |
| 12. | **Изтаев, Б.А**. Технология макаронных изделий из композитной муки зерновых и бобовых культур [Текст]: дис. ... канд. тех. наук: 05.18.01 / Б.А. Изтаев. Алматы, 2010. - 19 c. |
| 13. | **Аникеева, Н.В.** Дезодорированная мука из нута [Текст] / Н.В. Аникеева // Хлебопечение России. -2003. -№2. -C.32. |
| 14. | **Пат. 2346456 РФ, МПК. А23J1/14.** Способ получения белкового изолята из нутового сырья [Текст] / Н.В.Аникеева. №2007130266; Заявл 07.08.2007; Опубл. 10.12.2010. Бюл. №2. |
| 15. | **А.С. 1741730 СССР, МКИ5. А 23 Y 1/14**. Способ получения белка из растительного сырья [Текст]. /В.Б Крылова, В.Э Ступин.№ …….; Заявл. 12.05.91; Опубл. 23.06.92. Б. №23. |
| 16. | **Крылова, В.Б.** Получение белковых препаратов чечевицы, их свойства и применение [Текст] / В.Б.Крылова // Пищевая промышленность. -1998. -№3. -C. 26-27. |
| 17. | **Крылова, В.Б**. Получение и применение концентрированных препаратов белка чечевицы [Текст] / В.Б. Крылова.// Научно-технический прогресс в перерабатывающих отраслях АПК: матер. межд. конф. – Москва,1995. – С. 45-48. |
| 18. | **Камалова, М.Б**. Новая пищевая добавка на основе белкового обогатителя [Текст] / М.Б.Камалова, М.А.Беляева // Пищевая промышленность. – 2001. -№11. -C. 41. |
| 19. | **Дремучева, Г.** Взгляд ученых на обогащение хлеба витаминными и минеральными веществами [Текст] / Г.Дремучева, Л.Гусева, Л.Шпеленко //Хлебопечение России. – 2000. -№2. –С.33. |
| 20. | **Кроха, Н.Г.** Продукты специального питания на основе семян зернобобовых культур [Текст] / Н.Г. Кроха, И.Г. Дианова, Е.Е. Браудо // Пищевая промышленность. -1997. -№6. - C. 13. |
| 21. | **Доморощенкова, М.Л**. Новые виды текстурированных соевых белков для пищевой промышленности [Текст] / М.Л.Доморощенкова, Г.Ф. Демьяненко // Пищевая промышленность. -2002, -№1. -C. 44-47. |
| 22. | **Еманов, С.Н**. Соевые белки от "Протеин Продукта" [Текст] / С.Н. Еманов, А.С. Иванов // Пищевая промышленность. -2002. -№8. - C. 41. |
| 23. | **Лисицын, А.Б**. Продукты из соевой муки нового поколения [Текст] / А.Б. Лисицын, Б.Е. Гутник // Пищевая промышленность. -2002. -№4. - C. 50-51. |
| 24. | **Обогащение пшеничной муки соевой мукой** [Текст]/ Экспресс информация. Пищевая промышленность. М, 1976. №41. |
| 25. | **Калашникова, С.В.** Соя - перспективное сырье в хлебопечении. [Текст] / С.В. Калашникова // Известия вузов. Пищевая технология. -2000. -№ 5 – 6. -C. 11-12. |
| 26. | **Кузьминский, Р.В.** Соя в пищевых продуктах [Текст] / Р.В. Кузьминский, В.Н. Мыриков // Пищевая промышленность. -1997, - №6. -C.64-65. |
| 27. | **Керефова, Л.** Соевая добавка для муки. [Текст] / Л.Керефова, Б. Губашиев // Хлебопродукты. -2003, -№ 10, - C.13. |
| 28. | **Подобедов, А.В.** О дефиците белка в России и его устранении за счет производства и переработки сои [Текст] / А.В. Подобедов // Пищевая промышленность. -1998, -№8. -C.30-34. |
| 29. | **Резникова, Л.Г.** Разработка технологий хлебобулочных и мучных кондитерских изделий профилактического назначения с использованием продуктов переработки цикория корнеплода [Текст]: автореф. дис. …канд.техн.наук : 05.18.01 / Л.Г.Резникова. – Москва, 2009.- 24 с. |
