

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева»

На правах рукописи



АПТРАХИМОВ
Денис Рафаилович

**РАЗРАБОТКА И ОЦЕНКА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ
МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ**

Специальность 05.18.15 – Технология и товароведение продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор **Ребезов М. Б.**

Орел – 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Глава 1. ТОВАРОВЕДНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ	10
1.1. Обзор рынка макаронных изделий.....	12
1.2. Современная система классификации макаронных изделий.....	17
1.3 Влияние сырья и технологии производства на показатели качества макаронных изделий.....	21
1.3.1 Основное, дополнительное и нетрадиционное сырье в технологии макаронных изделий.....	21
1.3.2. Инновационные подходы в технологиях макаронных изделий.....	39
1.4. Пути повышения потребительских свойств макаронных изделий.....	46
Глава 2. ПОСТАНОВКА ЭКСПЕРИМЕНТА, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	56
2.1 Постановка эксперимента.....	56
2.2. Объекты и методы исследования.....	57
Глава 3. СОСТОЯНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО РЫНКА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ В ГОРОДЕ ЧЕЛЯБИНСКЕ	61
3.1. Анализ потребительских предпочтений и мотиваций на потребительском рынке макаронных изделий в городе Челябинске.....	61
3.2. Анализ показателей ассортимента макаронных изделий, реализуемых в гипермаркетах города Челябинск.....	71
Глава 4. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СЫРЬЯ, РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ	79
4.1. Сравнительная характеристика растительных компонентов композитной смеси.....	79
4.2. Разработка композитной смеси, содержащей муку пшеничную высшего сорта, гречневую, льняную и минерально-витаминный комплекс.....	87
4.2.1. Влияние гречневой муки на качество макаронных изделий.....	87
4.2.2. Влияние льняной муки на качество макаронных изделий.....	88
4.2.3. Обоснование оптимального соотношения компонентов в композитной смеси	90
4.2.4. Добавление минерально-витаминного комплекса в композитную смесь.....	93
4.3. Исследование реологических свойств макаронного теста из композитной смеси.....	98
4.3.1. Количество и качество сырой клейковины в композитной смеси.....	98
4.3.2. Определение реологических свойств теста.....	101
4.3.3. Время релаксации макаронного теста из композитной смеси.....	104
4.3.4. Изучение скорости прессования макаронного теста из композитной смеси ..	105

4.4. Технологическая схема производства макаронных изделий из композитной смеси.....	107
4.5. Разработка мероприятий по обеспечению безопасности производства макаронных изделий из композитной смеси.....	107
4.6. Разработка учебно-исследовательского комплекса «Имитатор работы автоматизированной линии производства макаронных изделий».....	114
Глава 5. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА, СОХРАНЯЕМОСТИ И ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИТНОЙ СМЕСИ	119
5.1. Товароведная оценка качества макаронных изделий из композитной смеси	119
5.1.1. Органолептические и физико-химические показатели макаронных изделий из композитной смеси.....	119
5.1.2. Показатели безопасности макаронных изделий из композитной смеси.....	121
5.1.3. Установление сроков хранения макаронных изделий из композитной смеси	121
5.2. Пищевая ценность макаронных изделий	124
5.2.1. Химический состав и пищевая ценность макаронных изделий из композитной смеси	124
5.2.2. Определение аминокислотного состава белков макаронных изделий из композитной смеси.....	127
Глава 6. ОБОСНОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИТНОЙ СМЕСИ И ОЦЕНКА ИХ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ.....	129
6.1. Анализ себестоимости и рекомендуемой цены реализации макаронных изделий из композитной смеси конечному потребителю	129
6.2. Интегральный показатель качества макаронных изделий из композитной смеси и расчет конкурентоспособности	130
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	135
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	139
ПРИЛОЖЕНИЯ	160
Приложение А (информационное) Стандарт организации.....	160
Приложение Б (информационное) Технологическая инструкция по производству макаронных изделий из композитной смеси.....	162
Приложение В (обязательное) Акт апробаций на предприятии	163
Приложение Г (обязательное) Патент № 2624210 «Макаронные изделия»	165
Приложение Д (обязательное) Математическая обработка данных.....	166
Приложение Е (информационное) Шкала органолептической оценки макаронных изделий	167

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Одним из приоритетных государственных проектов Российской Федерации является повышение качества жизни своих граждан путем сохранения здоровья и трудоспособности. Немаловажное значение в решении этого тренда приобретают вопросы обеспечения полноценного питания и разработки продуктов различной направленности.

Макаронные изделия, количество потребления которых постоянно возрастает в рационе питания населения нашей страны, занимают важное место. Это обусловлено высокими потребительскими свойствами макаронных изделий, длительным сроком хранения, минимальными затратами времени на их приготовление и низкой стоимостью. Учитывая, что макаронные изделия популярны и потребляются в большом количестве, представляется возможным реально и эффективно проводить профилактику различных видов заболеваний с помощью выпуска изделий с использованием растительного сырья, содержащего сбалансированный комплекс белков, жиров, макро- и микроэлементов и витаминов. Относительно простая технология производства макаронных изделий позволяет использование различных видов растительного сырья, что представляет определенный интерес при решении проблемы рационального использования различных ресурсов.

Актуальность темы находит отражение на государственном уровне – в Указах Президента и Постановлениях Правительства Российской Федерации: «Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года» от 17 апреля 2012 года № 559-р; «Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года» от 29 июня 2016 года № 1364-р; «О Концепции реализации основ государственной политики в области здорового питания населения в Челябинской области на период до 2020 года» от 6 февраля 2012 года № 20-рп; «О мерах по профилактике заболеваний, обусловленных дефицитом микронутриентов, развитию производства пищевых продуктов функционального и

специализированного назначения» от 14 июня 2013 года № 31 и др. При этом отмечается необходимость расширения производства отечественной продукции с учетом региональных особенностей рынка и потребительских предпочтений.

Степень разработанности темы. В решение вопросов расширения ассортимента макаронных изделий повышенной пищевой ценности, создания группы макаронной продукции с направленно измененным химическим составом существенный вклад внесли такие ученые и исследователи, как В.В. Мартиросян, Г.М. Медведев, Г.А. Осипова, Т.И. Шнейдер, Н.А. Шмалько, А.Н. Волчков, А.А. Глазунов, Т.П. Евсеенко, Н.К. Иванова, Н.К. Казеннова, Т.В. Киселева, В.Д. Малкина, У.Н. Диденко, Е.В. Жиркова, P. Pangloli, N.M.H. Rasmay, G.A. el-Shatanovi и др.

Цель исследования – разработка и оценка потребительских свойств макаронных изделий повышенной пищевой ценности.

Для достижения поставленной цели служат следующие **задачи**:

- провести исследования состояния потребительского рынка макаронных изделий в г. Челябинске;
- исследовать характеристику компонентов, используемых в композитной смеси для макаронных изделий и разработать композитную смесь, содержащую муку пшеничную высшего сорта, муку гречневую, муку льняную и минерально-витаминный комплекс;
- исследовать реологические свойства макаронного теста из композитной смеси;
- разработать мероприятия по обеспечению безопасности производства макаронных изделий из композитной смеси;
- разработать учебно-исследовательский комплекс «Имитатор работы автоматизированной линии производства макаронных изделий»;
- провести исследование показателей качества, сохраняемости и пищевой ценности макаронных изделий из композитной смеси;
- обосновать экономическую эффективность производства макаронных изделий из композитной смеси, разработать нормативную и техническую

документацию на макаронные изделия из композитной смеси и провести опытно-промышленную апробацию.

Научная новизна. Диссертационная работа содержит элементы научной новизны в рамках пунктов 3, 5, 6 паспорта специальности 05.18.15 и состоит в следующем:

– доказана возможность использования композитной смеси, содержащей муку пшеничную высшего сорта и муку гречневую, муку льняную и минерально-витаминный комплекс в соотношении 89,9:10,1 в технологии изготовления макаронных изделий;

– установлено положительное влияние композитной смеси на реологические свойства макаронного теста;

– дан анализ системы ХАССП при внедрение в производство макаронных изделий из композитной смеси и установлено восемь контрольно критических точек (ККТ);

– с целью повышения качества и потребительских свойств макаронных изделий разработан учебно-исследовательский комплекс «Имитатор работы автоматизированной линии производства макаронных изделий»;

– на основе анализа комплекса органолептических, физико-химических показателей и показателей безопасности дана оценка потребительских свойств нового вида макаронных изделий.

Новизна технических решений защищена патентом РФ № 2624210 (Приложение Г).

Теоретическая и практическая значимость работы. В результате проведенных исследований изучен анализ рынка макаронных изделий г. Челябинска.

Оптимизированы технологические параметры при производстве макаронных изделий из композитной смеси.

Разработан и утвержден комплект нормативной и технической документации на макаронные изделия из композитной смеси: СТО 9149013–001–2016 (Приложение А); ТИ 9149013–001–2016 (Приложение Б).

Проведена промышленная апробация технологий новых видов макаронных изделий на промышленной технологической площадке ООО «Рант» (г. Челябинск); выпущены и реализованы опытные партии продукции (Приложение В).

Обоснована экономическая эффективность производства макаронных изделий из композитной смеси.

Сформулированные автором научные положения и практические решения нашли применение при организации учебной и научно-исследовательской работы бакалавров, магистров и аспирантов. Результаты исследований используются в учебном процессе кафедр: «Товароведения и таможенного дела» Орловского государственного университета им. И.С. Тургенева при изучении дисциплины «Теоретические основы товароведения»; «Пищевые и биотехнологии» Южно-Уральского государственного университета (НИУ) при изучении дисциплин «Планирование и организация научных исследований в пищевой промышленности», «Инновации в технологии и организации производства кондитерских, хлебобулочных и макаронных изделий».

Методология и методы исследования. Работа выполнена в лабораториях: Орловского государственного университета имени И.С. Тургенева; Южно-Уральского государственного университета (НИУ); Центра химизации и сельскохозяйственной радиологии (г. Челябинск).

В работе применяли общепринятые и специальные органолептические, физико-химические, микробиологические, структурно-механические методы исследований свойств сырья, полуфабрикатов и готовых изделий. Определение реологических свойств теста производилось на альвеографе фирмы «СНОРIN». Структурометр НПФ «Радиус» использовался для определения время релаксации макаронного теста. Статистическая обработка результатов исследования и проведение оценки достоверности результатов исследования проводилась с помощью методов математической статистики с применением Statistica for Windows 6,0, Microsoft Excel.

В целях определения потребительских предпочтений отбор респондентов проходил по квотной выборке в соответствии с данными Госкомстата Челябинской области о социально-демографических характеристиках населения города. Статистическая погрешность данных не превысила 5 % (при 95 %-ном доверительном уровне).

Объектами на различных этапах исследований являлись данные о структуре ассортимента макаронных изделий в гипермаркетах «Ашан», «Спар» и «Магнит» г. Челябинска; образцы: пшеничной муки высшего сорта по ГОСТ 31491–2012; муки гречневой по ГОСТ 31645–2012; муки льняной (обезжиренной) по ТУ 9146-004–31496822–2009; минерально-витаминного комплекса по ГОСТ Р 53494–2009; макаронного теста; макаронных изделий.