| 30. | **Краснова, Н.С.** Химический состав, функциональные свойства и перспективы использования соевых белковых продуктов в хлебопечении [Текст] / Н.С. Краснова, Ж.В. Пуриче, Т.Е. Чикала // Хранение и переработка сельхозсырья. -2001. -№ 4. - C.43-44. |
| 31. | **Браудо, Е.Е.** Продукты модификации зернобобовых в мясопродуктах [Текст] / E.E. Браудо, А.Н. Даниленко // Хранение и переработка сельхоз сырья. -2000. -№ 3. - C. 17-20. |
| 32. | **Калачев, А.А.** Новые белковые комбинированные продукты на результат моделирования фаршевых систем [Тескт]: / А.А.Калачев, П.А.Ушаков // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. - №4. - C. 76-79. |
| 33. | **Нелепов, Ю.Н.** Использование местных функциональных добавок при производстве конкурентноспособной продукции на ОАО "Волгоградский мясокомбинат" [Текст] / Ю.Н. Нелепов, Т.И. Клиженко, И.Ф. Горлов // Хранение и переработка сельхоз сырья. - 2000. - №11. -C. 29-30. |
| 34. | **Шербаков, В.Г**. Биохимия и товароведение масличного сырья [Текст] / В.Г. Щербаков, В.Г.Лобанов. - М.: КолоС, 2003. -360 c. |
| 35. | **Толстогузов, В.Б.** Новые формы белковой пищи [Текст] / В.Б. Толстогузов. - М.: Агропромиздат, 1987. -303c. |
| 36 | **Щербаков, В.Г**. Производство белковых продуктов из масличных культур [Текст] / В.Г.Щербаков. - М.: Пищевая промышленность, 1988, -269 с. |
| 37. | **Пат. 2286065 RU**. МПК. А23J1/14, A23J3/14 Способ получения биомодифицированного рапсового белкового продукта [Текст] / В.Г. Лобанов, А.Д. Минакова, И.В. Шульвинская, В.Г. Щербаков, В.В. Щербин. №2004138387/13; Заявл.27.12.2004; Опубл.10.06.2006. Бюл.№ 3. |
| 38. | **Пат. 2346369 RU, МПК.** **A23J1/14, A23L1/20.** Способ получения концентрата люпинового пастообразного [Текст] / Н.А. Юрченко, К.Я. Мотовилов, О.К.Мотовилов. №2006130362/13; Заявл.11.08.2006; Опубл.27.02.2008. Бюл. № 2. |
| 39. | **Кузнецова, Е.А.** Разработка научных основ и способов повышения безопасности зернового сырья в технологии хлебобулочных изделий [Текст]: автореф. дис…. докт. техн. наук. 05.18.01 / Е.А. Кузнецова. - Орел, 2010. - 42 с. |
| 40. | **Гончарев, Ю.В.** Инновационные аспекты разработки технологии хлеба из проросшего зерна пшеницы[Текст]: автореф. дис…. канд. техн. наук. 05.18.01 / Ю.В. Гончарев. - Москва, 2008. - 27 с. |
| 41. | **Mayer, A. M**. The germination of seeds [Text] / A. M. Mayer // Oxford: Pergamon Press, 1985. - 192 p. |
| 42. | **Mayer, A. M**. The physiology and biochemistry of seeds dormancy and germination [Text]: /A.M. Mayer. Amsterdam: North-Holland Pabl, 1987. -185 p. |
| 43. | **Корячкина, С.Я.** Способ производства микробиологически безопасного хлеба из проросшего зерна пшеницы по ускоренной технологии [Текст] / С.Я. Корячкина, Е.А. Кузнецова, Ю.В. Гончаров // Приоритеты и научное обеспечение реализации государственной политики здорового питания в России: мат. межд. научно-практ. конф. – Орел, 2008. -C. 118-121. |
| 44. | **Гончаров, Ю.В.** Использование пасты хрена при производстве хлеба из проросшего зерна пшеницы [Текст] // Пищевые продукты и здоровье человека: Мат. конф. – Кемерово, 2008. - С. 41-42. |
| 45. | **Пат. 2316215 РФ,** **МПК 7 А 21 D 13/02**. Способ производства зернового хлеба [Текст] / Е.А. Кузнецова, С.Я. Корячкина, Ю.В. Гончаров;  № 2006127701/13; Заявл. 31.07.2006; Опубл. 10.02.2008; Бюл. № 4. |