Научные положения, выносимые на защиту:

- результаты состояния потребительского рынка макаронных изделий в г. Челябинске;
- экспериментальное обоснование выбора сырья, разработка технологии макаронных изделий с улучшенными потребительскими свойствами;
- результаты исследования показателей качества, сохраняемости пищевой ценности макаронных изделий повышенной пищевой ценности;
- результаты экономической эффективности производства макаронных изделий из композитной смеси.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность полученных результатов обеспечивалась применением стандартных и специальных современных методов исследования, математических методов планирования и статистической обработки экспериментальных данных, подтверждается совпадением результатов лабораторных и промышленных испытаний.

Основные положения диссертационной работы прошли обсуждение на следующих конференциях: XI всероссийской научно-практической конференции «Разработки Российской Федерации по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники» (г. Челябинск, 2014); VI конференции аспирантов и

докторантов «Наука ЮУрГУ» (г. Челябинск, 2014); VII научной конференции аспирантов и докторантов «Наука ЮУрГУ» (г. Челябинск, 2015); XI международной научно-практической конференции «Качество продукции, технологий и образования» (г. Магнитогорск, 2016); международной научно-практической конференции «Инновационные подходы и технологии для повышения эффективности производств в условиях глобальной конкуренции» (г. Семей, 2016); международной научно-практической конференции «Современные исследования основных направлений гуманитарных и естественных наук» (г. Казань, 2017); всероссийской научно-практической конференции «Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продуктов питания» (г. Курган, 2017); международной научно-практической конференции «Продовольственная безопасность в контексте новых идей и решений» (г. Семей, 2017); всероссийской научно-практической конференции «Инновационные пути в разработке ресурсосберегающих технологий хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» (г. Курган, 2017); международной научно-практической конференции «Трансляционная медицина» (г. Орел, 2017); международной научно-практической конференции «Роль и значение науки и техники для развития современного общества» (г. Волгоград, 2018); международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития науки в России и мире» (г. Волгоград, 2018).

Публикации. По теме диссертационной работы имеется 21 публикация, в том числе 4 статьи в журналах, рекомендуемых ВАК Министерства образования и науки РФ, 1 патент на изобретение.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, выводов, списка литературы, приложений. Работа изложена на 167 страницах, иллюстрирована 33 таблицами и 59 рисунками. В список литературы входит 194 источника, в том числе 51 иностранный источник.

Глава 1. ТОВАРОВЕДНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

«Повышение биологической ценности макаронных изделий может быть решена путем добавления в состав дополнительных видов сырья или добавок с более высоким по сравнению с пшеничной мукой содержанием белка, витаминов и микронутриентов» [95]. Разработка пищевых продуктов специального назначения на основе отечественного продовольственного сырья является одной из ключевых задач государственной политики в сфере здорового питания (распоряжение Правительства РФ от 25 октября 2010 года № 1873-р). Постановлением от 16 сентября 2003 года № 148 «О дополнительных мерах по профилактике заболеваний, обусловленных дефицитом железа в структуре питания населения». Отмечается, что в целях принятия незамедлительных мер для улучшения состояния обеспеченности населения России железом, необходимо обогащение пшеничной муки высшего и первого сорта, хлеба и хлебобулочных изделий, произведенных из этой муки, алиментарным железом и витаминами [6]. Данный подход к решению проблемы дефицита железа является общепризнанным во всем мире и рекомендуется международными организациями.

На сегодняшний день особую важность имеют разработка и внедрение в производство продуктов профилактического воздействия, содержащих немалый ассортимент биологически интенсивных добавок, которые «способны возместить воздействие агрессивных факторов окружающей среды на человека, тем самым поддерживая здоровье и активный образ жизнедеятельности» [93, 117].

В соответствии со «Стратегией становления пищевой и перерабатывающей индустрии Российской Федерации на 2013–2020 гг.» и «Концепцией государственной политики в сфере здорового питания жителей РФ» в промежуток вплоть до 2020 г. перед пищевой отраслью обозначена цель по развитию производства пищевых продуктов, которые были бы обогащены полезными компонентами, исследованию и разработке специализированных пищевых продуктов, нацеленных на профилактику разных заболеваний и улучшение общего здоровья населения [89, 90, 95].

Улучшение самочувствия, как физического, так и психического, а также предотвращение или сокращение частоты возникновения болезней, считаются основными аспектами, позволяющими причислять уже имеющиеся или вновь создаваемые продукты питания в группу продуктов функционального питания [117].

Согласно сведениям аналитического центра «СовЭкон», в Российской Федерации каждый год собираются урожаи до 500 тыс. т пшеницы твердых (durum) сортов, а ежегодный объем муки для макаронных изделий – приблизительно 300 тыс. т. Согласно сведениям Союза мукомолов, «вся производимая в России макаронная продукция из муки, выработанной из сортов твердой пшеницы, составляет всего 10 %» [95]. Но из-за высокой стоимости такой муки спрос на нее весьма низкий. По сравнению с мягкой, твердая пшеница дороже примерно на 20–25 % [44]. Поэтому макаронные изделия из твердой пшеницы изготавливают всего несколько производителей из первой десятки. Для производства макаронных изделий производители в регионах предпочитают в основном мягкие сорта пшеницы, даже там, где выращиваются твердые сорта [95, 97].

Макаронные изделия изготавливают из муки, которая не содержит важнейшие витамины, минеральные вещества и незаменимые аминокислоты. Поэтому растительное сырье для макаронных изделий должно быть сбалансировано комплексом пищевых ингредиентов, которые бы способствовали формированию высоких вкусовых качеств и лечебно-профилактических свойств полученных изделий [16, 95].

Одним из решений задачи обогащения макаронных продуктов биологически активными веществами является применение композитной муки, обладающей высоким содержанием витаминов и минеральных веществ. Совместное применение муки пшеничной с гречневой и льняной станет способствовать увеличению пищевой ценности макаронных продуктов почти по всем незаменимым условиям питания и даст возможность отрегулировать

содержание некоторых важнейших нутриентов в производимых изделиях [6, 16, 65, 72].

1.1. Обзор рынка макаронных изделий

Относительная простота технологического процесса производства макаронных изделий, небольшие сроки окупаемости и рентабельность макаронного бизнеса в 80 % являлись мотивирующими факторами для дальновидных предпринимателей [9, 20].

С увеличением объема рынка продуктов здорового питания, новых технологий их производства и контроля качества необходимость исследования потребительских предпочтений макаронных изделий возрастает [21, 53].

В настоящий период на рынке макаронных изделий работают примерно 150 производителей, выпускающих в большей степени продукцию среднего ценового сегмента.

Более 900 российских предприятий изготавливают макаронные изделия. Таким производством охвачены все 8 федеральных округов.

В числе важнейших производителей в отрасли можно выделить: ООО «МАРЕВЕН ФУД СЭНТРАЛ» из Московской области, ПАО «ЛИМАК» из Липецкой области, ООО «ОБЪЕДИНЕНИЕ «СОЮЗПИЩЕПРОМ» из Челябинской области, ОАО «Макфа» из Челябинской области, ОАО «ЭКСТРА М» из Москвы и др.

Наибольший объем производства макаронных изделий приходится на Центральный федеральный округ: за 1 квартал 2016 года там было произведено 100551 тонн макаронных продуктов, что составляет 37 % от совокупного объема всех федеральных округов. Следующим по производительности является Уральский федеральный округ с его долей объема производства в 26 %. Третьим по изготовлению макаронных изделий идет Приволжский федеральный округ – его доля 16 %. В общей сложности на эти федеральные округа приходится 79 % от всего объема производства России в 1 квартале 2016 года, – так же, как и во 2 квартале 2015 года. Вся эта картина распределения долей в общем объеме

производства говорит о том, что производственные мощности загружены в основном равномерно на протяжении года в непосредственной близости от центров потребления.

По результатам первых 5 месяцев 2016 года уровень производства макаронных продуктов в России снизился на 3 %. Возможно причиной этому явился ажиотаж и высочайший рост производства в 2014–2015 гг.

За последние 5 месяцев отечественные компании показывают разнонаправленную помесечную динамику производства макаронных изделий. Заметно упал объем производства в январе, и после этого, несмотря на некоторые взлеты, не смог восстановиться. По данным исследования компании IndexBox, изготовление макаронных продуктов в январе–мае 2016 года в натуральном выражении сократилось на 3 % [166].

Количество производства и потребления макаронных продуктов отображает уровень доходов населения, но с обратным знаком – потребление макарон и аналогичных продуктов тем выше, чем хуже материальное состояние населения. В 2014–2015 гг. реальный уровень доходов граждан сокращался, случился переход к сберегающей модели потребления и переориентирование домохозяйств на недорогие продукты питания. В итоге увеличился спрос на более дешевые продукты, такие как, например, макаронные изделия. Реальные доходы населения в 2016 году продолжили сокращаться, – за первое полугодие спад составил 5 %, хотя производство макаронных изделий тоже пошло на убыль. Причиной стала высокая насыщенность рынка и запасов как производителей, так и населения, сформировавшихся к этому времени из-за очень высоких объемов производства в предыдущий период.

В 2015 году в России был рекордный урожай, вследствие чего наша страна стала мировым лидером по экспорту пшеницы. По словам министра сельского хозяйства, Россия в ближайшее время может начать поставлять продукты переработки зерна, в частности, макаронные изделия за рубеж. Представитель компании ОАО «ЭКСТРА М» подтверждает слова министра сельского хозяйства и считает, что это вполне реальная перспектива, так как российская продукция

имеет достойное качество и конкурентоспособную цену. Маркетолог компании ООО «Петровские Нивы» Анна Марашова, отмечает, что рынок испытывает на себе эффект импортозамещения. Потребители стали отказываться от премиальных зарубежных брендов в пользу более дешевых отечественных [166].

Размеры производства макаронных изделий в стоимостном выражении повторяют их динамику в натуральном выражении, но имеют при этом более выраженный спад. Например, в январе–мае 2016 года размеры производства в стоимостном выражении оказались ниже на 9 %. Это, в свою очередь, закономерно явилось следствием снижения ажиотажа и затовариванием рынка макаронных продуктов. Отпускные цены снизились, что связано с попыткой производителей адаптироваться к упавшим доходам людей, как считает представитель компании ОАО «ЭКСТРА М».

Экспорт макаронных изделий из России за период 2013–2016 составил \$437 млн. (рис. 1.1), общим весом 377 тыс. тонн (рис. 1.2). В основном экспортировались «прочие макаронные изделия» (84 %), «прочие макаронные изделия, без начинки и тепловой обработки» (11 %). В структуре экспорта по странам (товаров из группы «макаронные изделия») первое место занял Казахстан (35 %), второе – Беларусь (16 %) (табл. 1.1).

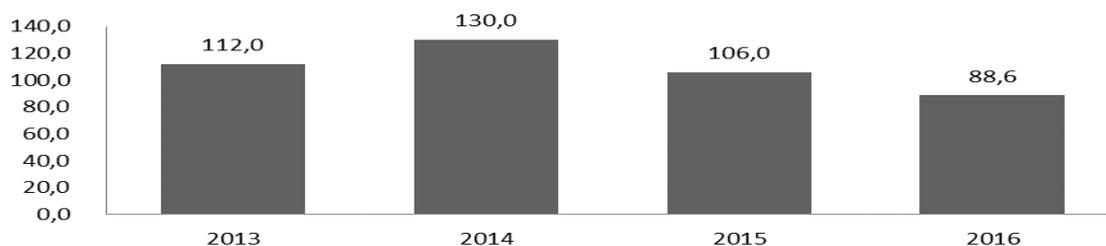


Рисунок 1.1 – Экспорт макаронных изделий из России, млн. USD

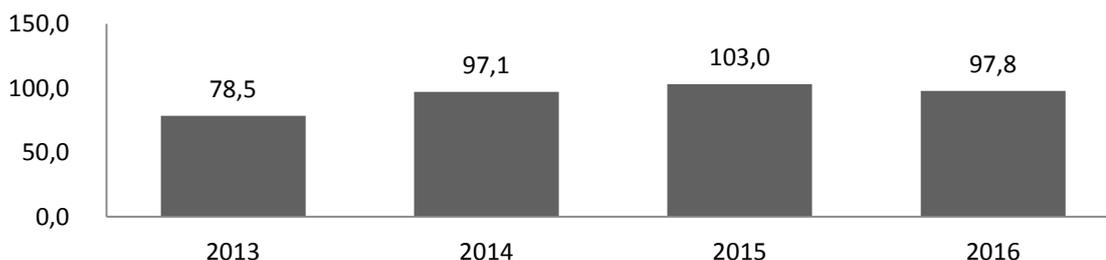


Рисунок 1.2 – Экспорт макаронных изделий из России, тыс. тонн

Таблица 1.1 – Экспорт макаронных изделий из России по странам

№	Страна	Σ (2013–2016), USD	Доля, %
1	Казахстан	153,0 млн	35,1
2	Беларусь	71,0 млн	16,2
3	Таджикистан	40,5 млн	9,3
4	Узбекистан	39,5 млн	9,0
5	Украина	28,1 млн	6,4
6	Туркмения	18,6 млн	4,2
7	Монголия	17,9 млн	4,1
8	Азербайджан	15,0 млн	3,4
9	Грузия	13,9 млн	3,2
10	Киргизия	9,5 млн	2,2
11	Армения	9,0 млн	2,1
12	Молдова	5,1 млн	1,2
13	Абхазия	4,9 млн	1,1
14	Латвия	3,7 млн	0,8
15	Германия	1,2 млн	0,3
16	Китай	1,0 млн	0,2
17	Болгария	917,0 тыс.	0,2
18	Эстония	870,0 тыс.	0,2
19	Израиль	673,0 тыс.	0,2
20	Литва	617,0 тыс.	0,1
По всем странам:		437 млн	100

Импорт макаронных изделий в Россию за период 2013–2016 составил \$402 млн. (рис. 1.3), общим весом 306 тыс. тонн (рис. 1.4). В основном импортировались «прочие макаронные изделия, без начинки и тепловой обработки» (63 %), «прочие макаронные изделия» (22 %). В структуре импорта по странам (товаров из группы «макаронные изделия») первое место заняла Италия (56 %), второе – Украина (8 %) (табл. 1.2).

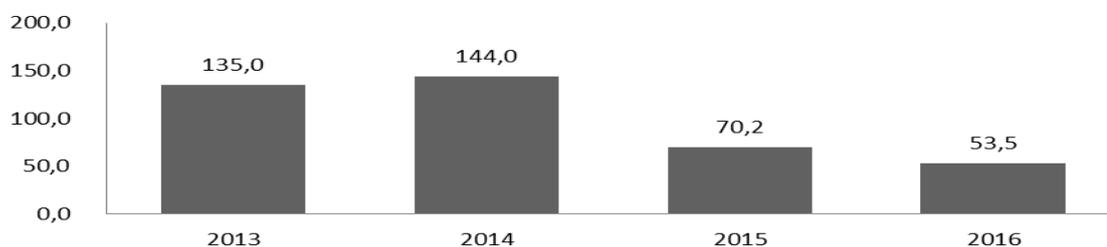


Рисунок 1.3 – Импорт макаронных изделий в Россию, млн USD

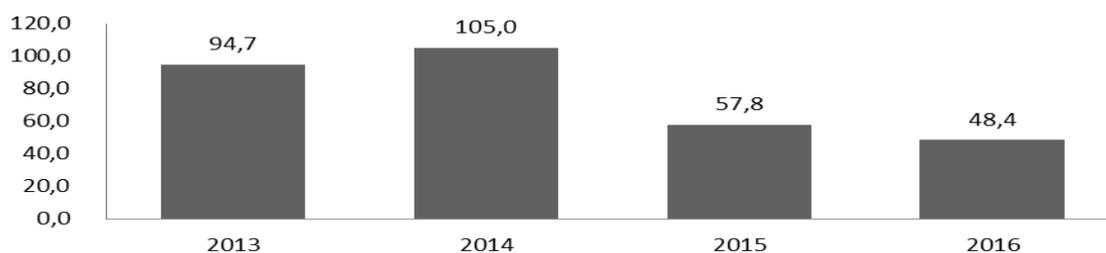


Рисунок 1.4 – Импорт макаронных изделий в Россию, тыс. тонн

Таблица 1.2 – Импорт макаронных изделий в Россию по странам

№	Страна	∑ (2013–2016), USD	Доля, %
1	Италия	223 млн	55,5
2	Украина	32,8 млн	8,2
3	Китай	32,3 млн	8,0
4	Южная Корея	25,2 млн	6,3
5	Германия	23,1 млн	5,7
6	Вьетнам	17,6 млн	4,4
7	Казахстан	15,9 млн	4,0
8	Литва	7,3 млн	1,8
9	Беларусь	4,5 млн	1,1
10	Марокко	2,8 млн	0,7
11	Франция	2,6 млн	0,6
12	Таиланд	2,5 млн	0,6
13	Польша	1,7 млн	0,4
14	Нидерланды	1,2 млн	0,3
15	Испания	1,1 млн	0,3
16	Япония	1,1 млн	0,3
17	Чехия	900,0 тыс.	0,2
18	Турция	779,0 тыс.	0,2
19	Бельгия	581,0 тыс.	0,1
20	Тунис	513,0 тыс.	0,1
По всем странам:		402 млн	100

В среднесрочной перспективе воздействие на развитие этой сферы станут оказывать реставрационные процессы в экономике – они должны привести к росту инвестиций и рентабельности компаний, оживлению потребительского спроса. Помимо этого, комплекс мер по развитию агрокомплекса, реализуемых Правительством РФ в последнее время, должно способствовать улучшению производства, а также различных показателей отрасли – качественных и количественных, что, в свою очередь, не сможет не отразиться на конкурентоспособности макаронных изделий в обеспечении жителей Российской Федерации высококачественной линейкой пищевых продуктов и станет

способствовать выходу отечественных продуктов на иностранные рынки сбыта [2, 10, 144, 166].

1.2. Современная система классификации макаронных изделий

Согласно общепринятому определению, макаронные изделия, изготавливаемые пищевой индустрией, – это «продукт, полученный высушиванием до 13%-й влажности и ниже отформованного теста из пшеничной муки и воды». По ныне действующему ГОСТ Р 52000–2010, «макаронные изделия – это пищевой продукт, изготавливаемый из пшеничной муки и воды смешиванием, разными методами формования и высушивания». «Допускается производство макаронных изделий из других зерновых, а также незерновых культур и отходов их переработки с применением или без применения дополнительного сырья» [96].

«Макаронные изделия подразделяются на группы в зависимости от вида исходной пшеницы и сорта муки» [96], что показано на рисунке 1.5.

Для макаронных изделий, произведенных с помощью дополнительного сырья, группы и сорта макаронных изделий обозначаются одноименным с дополнительным сырьем наименованием.

В качестве примера, макаронные изделия группы А из муки высшего сорта, где использован в качестве дополнительного сырья яичный порошок, обозначаются следующим образом: «Группа А высший сорт яичные».

К слову, в Италии распространен закон, ни в каком виде не разрешающий применять муку и крупку мягкой пшеницы «в производстве макаронных изделий, так же, как и их примесей к крупке твердой пшеницы. Мука из мягкого зерна применяется только при производстве сырых макаронных изделий с наибольшей влажностью 30 %. Итальянский норматив повторяют нормативы Франции и Германии, за исключением того, что здесь уже допускается примесь мягкой пшеницы к твердым сортам в количестве не более 10 %» [96].

Макаронные изделия в зависимости от способа формования подразделяются на резаные, пресовые и штампованные (рис. 1.6).