| 46. | **Храмцов А.Г.** Рациональное использование обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки [Текст] / А.Г.Храмцов, С.В.Василисин, Научно-технические рекомендации, - Ставрополь. 2001. -112с. |
| 47. | **Некрасова, Н.Н.** Разработка технологии молочно-белкового концентрата и его использование при производстве мясных продуктов [Текст]: автореф.дис…. канд.техн.наук: 05.18.04, 05.18.07 / Н.Н.Некрасова. – Ставрополь, 2009. - 25 с. |
| 48. | Производство молочных продуктов. Качество и эффективность. Пищевая промышленность. – ГДР.: Фахбухферлаг, 1979. -284 с. |
| 49. | **Ростроса, Н.К.** Производство молочно-белковых продуктов на основе совместной коагуляции казеина и сывороточных белков [Текст] / Н.К. Ростроса, П.Ф. Дъяченко. – М.: Пищевая промышленность, 1979. -287 с. |
| 50. | **Храмцов А.Г.** Промышленная переработка вторичного молочного сырья [Текст] / А.Г. Храмцов, С.В.Василисин. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 198с |
| 51. | **Инихов, Г.С.** Биохимия молока и молочных продуктов **[**Текст**] /** Г.С. Инихов.- М.: Пищевая промышленность, 1970. - 309 с. |
| 52. | **Храмцов, А.Г**. Вторичные сырьевые ресурсы молочной промышленности и пути их рационального использования в условиях рыночной экономики **[**Текст**] /** А.Г. Храмцов// Пищевая технология. -1999. -№5. -С.24-26 |
| 53. | Пат. № 2407397 RU, МПК. A23J1/20. Способ выделения белков из молока [Текст] / Т.В. Шевченко, Е.В. Ульрих, Ю.В. Устинова и др. № 2008127033/10; Заявл.02.07.2008; Опубл.10.01.2010. Бюл.№ 4. |
| 54. | **Магомедов, Г.О**. Разработка оптимального состава кекса повышенной пищевой ценности [Текст] / Г.О. Магомедов, А.Я. Олейникова, С.И. Лукина и др.// Хранение и переработка сельхозсырья. -2010. - №3. -С.57-62. |
| 55. | **Рамазанова, Л.А.** Получение и использование комплексных БАД на основе молочной сыворотки [Текст] / Л.А. Рамазанова, Т.Н. Даудова // Хранение и переработка сельхозсырья. -2009. -№ 7. -С.63-65. |
| 56. | **Нурсеитова, З.Т**. Разработка технологии комбинированных мягких сыров из коровьего и козьего молока с ферментированными овощами [Текст]: автореф. дис…. канд.техн. 05.18.04 / З.Т.Нурсеитова. - Семей, 2010. -25 с. |
| 57. | **Пономарев, А.Н**. Разработка комплексной технологии молочных продуктов заданного уровня качества и функциональной направленности [Текст]: автореф. дис…. докт. техн. наук. 05.18.04 / А.Н. Пономарев. - Воронеж, 2008. - 42 с. |
| 58. | **Пат. №2392821 RU.** MПК. A23C23/00. Способ получения молочно-белкового продукта [Текст] / С.М. Доценко, О.В. Скрипко. № 2008113552/13; Заявл.21.08.2008; Опубл.27.02.2010. Бюл.№ 6. |
| 59. | **Пат. №2366264 RU. МПК.** **A23J1/14.** Способ приготовления молочно**-**белкового продукта [Текст] ***/*** С.М. Доценко, Н.С. Байкова. № 2008113552/13; Заявл.07.04.2008; Опубл.27.02.2009. Бюл.№2. |
| 60. | **Пащенко,** **Л.П.** Применение керопептида в технологии хлебобулочных изделий [Текст] / Л.П. Пащенко, Н.Н. Булгакова, Е.С. Курилова // Пища, экология, человек: матер. межд. науч.-техн. конф. - Москва, 2003. - С.43-44. |