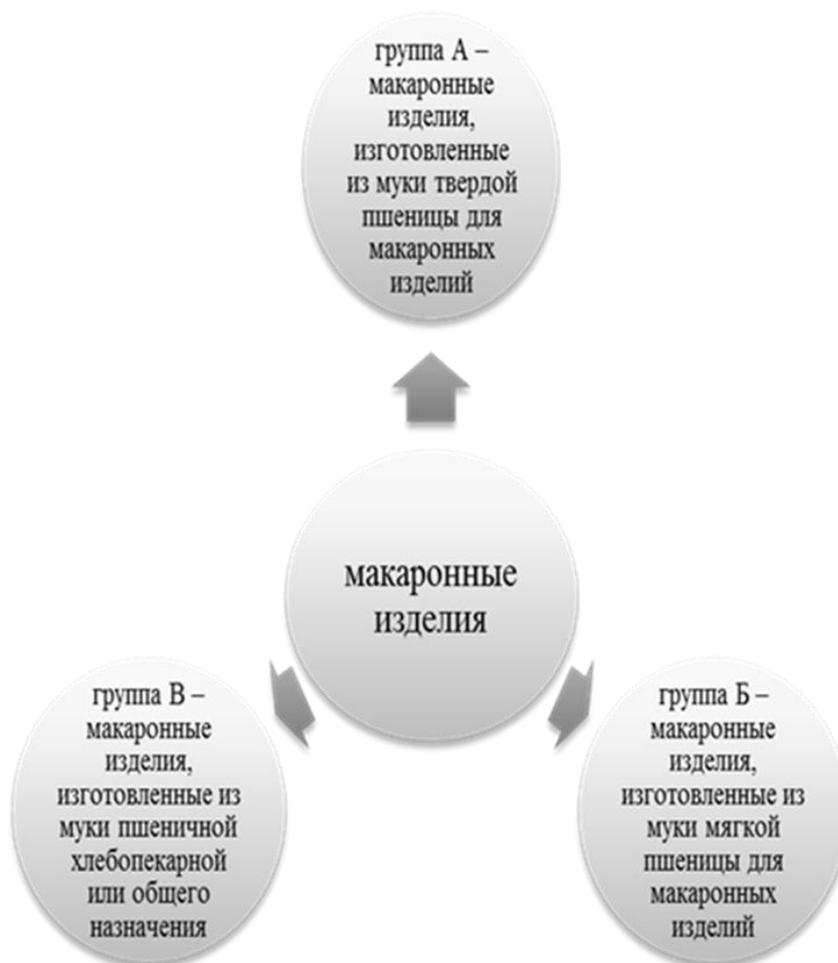


Рисунок 1.5 – Группы макаронных изделий

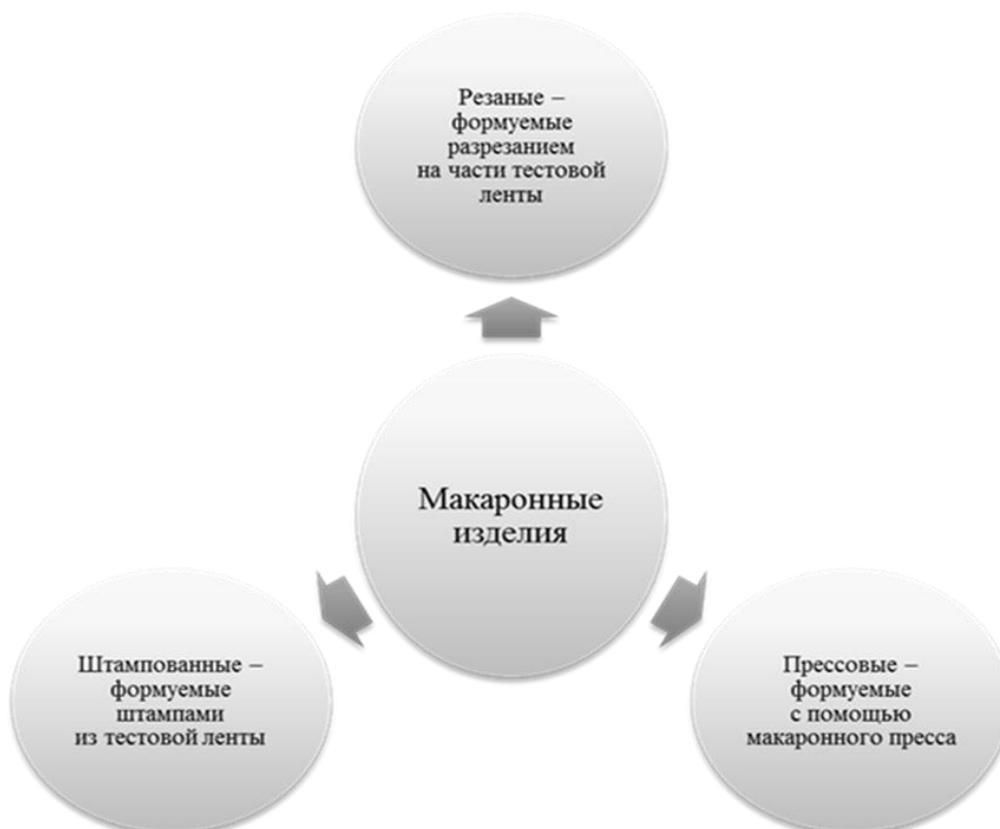


Рисунок 1.6 – Способы формования макаронных изделий

Макаронные изделия в зависимости от формы могут быть следующих типов: трубчатые, нитевидные, ленточные и фигурные (рис. 1.7).



Рисунок 1.7 – Формы макаронных изделий

Макаронные изделия в зависимости от длины могут быть следующих типов:

- 1) короткими (длина не более 150 мм);
- 2) длинными (длина не менее 200 мм), которые могут быть:
 - а) одинарными/двойными гнутыми. Двойные гнутые длинные макаронные изделия сушат в подвешенном состоянии на специальных приспособлениях – бастунах;
 - б) сформированными в мотки, бантики и гнезда. Массу и размеры таких длинных макаронных изделий производители не ограничивают.

«С помощью специальных разнообразных матриц (матрица – основная часть макаронного пресса, определяющая тип, подтип и вид макаронных изделий) может допускаться производство макаронных изделий с ровной и рифленой поверхностью» [96].

Анализ макаронных изделий по ГОСТ, ТН ВЭД, ОКПД 2, ОКВЭД 2 представлен в Таблицах 1.3, 1.4.

Таблица 1.3 – Анализ информации по ГОСТ

<i>Номер</i>	<i>Наименование</i>
ГОСТ 10907–88	Изделия макаронные с мясом. Технические условия
ГОСТ 31743–2012	Изделия макаронные. Общие технические условия
ГОСТ 31749–2012	Изделия макаронные быстрого приготовления. Общие технические условия
ГОСТ 32908–2014	Изделия макаронные безглютеновые. Общие технические условия
ГОСТ Р 52000–2010	Изделия макаронные. Термины и определения
ГОСТ Р 54656–2011	Изделия макаронные с обогащающими добавками. Общие технические условия
ГОСТ Р 55295–2012	Изделия макаронные инстантные. Общие технические условия
ГОСТ Р 55296–2012	Изделия макаронные низкобелковые. Общие технические условия

Таблица 1.4 – Анализ информации по ТН ВЭД, ОКПД 2, ОКВЭД 2

<i>Классификатор</i>	<i>Код</i>	<i>Расшифровка</i>	
ТН ВЭД 1902 – Макароны изделия, подвергнутые или не подвергнутые тепловой обработке, с начинкой (из мяса или прочих продуктов) или без начинки, или приготовленные другим способом, такие как спагетти, макароны, лапша, рожки, клецки, равиоли, каннеллони; кускус, готовый или не готовый к употреблению в пищу	190211	Макаронные изделия, не подвергнутые тепловой обработке, без начинки или не приготовленные каким-либо другим способом	
	190219	Прочие макаронные изделия, не подвергнутые тепловой обработке, без начинки или не приготовленные каким-либо другим способом	
	190220	Макаронные изделия с начинкой, подвергнутые или не подвергнутые тепловой обработке или приготовленные другим способом	
	190230	Прочие макаронные изделия	
	190240	Кускус	
	ОКПД 2 10.73.11 – Изделия макаронные и аналогичные мучные изделия	10.73.11.110	Макароны
		10.73.11.120	Вермишель
10.73.11.130		Лапша	
10.73.11.140		Изделия макаронные фигурные	
10.73.11.150		Рожки	
10.73.11.160		Перья	
10.73.11.190		Изделия макаронные прочие	
ОКВЭД 2 код: 10.73 – Производство макаронных изделий кускуса и аналогичных мучных изделий	10.73.1	Производство макаронных изделий	
	10.73.2	Производство кускуса	
	10.73.3	Производство консервированных или замороженных макаронных изделий	

Макаронная продукция имеет разнообразный ассортимент. Помимо обычной продукцией выпускаются другие сорта макаронных изделий:

- высший яичный;
- высший яичный с увеличенным содержанием яиц;
- томатные первого и высшего сортов;
- молочные первого и высшего сортов с добавлением молока коровьего, цельного сухого обезжиренного коровьего молока;
- творожные первого и высшего сортов;
- витаминизированные первого и высшего сортов;
- быстрораствориваемые;
- макароны с овощами;
- изделия с сухими дрожжами или дрожжевым экстрактом;
- изделия с соевой мукой;
- изделия с рыбным белковым концентратом.

1.3 Влияние сырья и технологии производства на показатели качества макаронных изделий

1.3.1 Основное, дополнительное и нетрадиционное сырье в технологии макаронных изделий

Основным сырьем для изготовления макаронных изделий в соответствии с ГОСТ 31743–2012 являются: мука из твердых сортов пшеницы для макаронных изделий ГОСТ 31463–2012, мука из мягких сортов пшеницы ГОСТ 31491–2012 и мука пшеничная хлебопекарная ГОСТ 52189–2003.

Госхлебинспекция и ВНИИЗ на протяжении долгого времени исследуют качество зерна пшеницы. Ими определено, что только 10–15 сортов пшеницы имеют по объему большие площади и отменный урожай, а замечательные мукомольные и, конечно, хлебопекарные свойства высоко оценивают производители [112].

Один из известнейших физиологов и агрономов Франции середины XX века А. Демолон считал, что «Ежегодная урожайность пшеницы, подвергающаяся значительным изменениям, обуславливается только климатическими факторами;

отклонения могут достигать $\pm 30\%$ от средних показателей за 10 лет» [72]. Необходимо учитывать, «что количество клейковины в зерне на 70 % зависит от условий произрастания, а качество клейковины в зерне на 70 % зависит от генетических особенностей сорта, и на 30% зависит от экзогенных и экологических факторов» [109].

В подавляющем большинстве случаев в Германии, Канаде и США засеивают лишь сортовое зерно. Здесь на всех этапах, включая ранние этапы селекции, семеноводства, а также товарного производства зерна основной оценкой является оценка хлебопекарных и технологических свойств зерна. Селекционеры обязательно следят за показателями технологических свойств полученных ими сортов не только на стадии селекции. Очень важно и товарное изготовление. Это позволяет создавать постоянное хорошее качество товарного зерна и предопределять с немалой точностью хлебопекарные и мукомольные свойства любой выращенной ими пшеницы [168].

В Мексике и Калифорнии на получение сорта твердой пшеницы уходит всего около 10 лет благодаря использованию климатических камер. Сперва отбираются наилучшие растения, устойчивые к заболеваниям и различному климату. На следующем этапе оценивают качество зерна на содержание в нем каротиноидных пигментов и упруго-эластичные свойства клейковины. В конце концов, на последней стадии селекции определяется водопоглотительная способность крупки, ее цвет и прочность, а также варочные свойства макаронных изделий [95, 156].

Наиболее предпочтительное сырье для изготовления традиционных видов макаронных продуктов – это высшие сорта крупитчатых продуктов помола зерна твердой пшеницы, по-русски называемые «крупкой». Твердые сорта пшеницы считаются наиболее ценными, так как меньше поражаются различными заболеваниями и вредителями, а также наиболее устойчивы к полеганию [61, 64, 69, 78, 96].

Хлебопекарная мука и крупка сильно отличаются. Для крупки характерна крупитчатая структура, она обладает высоким содержанием белка и хорошим

качеством клейковины. Если соблюдать технологические режимы изготовления, макаронные изделия из крупки твердой пшеницы в сухом виде имеют янтарно-желтый, золотистый цвет, стекловидный излом, обладают повышенной прочностью, после долгой варки варочная вода остается прозрачной. Они не теряют форму, не происходит склеивания между собой, имеют приятные вкус, аромат, и характерный светло-желтый цвет [48].

Вследствие дефицитности твердых сортов пшеницы, макаронные изделия чаще изготавливают, используя муку из мягких высокостекловидных пшениц и муку хлебопекарную [187].

На Рисунках 1.8–1.10 приведен химический состав макаронных изделий, изготовленных из хлебопекарной муки [54]. «Количество белка в составе изделий может удовлетворить на 16,9–10,2 % суточной потребности в белке, исходя из средней суточной потребности взрослого населения – 61,5–102 г» [83, 94, 130]. По данным ГосНИИХП в подавляющем большинстве случаев (90 %) мука, которая используется в макаронном производстве и определяет содержание белка в макаронных изделиях, содержит от 9,5 % до 10,5 % белка [95, 139].

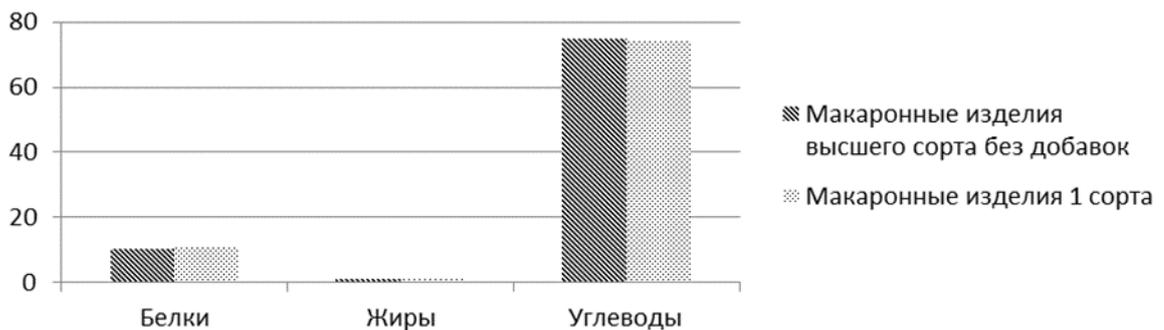


Рисунок 1.8 – Пищевая ценность макаронных изделий (мг/100 г)

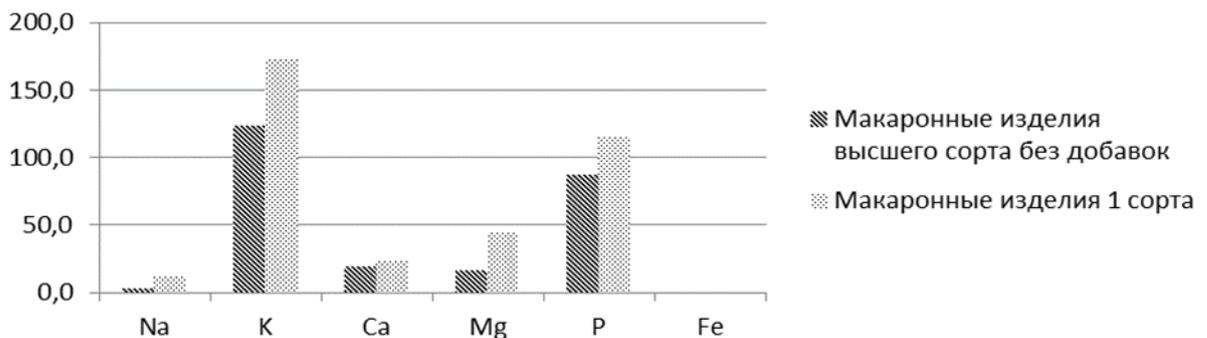


Рисунок 1.9 – Содержание минеральных веществ в макаронных изделиях (мг/100 г)

Содержание кальция в макаронных изделиях равняется всего «19 мг/100 г (при суточной потребности в кальции 1000 мг, т.е. менее 1,9 %). При этом оптимальное соотношение Са и Mg составляет 1 : 0,6 [46, 95, 111].

Макаронные изделия не имеют витаминов А, β-каротина (если только эти изделия не выработаны из пшеничной муки), D, С, и незначительное количество а витаминов В₁, В₆, пантотеновой кислоты (при суточной потребности в них 1,5; 1,8; 20; 5 мг соответственно) [95, 96].

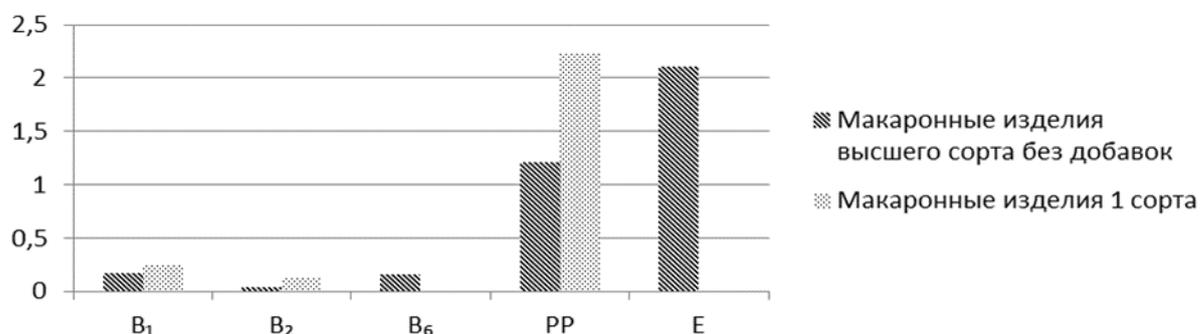


Рисунок 1.10 – Содержание витаминов в макаронных изделиях (мг/100 г)

В Российской Федерации существуют правила организации и ведения технологического процесса на предприятиях, которые устанавливают возможные способы помолов зерна твердых пшениц (табл. 1.5) [96], мягких высокостекловидных пшениц, также задают нормы выхода продуктов помола (табл. 1.6).

Требования ГОСТ 31463–2012 распространяются на муку – полукрупку и крупку твердой пшеницы, а ГОСТ 31491–2012 – на муку – полукрупку и крупку мягких высокостекловидных пшениц.

«В мягких высокостекловидных пшеницах допускается содержание твердых пшениц не более чем на 10 %. В твердых пшеницах допускается содержание мягких не более чем на 15 %» [96].

Сортовой помол подразумевает наиболее полное отделение от зерна оболочки и зародыша и превращение его эндосперма в муку. Поэтому «химический состав муки отличается от химического состава зерна более низким

содержанием клетчатки, жира, белка, минеральных веществ и большим содержанием углеводов» [108].

Таблица 1.5 – Способы помолов зерна твердых пшениц и нормы выхода продуктов помола

<i>Продукты помола</i>	<i>Виды помолов твердых пшениц</i>						
	<i>2-сортный 75 %</i>	<i>3-сортные 75 %</i>			<i>3-сортные 78 %</i>		
Высший сорт (крупка)	60	35	40	45	20	30	35
1-й сорт (полукрупка)	–	25	20	15	35	25	20
2-й сорт	15	15	15	15	23	23	23
Мука кормовая и отруби	21,5	21,5	21,5	21,5	18,5	18,5	18,5
Отходы	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Итого	100	100	100	100	100	100	100

Таблица 1.6 – Способы помолов зерна мягких высокостекловидных пшениц и нормы выхода продуктов помола

<i>Продукты помола</i>	<i>Виды помолов мягких высокостекловидных пшениц</i>					
	<i>3-сортные 75 %</i>			<i>3-сортные 78 %</i>		
Высший сорт (крупка)	20	30	30	15	20	30
1-й сорт (полукрупка)	30	20	25	30	30	20
2-й сорт	25	25	20	33	28	28
Мука кормовая и отруби	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5
Отходы	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Итого	100	100	100	100	100	100

«Из центральной части эндосперма получают более высокие сорта муки. По сравнению с низкими сортами муки в них содержится большее количество крахмала и меньшее количество белков, жиров, сахаров, витаминов, ферментов и минеральных веществ, так как они сосредоточены, в основном, в периферийных частях эндосперма» [96].

«Огромную роль в получении макаронных изделий высокого качества играет температура клейстеризации крахмала, а также объем крахмальных зерен и степень механического разрушения нативной структуры крахмальных зерен» [24,

49, 96]. В сухом веществе муки содержится 4/5 доли крахмала (при этом амилозы – 23–26 %, амилопектина – 74–77 %) [96]. Количество крахмала влияет на потери сухих веществ в варочную среду и другие показатели качества готовых макаронных изделий, и на степень слипаемости продукта после приготовления [82, 92, 95, 96, 148, 151, 152, 186]: клейковинная решетка разрушается по мере клейстеризации крахмальных зерен: «чем раньше наступает клейстеризация, тем сильнее разрушается клейковинная решетка и большее количество крахмала выходит на поверхность, придавая клейкость полученным изделиям» [95, 155].

«Зерна крахмала удерживают 9–10 % влаги при комнатной температуре. Если их смочить холодной водой, они частично набухают, но сохраняют свою форму и не растворяются» [96]. Когда температура поднимается до 20–30 °С происходит увеличение объема крахмальных зерен – до 50 % от исходного объема – они набухают, поглощая большое количество воды. При 40–60 °С зерна еще больше увеличиваются, пока еще сохраняя свою индивидуальность, но уже утрачивают кристаллическую структуру. При увеличении температуры до 62,5 °С наступает процесс клейстеризации. Он сопровождается поглощением 4–5-кратного количества воды, полисахаридные цепочки разрываются, и крахмальные зерна превращаются в единый студнеобразный клейстер. «При дальнейшем нагревании крахмал поглощает еще большее количество воды» [96]. Из этого следует вывод, что «клейстеризация крахмала – это необратимое разрушение природной (нативной) структуры в процессе нагревания при достаточном количестве воды» [72] (см. также [157, 164]).

Если же нагревать крахмал в условиях недостатка влаги, неувлажненный крахмал (влажностью около 10 %) даже при температуре до 90 °С почти не изменит свою структуру. Увлажненные до 30–32 % при температуре 70 °С зерна крахмала сохраняют свою форму, и только 20 % зерен потеряют свою нативную кристаллическую структуру, т. е. глубина термического разрушения крахмальных зерен возрастает с повышением температуры и снижается при уменьшении влажности [96].

Белки являются высокомолекулярными органическими веществами, состоящими из аминокислот, соединенных пептидной связью. По способу растворяться в разнообразных растворителях белки пшеницы подразделяются на 4 группы, которые показаны на рисунке 1.11.



Рисунок 1.11 – Растворение белков

Главную роль играют глиадин и глютенин, так называемые клейковинные белки [154, 161].

Жиры (липиды). Их основная масса находится в зародыше зерна, и его стремятся удалить, чтобы жиры не прогоркли при хранении; прогоркание происходит «при окислении ненасыщенных жирных кислот кислородом воздуха, когда кислород присоединяется по месту двойных связей, образуя перекиси. После разрушения образовавшихся перекисей жирных кислот образуются альдегиды – они-то и придают муке и макаронным изделиям неприятный вкус и запах. Процесс прогоркания ускоряется при даже небольшой влажности, а также при повышении температуры и на свету» [72].

Жирам в муке отведена важная роль: в них растворены каротиноидные пигменты – вещества желтого или оранжевого цвета (в макаронной промышленности они придают изделиям янтарно-желтый цвет). «Основные каротиноидные пигменты – это ксантофилл (90 %), эфиры ксантофилла (5 %), каротин (5 %). Биологически активен только β -каротин как провитамин А, но его слишком мало, поэтому пигменты служат лишь для эстетики (цвет). У молекул пигментов много двойных связей, поэтому они легко окисляются на свету и под действием фермента липоксигеназы в присутствии кислорода и влаги» [96].