| 61. | **Воронова, Н.С. С**овершенствование технологии получения белковых изолятов из подсолнечного жмыха и их использование для повышения пищевой ценности мучных кондитерских изделий [Текст] : автореф. дис…. канд.техн.наук: 05.18.01./ Н.С. Воронова. – Краснодар, 2011.- 24 с. |
| 62. | **Безверхая, Н.С**.Влияние ферментативной модификации подсолнечных белковых изолятов на их аминокислотный состав и биологическую ценность [Текст] / Н.С. Безверхая, Н.В. Ильчишина, А.Н. Бердина // Труды КубГТУ. - 2010. – № 6. -С.187-189. |
| 63. | **Безверхая, Н.С.** Влияние ферментативной модификации белкового изолята из подсолнечного жмыха на качество мучных кондитерских изделий [Текст] / Н.С. Безверхая, Н.В. Ильчишина // Известия вузов. Пищевая технология. -2011. –№ 4. – С.46-47 |
| 64. | **Семенкина, Н.Г**. Разработка технологии хлебобулочных изделий с использованием продуктов переработки расторопши пятнистой [Текст] : автореф. дис… канд. техн. наук: 05.18.01./ Н.Г. Семенкина. – Москва, 2010. - 26 с. |
| 65. | **Цыганова Т.Б**. Хлебобулочные изделия с гепатопротекторными свойствами [Текст] / Т.Б. Цыганова, Н.Г. Семёнкина // Стратегия подготовка кадров для малого и среднего бизнеса в пищевой промышленности: межд. научн. практ. конф. – Москва, 2009. – С.155-157. |
| 66. | **Батурина, Н.А.** Влияние добавок муки бобовых культур на формирование качества хлеба из пшеничной муки [Текст] : автореф. дис… канд. техн. наук: 05.18.01./ Н.А. Батурина. – Санкт-Петербург, 2006. - 23 с. |
| 67. | **Дворцов, Д.В.** Разработка продуктов питания специального назначения [Текст] / Д.В. Дворцов, К.К.Каратаева // 46-я научно-техническая конференция студентов, магитрантов, аспирантов и молодых ученых: матер.конф. –Бишкек, 2004. –С.116-119. |
| 68. | **Резникова Л.Г.** Разработка технологий хлебобулочных и мучных кондитерских изделий профилактического назначения с использованием продуктов переработки цикория корнеплодного [Текст]: автореф. дис…. канд.техн.наук: 05.18.01./ Л. Г. Резникова. – Москва, 2009. - 26 с |
| 69. | **Резникова Л.Г.** Применение пищевых добавок и нетрадиционных видов сырья в хлебопекарном производстве [Текст]/ Л.Г. Резникова, В.Д. Малкина // Пищевая промышленность и стратегия подготовки специалистов: мат.науч. практ. конф. – Калуга, 2005. –С.83-86. |
| 70. | **Чижикова, О.Г**. Возможность повышения биологической ценности пшеничного хлеба с использованием семян фасоли [Текст] / О.Г.Чижикова, Т.К.Каленик, Е.С. Смертина и др. // Хранение и переработка сельхозсырья. -№ 5. -2009. – С. 67-69. |
| 71. | **Кузнецова, Е.А.** Разработка научных основ и способов повышения безопасности зернового сырья в технологии хлебобулочных изделий[Текст] : автореф. дис… док. техн. наук: 05.18.01./ Е. А. Кузнецова. – Орел, 2010. - 42 с. |
| 72. | **Дубцова, Г.Г.** Белковые продукты из пшеницы [Текст] / Г.Г. Дубцова, В.В. Колпакова// Хлебопечение. -1998. -№4. - С.25-27. |
| 73. | **Колпакова В.В**. Белок из пшеничных отрубей [Текст] / В.В. Колпакова, А.П. Нечаев, С.М. Севериненко и др. // Хранение и переработка сельхозсырья. -2000. -№2. -С.38-42. |
| 74. | **Пат. 2066956. РФ, МКИ 6 А 21 Б 13/02**. Способ производства бисквитного полуфабриката [Текст] / В.В. Колпакова, А.П Нечаев, Т.Б Цыганова, М.Ю Сиданова; № ………; завл.22.08.95; опубл. 27.09.96. Бюл. №27. |