От содержания количества липидов в пшеничной муке (от 1,1 до 2,2 г/100 г) зависит формирование структуры теста [22, 58, 82, 95, 160]. Взаимодействие липидов с клейковинными белками на стадии изготовления теста приводит к изменению физических свойств клейковины, что определяет ее пластичность и эластичность [87]. В экспериментах зарубежных исследователей было показано, что структура клейковины зависит от наличия липидов. Если их удалить, «клейковина лишится способности складываться в характерные для нее слои» [169]. «Продукты окисления липидов, т. е. перекиси и гидроперекиси реакционноспособны и, кроме того, сильно влияют на физические свойства теста. Они укрепляют клейковину, переводя ее из группы *слабая* в группу *крепкая*» [95]. При добавлении липидов в тесто улучшаются хлебопекарные свойства муки и варочные показатели изделий из макаронного теста [157]. При наличии липидов стабилизируется белковая решетка и образуются «комплексные соединения с амилозой крахмала, которые препятствуют ее переходу в варочную среду. Таким образом, в формировании структуры макаронного теста из пшеничной муки и качества готовых изделий липиды играют важную роль» [95, 96, 163].

Минеральные вещества (вещества, остающиеся в золе после полного сжигания муки). Они в большом количестве содержатся в алейроновом слое и оболочках, и в значительно меньших – в центральной части эндосперма. Количество зольности определяет сорт муки: более высокому сорту соответствует более низкая зольность.

Витамины и ферменты располагаются в зародыше и периферийных частях эндосперма, присоединяющегося к оболочке. Поэтому в муке ничтожно мало жирорастворимых витаминов и незначительное количество водорастворимых.

Ферментов в муке немного, но их роль все же важна в тех биохимических процессах, происходящих в процессах хранения муки и производства макаронных изделий [95].

«Однако протеолитические ферменты в макаронном тесте слабо активны: накопления продуктов гидролитического расщепления белков не происходит. Углеводно-амилазный комплекс макаронной муки характеризуется слабой атакуемостью крахмала. Поэтому процессы, вызываемые амилолитическими ферментами, большой роли не играют» [96].

Учитывая вышесказанное, необходимо обратить внимание на ферменты класса оксидаз. К примеру, липоксигеназа активна даже в сухом продукте влажностью 4–6 %. При наличии кислорода и влаги этот фермент ускоряет окисление ненасыщенных высокомолекулярных жирных кислот, в результате чего образуются перекиси и гидроперекиси, «имеющие очень высокую окислительную способность, и окисляют затем все новые порции ненасыщенных жирных кислот» [96]. Вот почему происходит обесцвечивание муки при хранении в условиях повышенной влажности даже без отсутствия света.

Между тем, говоря о производстве макаронных изделий, необходимо отметить следующее. Долгое время считалось, что наибольшее количество каротиноидных пигментов разрушается именно во время замеса и при сушке изделий (40–78 %), по этой причине сдерживали доступ воздуха к сырью при замесе и применяли антиокислители, замедляющие активность липоксигеназы. Но позже установили, что каротиноиды разрушаются вовсе не на стадии изготовления макаронных изделий, так как уже на раннем этапе замеса жиры муки с растворенными в них каротиноидными пигментами создают с белками прочносвязанные комплексы, защищая пигменты от ферментативного и светового разрушения, и только незначительное количество пигментов остается в свободном состоянии. Эта часть пигментов считалась ранее «каротиноидными

пигментами, и делались выводы о разрушении основной массы каротиноидов» [72].

В настоящий период определено, что макаронная продукция не обесцвечивается, а темнеет: изделия из муки твердых пшениц становятся коричневого цвета, а изделия из муки мягких пшениц приобретают серый оттенок. Проблема в том, что в муке присутствует фермент полифенолоксидазы, ускоряющий окислительное разложение аминокислоты тирозин при наличии кислорода и влаги, вследствие чего происходит образование темноокрашенных соединений – меланинов [167, 172, 184].

Для получения макаронных изделий высокого качества, свойства муки должны иметь следующие показатели: количество клейковины, крупнота помола, содержание темных вкраплений и каротиноидных пигментов.

Количество клейковины. В приготовлении теста важное значение имеет способность клейковины изменять свою форму при механическом воздействии. Клейковина пшеничной муки характеризуется трехмерной механической моделью, владеющей определенными вязкими, упругими, когезионными и пластичными свойствами. Нерастворимые, но увлажненные частицы белка «под действием нагрузки могут эластично растягиваться, но, когда растягивающее усилие превысит максимальное значение, разрываются» [60]. «Однако разрушенные клейковинные нити вновь могут *склеиваться*, когда под механическим воздействием их концы сближаются, т. е. происходит разрушение одних химических связей и образование других» [72].

Структура теста образуется благодаря таким сложным свойствам клейковины, выполняющей роль своеобразного структурного скелета, как вязкость, упругость, эластичность и пластичность [96].

Клейковина в макаронном производстве реализует две функции: (1) пластификатора, придающего текучесть массе крахмальных зерен; (2) связующего вещества, которое соединяет в единую тестовую массу крахмальные зерна. Таким образом, благодаря пластификации, клейковина дает возможность

формовать тесто, продавливая его через отверстия матрицы, а способность связывать сохраняет установленную тесту форму.

Клейковина уникальна кроме того тем, что при прессовании теста сформированный клейковинный каркас «удерживает крахмальные зерна в выпрессовываемых сырых изделиях, затем при их сушке – становится более прочным, а при опускании в кипящую воду не только не разжижается, а даже придает прочность изделию в результате денатурации клейковины» [95].

В ходе изучения клейковины разного качества было установлено, что она «имеет одинаковый аминокислотный состав и создана из одних и тех же белковых компонентов, однако прочность их взаимного соединения внутри частицы клейковинного белка различна: в крепкой клейковине «плотность упаковки» белковых молекул больше, чем в слабой» [47, 94, 95, 96].

«Самыми высокими технологическими свойствами для производства макаронных изделий из муки мягкой пшеницы обладает мука из яровых сортов с клейковиной 1 группы качества (не выше 75 ед. ИДК) и цветовым признаком, выделяющимся чистотой тона» [72].

«Мука из озимых сортов пшеницы имеет пониженное содержание клейковины, упругость которой достигает 80 ед. ИДК и больше, а ее цвет имеет сероватый оттенок. Продукты питания из такой муки не отличаются высокими прочностными характеристиками, и имеют неудовлетворительную белую окраску с серыми оттенками» [61, 78, 112].

«Количество клейковины в муке, из которой производились макаронные изделия, влияет на вкусовые показатели при разжевывании сваренных изделий. При содержании в муке клейковины более 24 %, сваренные изделия при разжевывании – упругие, при меньшем содержании – кашеобразные» [50, 72, 154].

Содержание каротиноидных пигментов. Для изготовления макаронных изделий более предпочтительна мука с большим содержанием каротиноидов, так как они придают изделиям привлекательный янтарно-желтый цвет. Мука белого и кремового цвета тоже может применяться в макаронной индустрии, но цвет

изделий из такой муки будет менее привлекательным, что отразится на более низкой цене продукта [96].

Содержание темных вкраплений. «Частички оболочек, алейронового слоя, зародыша пшеничного зерна, находящиеся в муке, а также частички семян других культур выступают на поверхности макаронных изделий в виде темных точек, ухудшая тем самым внешний облик изделий» [96]. К тому же, «присутствие в муке большого количества периферийных частей зерна свидетельствует о повышенном содержании аминокислот и ферментов, в частности, тирозина и полифенолоксидазы, участвующих в нежелательном процессе потемнения макаронных изделий во время сушки» [96]. Следовательно, для улучшения внешнего вида макаронных изделий, при их изготовлении предпочтительней «использовать муку высших сортов. Но, чем ниже сорт исходной муки, тем намного выше пищевая ценность произведенных из нее изделий – больше содержание минеральных веществ, белка, пищевых волокон и витаминов. С другой стороны, в периферийных частях зерна при неблагоприятных условиях выращивания накапливаются вредные вещества – токсичные элементы, микотоксины, пестициды и нитраты» [95, 96].

Крупнота помола (размер частиц муки, гранулометрический состав). Качество макаронной муки напрямую зависит от ее крупности, оказывающей существенное воздействие на физические свойства теста и прочность готовых изделий.

«Наибольшая шероховатость отмечается у изделий из муки тонкого помола, наименьшая – из крупки» [72]. Цвет макаронных изделий обуславливается качеством муки. Так, изделия с чисто кремовым оттенком получаются при использовании крупки, изделия с бледно-кремовым и сероватым оттенком – при использовании муки. Изделия из крупки имеют высокую прочность на излом, а изделия из хлебопекарной муки получаются менее прочными [61, 63].

Крупная крупка с частицами однородных размеров является наиболее подходящей для изготовления длинных макаронных изделий. Это наиболее дорогой сорт. Однородность размера части проверяется так: «крупка должна

полностью проходить через сита с размерами отверстий 600 мкм и в то же время полностью оставаться на сите с размерами отверстий 250 мкм» [96].

«Во время замеса теста не успевают полностью пропитаться влагой частицы крупки, имеющие размеры порядка 400–500 мкм, поэтому такие частицы сохраняют свои свойства на стадии прессования» [72]. «Но так как зерна твердой пшеницы не всегда полностью стекловидны, а в исходных партиях зерна пшеницы, идущих на размол в крупку, допускается до 15 % мучнистых зерен мягкой пшеницы, содержащиеся в крупке белесые крупные частицы видны на поверхности сухих изделий в виде светлых точек. Происходит нарушение однотонности цвета изделий и ухудшение их товарного вида» [96].

При получении макаронного теста важное влияние на водопоглотительную способность муки оказывает ее гранулометрический состав. Установлено, что лучше использовать муку меньшей крупности, но она должна быть равномерна по гранулометрическому составу. Крупная крупка обладает водопоглотительной способностью ниже на 1,5–2 %, чем мелкая, и, она более стабильна после увлажнения. Благодаря этому мелкие частицы в единице массы муки имеют большую удельную поверхность и потому из-за адсорбции связывается большее количество воды. По причине поглощения влаги крахмалом затруднена пониженная водопоглотительная способность крупной макаронной крупки, несмотря на высокое содержание белка. Проникновение влаги происходит через облегающие его клейковинные нити, а они с трудом отдают воду крахмалу. При большем раздроблении крахмальных зерен водопоглотительная способность муки повышается. Между тем слишком сильная раздробленность приводит к ухудшению структуры теста [93, 95, 96].

При одном и том же количестве воды, которое добавляется при замесе теста, порошкообразная мука превращается в более вязкое, менее текучее тесто, а тесто из крупитчатой муки будет более пластичным и текучим, так как водопоглотительная способность частиц муки меньшего размера выше за счет их большой удельной поверхности. Оптимальных вязко-пластичных свойств теста можно достигнуть при размере частиц 150 мкм только путем увеличением

влажности теста, что изменяет реологические характеристики теста. Когда же размере частиц муки превышает 500 мкм, для замеса теста требуется больше времени [94, 95, 96].