| 75. | **Корячкина, С.** Применение целловиридина для получения хлеба из нешелушенных зерен [Текст] / С. Корячкина, Е. Кузнецова, А. Синицын // Хлебопродукты. -2003. -№ 9. - С.25-26. |
| 76. | **Чижикова, О.Г.** Новые композиционные смеси в производстве хлеба [Текст] / О.Г. Чижикова, Е.С. Смертина, Н.В. Зотова и др. // Пища. Экология. Человек: мат. межд. науч-техн.конф. - Москва, 2003. – 137 с. |
| 77 | **Дубцов, Г.Г**. Применение рисовой муки при производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий [Текст] / Г.Г. Дубцов, С.Ш. Севериненко, В.Д. Малкина и др. // Обзорн. информ. хлебопекарная и макар. Промышленность. -1991. -№4. - С.19. |
| 78 | **Добровольский, В.Ф**. Отечественный и зарубежный опыт по созданию продуктов профилактического действия [Текст] /В.Ф. Добровольский // Пищевая промышленность. -1998. -№ 10. - С.54-55. |
| 79 | **Решетник, Е.И**. Теоретическое обоснование и практическая реализация технологии производства соево - молочных концентратов [Текст]: автореф. дис…док. техн.наук: 05.18.04 / Е.И.Решетник. – Кемерово, 2008.- 43 с. |
| 80. | **Пат. 2292155. МПК. А 23J3/08. C2.** Способ гидролиза молочных белков [Текст] / Эденс Люппо (NL), Де Рос Андре Леонардус (NL).  № 2004104639/13; Завл.18.07.2002; Опубл. 10.05.2005. Бюл.№6. |
| 81. | **Лыско, К.А.** Разработка технологии дрожжевых обогатителей пищи на базе молочной сыворотки и растительного сырья [Текст]: автореф. дис…канд.техн.наук: 05.18.10/ К.А.Лыско. – М.: 2007. -23 с. |
| 82. | **Яковлев, В. В.** Применение кальцийсодержащих добавок в хлебопечении [Текст] : Дис. канд. техн. наук: 05.18.07./ В.В. Яковлев. – Санкт-Петербург, 2004. - 168 с. |
| 83. | **Лыско, К.А.** Дрожжевые обогатители пищи и кормов на базе растительного сырья и молочной сыворотки [Текст] / К.А. Лыско, В.Р. Шамсутдинова, Е.Г. Борисенко // В сб.: IV Межд. научно-практ. конф. «Технологии и продукты здорового питания». - М.: МГУПП. -2006. ч.1. –С. 206-212. |
| 84. | **Павлоцская, Л.Ф.** Физиология питания [Текст] / Л.Ф. Павлоцская, Н.В. Дуденко, М.М. Эйдельман // -М.: Высшая школа. – 1989. 368 с. |
| 85. | **Farr, W**. Vergleichende Untersuchungen zur Bestimmung der Aminosaurearylamidase in Serum. Ztschr. med. Labortechnik [Text] /W.Farr, N.Rehfeld, D. Reichelt D, R.I. Haschen. -1968. -Bd. 9. -N 1. -Р.78. |
| 86. | **Guarais Lopes, В**. Enrlguecimiento on calciodo leche desnatada sometida a trotamiento IUHT [Text] /B. Guarais Lopes, J.M. Quevedo Terre. Aliaentaria. -1996. -v.34. -N 271, -Р.79-82. |
| 87. | **Holgate, K.** The comparative usefulness of varions Calcium salts in the terming of canned and frozen sliced apples [Text] / K. Holgate, Z. Kertesz// Fruct Products Journal. -1948. -V.28. -Р.37-42. |
| 88. | **Вотинова, Е.М.** Изучение влияния кальцийсодержащих добавок на потребительские свойства хлебобулочных изделий функционального назначения [Текст]: Дисс… канд техн. наук: 05.18.15 / Е.М. Вотинова. -Кемерово, 2008. – 197 с. |
| 89. | Лейба, А.А. Разработка кальцийсодержащей добавки и технологии бисквитных изделий с ее применением [Текст]: Дис…. канд.техн.наук: 05.18.01/ А.А. Лейба. -Орел, 2010. - 201 с. |
| 90. | Яковлев, В.В. Применение кальцийсодержащих добавок в хлебопечении [Текст]: Дис канд.техн.наук: 05.18.07 / В.В. Яковлев. – СПб, -2004. –168 с. |