При изготовлении макаронных изделий вода берется прозрачная, бесцветная, без посторонних привкусов и запахов. Она не может содержать органические примеси и взвешенные частицы, и требования к ней должны соответствовать СанПиН 2.1.4.1074–01 и ГОСТ Р 51232–98. В воде не должны содержаться ионы нитратов, ионы аммония, токсичные металлы (барий, кадмий, мышьяк, ртуть, свинец, селен), ионы NH_4^+ , ионы NO_2^- . Должно быть ограничено содержание: ионов NO_3^- (максимум до 30 мг/кг (частей на литр)); ионов Ион Cl^- (максимум – 100 мг/л). Также в воде не должны содержаться стрептококки и кишечные бактерии.

Классификация воды по степени жесткости приведена на рисунке 1.12.

«Вода характеризуется общей жесткостью. Для замеса макаронного теста используют воду любой жесткости. Вода же, поступающая для обогрева водяных калориферов, должна быть мягкой, иначе на внутренних стенках труб калориферов образуется накипь, снижается теплопроводность труб, и они могут закупориться» [96].

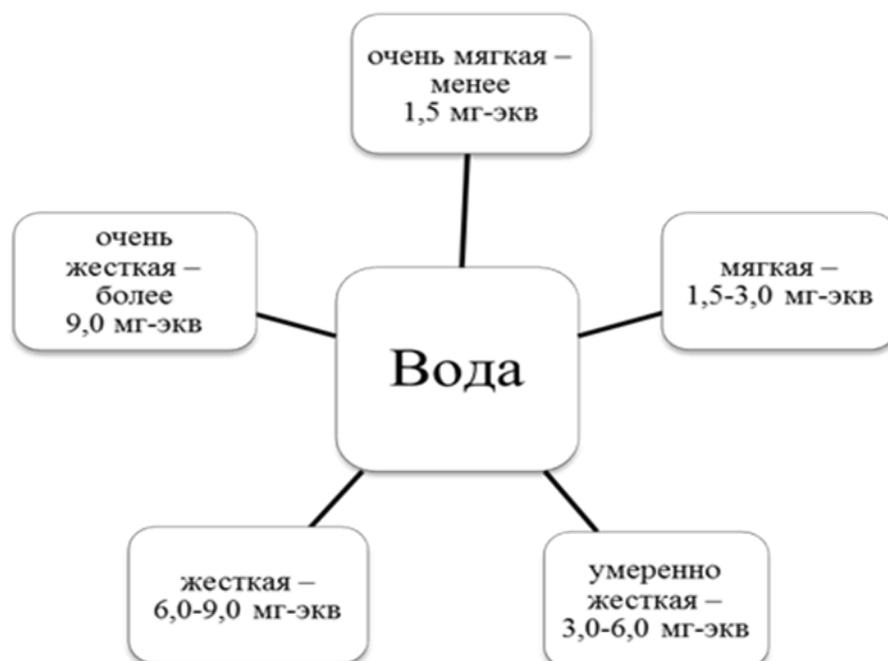


Рисунок 1.12 – Степень жесткости воды

Дополнительным сырьем является сырье, «используемое для обеспечения специальных органолептических и физико-химических свойств макаронных изделий. Также выделяют пищевые добавки – природные или искусственные вещества и их соединения, добавляемые в макаронные изделия в процессе их производства с целью придания им необходимых свойств и/или сохранения качества макаронных изделий; обогащающие добавки – сырье для повышения пищевой ценности, применяемое в процессе производства макаронных изделий; вкусоароматические добавки – пищевые добавки, вводимые в макаронные изделия в процессе их изготовления или упаковывания с целью придания им определенных вкусовых качеств» [96].

В качестве добавок, изменяющих свойства макаронной муки с целью получения макаронных изделий заданного качества, применяют разнообразные улучшители муки.

Макаронные изделия, произведенные с обогащающими добавками, по питательной ценности приближаются к сбалансированным продуктам питания. Такие добавки при их введении «не должны занижать структуру макаронных изделий, разрушаться при варке и в минимальном количестве переходить в варочную среду» [72].

Для повышения пищевой ценности макаронных изделий существует три основных направления: 1) «применение нетрадиционных видов белоксодержащего сырья животного и растительного происхождения (молочные, яичные, соевые продукты и другие)» [72]; 2) использование питательных веществ зерна, заложенных в нем природой (зародышевые хлопья, отруби, диспергированное зерно и другие); 3) использование минеральных веществ, витаминно-минеральных препаратов, овощных добавок [43, 51, 118].

При производстве макаронных изделий ГОСТ Р 54656–2011 применяют следующее дополнительное сырье, которое показано на рисунке 1.13.

Чтобы улучшить внешний вид продукта (особенно эластичность и цвет) и повысить его питательную ценность, при изготовлении макаронных изделий в муку добавляют яйца. В яичных добавках содержатся дефицитные аминокислоты:

валин, лизин, треонин, лейцин, триптофан [5, 77]. Кроме того, «белок яйца улучшает структуру теста и готовых макаронных изделий, а желток придает им приятный желтый цвет» [78].

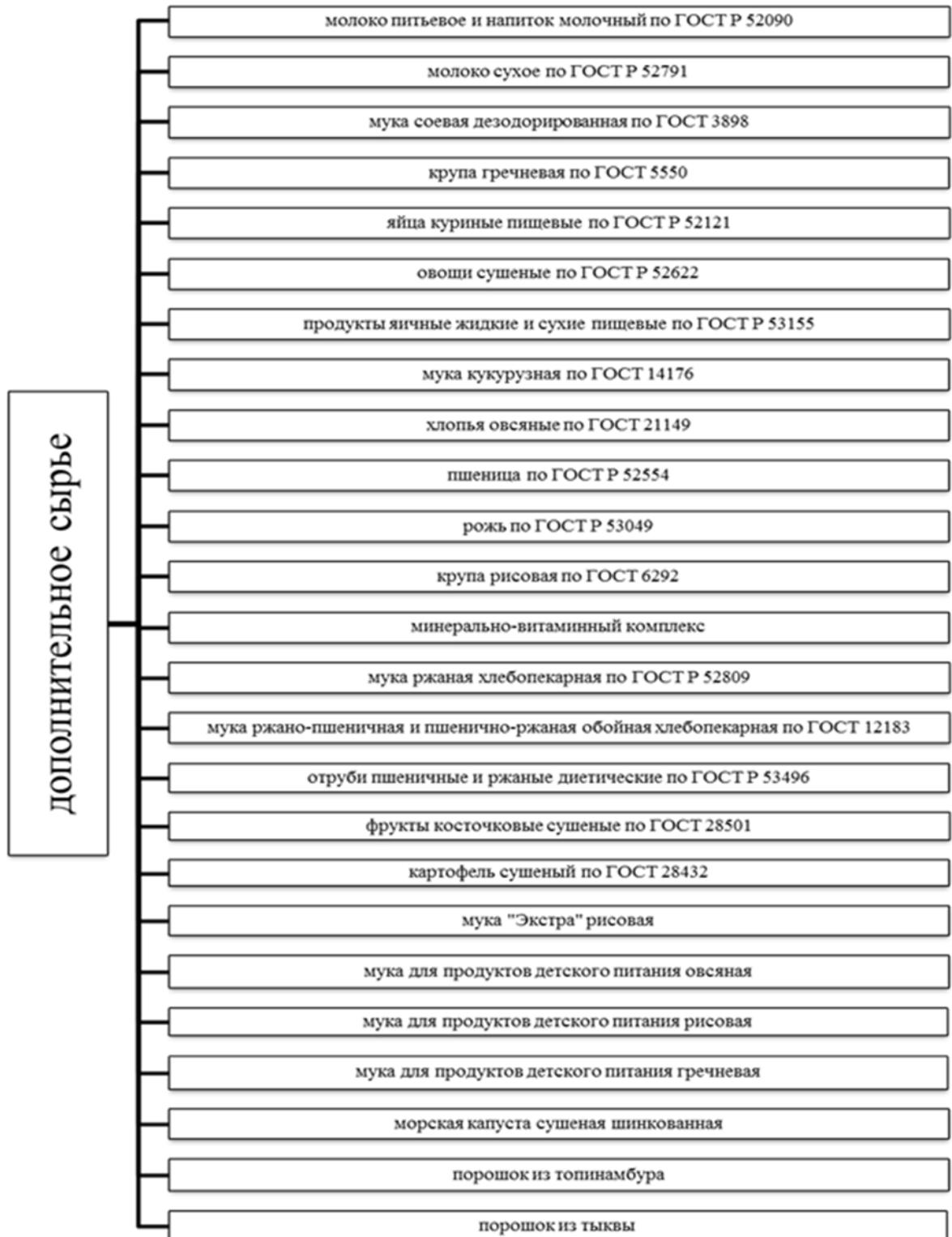


Рисунок 1.13 – Дополнительное сырье для производства макаронных изделий

Молочные продукты являются ценными добавками в производстве макаронных изделий. Само по себе «натуральное молоко незначительно повышает содержание белка в макаронных изделиях, поэтому обычно используют сухое молоко. Его добавляют в количестве 8–10 %, что повышает содержание белка на 4 %, улучшает его аминокислотный состав» [37, 84]. П. Колева предлагает «использовать при замесе теста 30–35 % кисломолочный продукт *Айран*, что позволяет повысить качество и увеличить биологическую ценность изделий и крупки твердой пшеницы» [59].

Необходимо также учитывать, что «внесение в тесто добавок, в первую очередь, не содержащих связующий белок (в частности, витамины, овощные продукты), приводит к тому, что при варке изготовленных из такого теста изделий в варочную воду переходит 20–50 % таких добавок» [64]. Следовательно, подобные добавки целесообразно вносить в короткие изделия, используемые там, где варочная жидкость не сливается, например, для приготовления супов.

В ГОСПИИХП были проведены исследования по использованию овощных порошков при производстве макаронных изделий. В результате было установлено, что смеси таких порошков придают изделиям более яркий цвет. А «при использовании яблочных, тыквенных, чесночных, морковных, луковых порошков улучшаются варочные свойства макаронных изделий, они получают более упругую консистенцию» [27].

В производстве макаронных изделий в последнее время все больше применяется соевая мука и продуктов переработки соевой муки. «Семена сои содержат 35–45 % белка, 17–26 % жира, 3–8 % сахара, до 10 % крахмала и клетчатки, 2 % витаминов (в 1 кг семян 0,7–1,2 мг β -каротина, 7–11 мг витамина В₁, 2,6–2,7 мг В₂, 13–15 мг В₃, 4–11 мг В₆, 20–30 мг РР, 40–55 мг Е, 100–120 мг С)» [72]. Благодаря низкому содержанию углеводов в продуктах из сои, они незаменимы в питании больных, страдающих ожирением и сахарным диабетом. Продукты из сои значимы из-за отсутствия холестерина и применяются в профилактике и лечении сердечно-сосудистых заболеваний. Белковые продукты на основе сои представляют собой практически идеальный источник

аминокислот, важных для человека, они отлично дополняют белки, находящиеся в зерновых культурах [33, 131, 132].