| 91. | **Ялалетдинова, Д.И.** Применение электроконтактного энергоподвода для выпечки зернового хлеба [Текст] / Д.И. Ялялетдинова, Г.А. Сидоренко, В.П. Попов// Хранение и переработка сельхозсырья. -2009. - №2, -С.23-26. |
| 92. | **Магомедов, Г.О.** Сбивное бездрожжевое изделие из биоактивированного зерна пшеницы [Текст] / О.Г. Магомедов, Е.И. Пономарева, Н.Н. Алехина// Хранение и переработка сельхозсырья. -2009. - №2. -С.74-76. |
| 93. | **Пат. 2084156 РФ**, МКИ 6 А 21 Б 13/02. Способ производства теста для зернового хлеба / Ю. М. Шакиров, Р.Р. Исмагилов, У.Г. Зиннуров. - № 95102576/13; Заявл. 22.02.95; Опубл. 20.07.97; Бюл. № 20. |
| 94. | **Пат. 2098969 РФ**, МКИ А 21 Б 13/02. Способ производства зернового хлеба / В. М. Проскурин, В. А. Воробьёва, Ф. Е. Сопельцев; - № 96100563/13; Заявл. 24.01.96; Опубл. 20.12.97; Бюл. № 35. |
| 95. | **Ковалев, А.И.** Научные принципы использования соевых белковых концентратов в технологии эмульгированных мясных продуктов [Текст]: Дис канд. техн. наук: 05.18.04 / А.И. Ковалев. – Москва, -2001. – 27 с. |
| 96. | **Толстогузов, В.Б**. Искусственные продукты питания: Новый путь получения пищи и его перспективы [Текст] / В.Б. Толстогузов. –М.:Наука, 1978. – 231 с. |
| 97. | **Геворкян, Г.Р.** Разработка методических подходов к оценке функционально-технологических свойств белковых препаратов, в том числе полученных биотехнологическими методами[Текст]: автореф. канд. техн. наук: 05.18.07 / Г.Р. Геворкян. – Москва, -2001. – 24 с. |
| 98. | **Логинова, Е.Н.** Изучение функциональных свойств соевых белковых препаратов, полученных из генномодифицированных источников [Текст] / Е.Н.Логинова // Пища. Экология. Человек: матер. межд. научно-техн. конф. -Москва, 2003. - С.86. |
| 99. | **Гридина, С.Б**. Изучение свойств соевой обезжиренной муки [Текст] / С.Б. Гридина, Е.А. Романова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2002. - № 3. - С.61. |
| 100. | **Жаринов, А.И.** Сравнительная оценка функционально-технологических свойств соевых текстуратов [Текст] / А.И. Жаринов, Е.Н. Бокарева, Н.А. Соколова // Пища. Экология. Человек: мат. межд. научно-техн. конф.  - Москва, 2003. - С.101-102. |
| 101. | **Токаев, Э.С**. Функциональные свойства соевых белковых концентратов [Текст] / Э.С.Токаев, Н.В. Гурова // Мясная индустрия. -2001. - №8. - С.29. |
| 102. | **Пащенко, Л.П.** Практикум по технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий [Текст] / Л.П. Пащенко, Т.В. Санина, Л.И. Столярова и др. – М.: КолосС, 2006. -215 с. |
| 103. | **Рогов, И.А**. Функциональные свойства гидроколлоидов. Соевые белковые препараты [Текст] / И.А.Рогов, А.И. Жаринов, Н.В.Гурова. Методические указания к лабораторным работам для студентов специальностей 070100, 072000, 270900, 271100, 271500. – Москва, 2003. – 24 с. |
| 104. | **Гуслянников, П.В.** Разработка технологии мясных продуктов с использованием модифицированной муки гороха. [Текст]: автореф. канд. техн. наук: 05.18.04 / П.В. Гуслянников. – Москва, -2004. – 23 с. |
| 105. | Методы определения минеральных элементов в пищевых продуктах с помощью спектрографического анализа на дифракционном спектрографе ДФС-8-1. |
| 106. | **Скурихин, И.М.** Химический состав российских пищевых продуктов [Текст] / Под редакцией проф. И.М. Скурихина и проф. В.А. Тутельяна // Справочник. –М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с. |
| 107. | **Райимкулова, Ч.О.** Методы исследования мяса и мясопрдуктов [Текст]/ Ч.О.Райимкулова, А.Дж.Джамакеева. Учебн.пособие. –Бишкек.: Текник, 2009. -146 с. |
| 108 | **Тареева, И.М.** Разработка рациональной технологии хлебобулочных изделий с биологически ценными добавками [Текст]: автореф. канд. техн. наук: 05.18.01 / И.М. Тареева. – Москва, -1999. – 23 с. |
| 109. | **Грачев, Ю.П.** Математические методы планирования экспериментов [Текст] / Ю.П. Грачев, Ю.М.Плаксин. – М.: ДеЛи принт, 2005. -296 с. |
| 110. | **Остапчук, Н.В.** Оптимизация технологических процессов на зерноперерабатывающих предприятиях [Текст] / Н.В. Остапчук. – М.: Колос,, 1974. -142 с. |
| 111. | **Элеманова Р.Ш.** К вопросу оптимизации параметров процесса разжижения при производстве напитка «Бозо»[Текст] / Р.Ш. Элеманова, Д.А.Коджегулова, К.Кожобекова // Известия КГТУ им.И.Раззакова. -№ 17. Мат.межд. научно-практ. конференции «Наука, образование, инновации»  - С.198-203. |
| 112. | **Райимкулова, Ч.О.** Перспективы применения биотрансформированного сырья в производстве биологически полноценных продуктов питания в Кыргызской Республике [Текст] / Ч.О.Райимкулова, А.Дж. Джамакеева, К.К. Каратаева// Стратегия развития пищевой и легкой промышленности: матер. межд. научно-практ. конф. - Алматы, 2004. - С.271 – 274. |
| 113. | **Отчет об исследовании вопросов создания Торгово-логистических центров (ТЛЦ) по распределению плодоовощной продукции в Кыргызской Республике** [Текст]: Финансово**-**Консалтинговая Компания «Ниет - Аракет».**-** М.: Бишкек, 2013.**-** 105 с. |
| 114. | **Экономический доклад о производстве сельскохозяйственной продукции в 2012 г. [**Текст]: Национальный статистический комитет Кыргызской Республики. **-** М.: Бишкек, 2012. |
| 115. | **Программа и План Правительства по переходу Кыргызской Республики к устойчивому развитию** (2013 – 2017 г.г.) [Текст]: Кыргызская Республика. **-** М.: Бишкек, 2013.- 145 с. |
| 116. | **Информационный бюллетень Кыргызской Республики по продовольственной безопасности и бедности** [Текст]: Национальный Статистический Комитет Кыргызской Республики. **-** М.: Бишкек, 2012. |
| 117. | **Каратаева, К.К**. Фасоль - перспективный источник получения растительного белка в Кыргызской Республике [Текст]/К.К. Каратаева, Ч.О. Райимкулова, М.К. Сатаркулова// Известия КГТУ им.И.Раззакова. -2006.-№ 8. - С.198-203. |
| 118. | **Каратаева, К.К.** Белковая мука из фасоли [Текст] /К.К. Каратаева // Известия КГТУ им.И.Раззакова. -2006. -№ 8. - С. 203 - 205. |
| 119. | **КМС 927:2004**. Фасоль продовольственная.**-** Введ.2004. **-** М.: ИПК. Изд-во стандартов, 2004. -28 с. |
| 120. | **Комилова, Д.А**. Совершенствование технологии мучных изделий с использованием пророщенного зерна пшеницы [Текст]: автореф. дис….канд. техн. наук: 05.18.01 / Д.А.Комилова. – Москва, 2011.- 23 с. |
| 121. | **Магомедов, Г.О**. Исследование микроструктуры сбивного бездрожжевого теста для хлебобулочных изделий прологированного срока годности [Текст] / Г.О.Магомедов, В.И. Пономарева, Л.Ю.Рязанова, О.В.Прибыткова // Техника и технология пищевых производств. 2010. - №4. – С.45-49. |
| 122. | **Казаков, Е.Д.** Биохимия зерна и продуктов его переработки [Текст] / Е.Д.Казаков, В.Л. Кретович. – М.: Агропромиздат,1989. – 368 с. |
| 123. | **Каратаева, К.К.** Исследование качественных характеристик белковой муки из фасоли [Текст] /К.К. Каратаева, Ч.О. Райимкулова // Пищевая и легкая промышленность в стратегии вхождения Республики Казахстана в число 50- ти наиболее конкурентноспосбных стран мира: мат.межд. конф.  - Алматы, 2007. – С.37-40. |
| 124. | **Каратаева, К.К**. Особенности процесса маслообразования в масличных культурах в высокогорных районах Кыргызской Республики [Текст] / К.К.  Каратаева // Мат.научно – практ. конф. «Наука и наукоемкие горные технологии». -2000. -№5 - C. 192-198. |
| 125. | **Каратаева, К.К.** Оптимизация режима арахиса методом математического  моделирования [Текст] / К.К. Каратаева// Наука Техника Технология: мат.межд.конф. – Бишкек, 2007. - С.291– 296. |
| 126. | **Райимкулова,Ч.О**. Изучение возможности использования арахиса для производства белковой муки [Текст] /Ч.О. Райимкулова, К.К. Каратаева // Современные технологии и управление качеством в образовании, науке и производстве: опыт адаптации и внедрения: матер. межд. конф. – Бишкек, 2001. - C.170-175. |
| 127. | **Пат. № 1563** **КР**, МКИ, А23J1/14. Способ получения белка из растительного сырья /К.К. Каратаева. №20120078.1; Заявл.30.07.2012; Опубл. 30.082013; Бюл.№8 |
| 128. | **Каленик, Т.К**. Влияние биотехнологической модификации сои на ее белковые компоненты [Текст] / Т.К. Каленик, Л.П. Ольховая, А.Н. Чернышева // Хранение и переработка сельхозсырья. Пищевая промышленность. -2009. - №2. - С. 71-73. |
| 129. | **Нелепов, Ю.Н**. Научно-практические аспекты совершенствования технологии мясопродуктов на основе реализации функционально-технологических свойств сырья [Текст] / автореф. дис… канд.техн.наук: 05.18.04 / Ю.Н.Нелепов. – Москва, 2000. – 60 с. |
| 130. | **Каратаева, К.К.** Белок-минеральной копреципитат – перспективная добавка полифункционального действия [Текст] / К.К. Каратаева, М.М. Мусульманова, Г.А. Акбанова // Наука и новые технологии. -2014.-№2.-С.10-14. |
| 131 | **Рахманалиев, А.Р.** Молочные продукты с добавленной функциональностью в решении проблемы железодефицитных состояний [Тескт] / А.Р. Рахманалиев, М.М. Мусульманова. –Б.: ИЦ «Техник», 2010. -123 с. |
| 132. | **Каратаева, К.К**. Влияние белок-минерального копреципитата на свойства клейковины и физические свойства теста [Текст] / К.К.Каратаева, Г.К. Искакова, Г.А.Акбанова, Б.Т.Мулдабекова // Наука и новые технологии. -2014. -№2. -С.15-18. |
| 133 | **Искакова, Г.К.** Разработка технологии обработки проросшего зерна пшеницы озоновоздушной смесью [Текст]: автореф. дис….канд. техн. наук: 05.18.03/ Г.К. Искакова. – Алматы, 1999.- 23 с. |
| 134. | **Козьмина, Н.П**. Биохимия хлебопечения [Текст] / Н.П. Козмина. –М.: Пищевая промышленность, 2012.- 277с. |
| 135. | **Власова, М.В.** Формирование потребительских свойств и повышение сохраняемости хлеба из пшеничной муки, обогащенного грибными порошками [Текст]: автореф. канд. техн. наук: 05.18.15 / М.В. Власова. – Москва, - 2011. – 24 с. |