Изготовители макаронных изделий для получения продукта с содержанием белка 16 % «добавляют около 6–8 % соевой муки. При низком содержании белка в муку добавляют около 3 % белкового изолята сои. Во время макаронных изделий, изготовленных с добавлением сои, в варочной жидкости появляется высокий остаток сухих веществ (до 12 %)» [72]. В рецептуру добавляют моно- и диглицериды, чтобы избежать склеивания макаронных изделий с добавлением соевой муки.

В США была предложена рецептура, включающая в себя «83,5 % макаронной крупки, 11,5 % молочной сыворотки и 5 % белкового изолята из соевых бобов» [179].

После проведенных исследований возможности применения соевого лецитина в качестве улучшающей добавки при изготовлении макаронных изделий было установлено, что внесенный лецитин в оптимальных дозировках улучшает варочные свойства и состояние поверхности макаронных продуктов. При этом стоит отметить ускорение прессования макаронных изделий и изменение свойств уплотненного макаронного теста. Анализ кривых кинетики сушки показал, что внесение 0,3 % соевого лецитина к массе муки почти в 2 раза сокращает длительность сушки макаронных изделий до влажности 13 %. Повышение дозировки до 0,5 % менее существенно, хотя период сушки макаронных изделий уменьшается [133, 141, 142].

Для обогащения белками используются также бобовые культуры: фасоль, горох, чечевица. «Их пищевая ценность и химический состав наиболее близки к источникам животного белка – рыбе, мясу и молоку. Эти бобовые культуры содержат большое количество перевариваемого протеина, метионина, лизина и аминокислот» [72].

Исследования, проведенные в США, позволили установить, что добавка в виде специально приготовленных отрубей в количестве 10 % практически не влияет на вкус изделий. Добавление отрубей в макаронные изделия увеличило

общее содержание всех минералов, в частности, фосфора, марганца, олигоэлементов. После приготовления макаронных изделий эти минералы содержатся там в количестве 80 % [153].

В настоящее время достаточно часто применяют пищевую добавку, содержащую β -каротин. β -каротин придает макаронным изделиям янтарно-желтый цвет при дозировке 3–5 мг действующего вещества на 1 кг муки. Этот цвет не изменяется во время варки, однако разрушается под воздействием прямых солнечных лучей. При дозировке 10 мг и более на 1 кг муки действующего вещества муки β -каротин представляет собой биологически активную добавку, способствующую выведению радионуклидов из организма [36]. В зонах с повышенными негативными факторами продукты питания для населения необходимо обогащать β -каротином – он способствует организмам стать более устойчивыми в районах с повышенной радиацией, стимулирует иммунную систему, нейтрализует промышленные яды в организме, а также увеличивает сопротивляемость различным заболеваниям [66, 94].

«Продукты переработки зерна и семян различных растительных культур (кроме пшеницы), плодов клубневых культур, а также побочные продукты их переработки относят к нетрадиционному сырью, используемому при производстве макаронных изделий. К ним относятся, в первую очередь, мука тритикале, мука и крахмал бесклеяковинных крахмалсодержащих зерновых, клубневых и бобовых культур, цельносмолотое, предварительно диспергированное зерно пшеницы» [95, 96].

1.3.2. Инновационные подходы в технологиях макаронных изделий

Макаронные изделия, как часто употребляемые продукты питания, являются самым удобным объектом, дающим возможность корректировки профилактической и питательной ценности пищевого рациона в нужном направлении. Относительно простая технология производства макаронных изделий позволяет применять различные виды растительного сырья, что

представляет определенный интерес при решении проблемы рационального использования белковых ресурсов [62, 67].

Патентное исследование проводилось с целью отслеживания и анализа данной отрасли [16].

При изготовлении макаронных изделий применяют кефир и молочные добавки [94, 149, 151, 159, 162]. Г.М. Медведевым было предложено использовать кисломолочный продукт кефир в производстве макаронных изделий. «Применение кефира позволяет повысить биологическую ценность макаронных изделий и в то же время оказывает положительное влияние на их варочные свойства благодаря тому, что в процессе варки изделий происходит коагуляция молочного белка (створаживание)» [79, 95].

В Орловском государственном техническом университете (ОрелГТУ) «разработан способ производства макаронных изделий¹ из диспергированного зерна пшеницы III типа (яровой белозерной), который предусматривает замачивание зерна в воде при температуре 40 °С при соотношении зерна и воды 1 : 1 с использованием ферментных препаратов целлюлолитического действия² и аскорбиновой кислоты (0,2 г на 100 г зерна) с целью создания оптимальной для действия ферментных препаратов рН среды, равной 4–5, в течение времени, необходимого для достижения зерном пшеницы влажности 32–33 %» [72] (см. также [24, 95]). Разработанный способ дает возможность увеличить сырьевую базу для производства макаронных изделий и получить изделия высокого качества и микробиологической чистоты [103].

В ОрелГТУ также был «разработан состав теста для производства макаронных изделий³, который включает пшеничную муку, воду и пищевые волокна⁴ (4–8 % от массы муки) или пшеничную клетчатку (6 % от массы муки), а также сухую пшеничную клейковину (3 % от массы муки)» [91]. «Данный состав

¹ Патент РФ № 2262270.

² Целловиридин Г3х (0,56 г на 100 г зерна) или Pentoran 500 BG (0,008 г на 100 г зерна).

³ Патент РФ № 2289953.

⁴ Raftiline ®GR.

позволяет увеличить содержание белка и пищевых волокон в составе макаронных изделий» [24, 105].

В научно-исследовательском институте хлебопекарной промышленности (ФГАНУ НИИХП) был «предложен способ производства макаронных изделий⁵, который предусматривает добавление в макаронное тесто соли фосфорной кислоты, сухой молочной сыворотки, пищевого красителя, аскорбиновой кислоты и аминокислот⁶. Изобретение облегчает формование и улучшает варочные свойства макаронных изделий, повышает содержание в готовом продукте треонина, лизина, цистина, глицина [95, 99, 124].

«В ФГАНУ НИИХП разработана техническая документация на изделия макаронные *Сывороточно-яичные*, вырабатываемые из пшеничной муки высшего и первого сортов с использованием сухого сывороточно-яичного концентрата ЯСК-50. Его использование благоприятно сказывается на качестве изделий и повышает их пищевую ценность» [24, 29, 95].

В ФГАНУ НИИХП разработан способ производства макаронных изделий с обогатительной добавкой⁷ (0,1–20 % к массе муки), который включает в себя порошок топинамбура и йодированную соль, добавляемые в соотношениях (9,9–98,5) : (1,5–90,9) массовых частей. Использование данного способа дает возможность частичной замены пшеничной муки на кукурузную, ржаную, гречневую, овсяную или кукурузную. Изобретение дает возможность получения макаронных изделий с повышенной биологической ценностью и обогащенных витаминами, инулином, йодом. Применение гречневой муки приводит к увеличению содержания метионина, лизина, триптофана и треонина в продукте. Применение овсяной муки позволяет повысить содержание в продукте лизина, валина, триптофана [95, 101].

В ФГАНУ НИИХП «разработан способ производства макаронных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки с добавлением корректирующей добавки⁸

⁵ Патент РФ № 2147202.

⁶ Глицин, цистин.

⁷ Патент РФ № 2166863.

⁸ Патент РФ № 2166864.

(0,01–30 % к массе ржаной муки), представляющей собой смесь, которая включает в себя как минимум два компонента из аминокислот⁹, полисахаридов¹⁰ либо поверхностно-активных веществ, то есть из числа веществ, которые улучшают структуру макаронного теста. Изобретение дает возможность получения макаронных изделий с повышенным содержанием пищевых волокон и аминокислот» [24, 102].

Часто «для обогащения макаронных изделий белком используются яйцепродукты (яйцо, меланж, сухой яичный порошок)» [92] (см. также [38, 79, 85, 95, 124, 133, 175]). «Белок яйца положительно влияет на структуру макаронного теста и готовых изделий, а желток яйца придает готовым изделиям приятный желтоватый оттенок» [71]. «Содержание белков в составе макаронных изделий при использовании сухого молока в количестве 8 % к массе муки увеличивается в среднем на 4 %, однако при этом заметно ослабляется структура макаронных изделий» [79].

«Для производства обогащенных белком макаронных изделий рекомендуется использовать овсяную муку отдельно или в сочетании с рисовой и ячменной мукой» [92] (см. также [38, 79, 95, 194]).

В Московском государственном университете технологий и управления им. К.Г. Разумовского (МГУТУ) установлен способ производства макаронных изделий¹¹ с обогатительной добавкой (5–10 % к массе муки) в виде измельченных семян амаранта и проса, взятых между собой в соотношении (30–70) : (70–30). Дополнительно как корректирующую добавку используют гемицеллюлозу (0,01–0,1 % от массы обогатительной добавки) и аскорбиновую кислоту (0,01–0,02 % от массы обогатительной добавки). Изобретение дает возможность повышения содержания лейцина, валина, метионина, лизина и триптофана в конечном продукте [91, 96, 104].

Так же семена амаранта были «использованы сотрудниками Кубанского государственного технологического университета. Ими было предложено

⁹ Цистин, глицин, глютаминовая кислота.

¹⁰ Пектины, альгинаты, модифицированная целлюлоза.

использование в макаронном производстве продуктов переработки светлоокрашенных семян амаранта (цельносмолотой муки из семян) совместно с β -каротином и макаронным улучшителем Прима-Янтарь» [95, 137].

«Установлена возможность введения композитной смеси, содержащей муку из зерна гречихи, амаранта, люпина в количестве 5–30 % в рецептуру изделий из твердой пшеницы, что повышает содержание лизина и перевариваемость белка» [182].

В Пятигорском государственном технологическом университете (ПГТУ) разработан способ производства макаронных изделий с обогатительной добавкой, которая включает в себя включающей в себя пшеничную муку, муку амаранта, муку сетарии, которые взяты в соотношениях 90 : (6–7) : (4–3) массовых частей. Пищевая ценность разработанных макаронных изделий превышает пищевую ценность изделий из пшеничной муки по следующим показателям:

- минеральная ценность (кальция больше на 10 %, калия – на 9 %, железа – на 40 %, фосфора – на 20 %, магния – на 13 %);
- биологическая ценность (лизина больше на 7 %, треонина – на 2,5 %);
- витаминная ценность (B_1 больше на 40 %, B_2 – на 15 %, Н – на 20 %) [23, 70, 95, 116].

В Белгородском университете потребительской кооперации (БУКЭП) разработан способ производства макаронных изделий с обогатительной добавкой¹² (2–4 % к массе муки), который включает в себя хвощ, пророщенное зерно пшеницы, йодсодержащий мел, взятых в соотношениях (0,02–1,40) : (0,01–2,40) : (0,12–0,40) массовых частей. Разработанный способ дает возможность обогащения макаронных изделий витаминами (группы В, РР и Е), всеми незаменимыми аминокислотами, йодом, биологически усваиваемым кремнием. В комплексе с йодированным мелом вводимая растительная добавка имеет высокие антиоксидантные свойства [4, 92, 95, 100].

¹¹ Патент РФ № 2277801.

¹² Патент РФ № 2163455.

Также макаронные изделия «обогащают подсолнечником, в ядрах семян которого содержится до 22 % высококачественного белка» [124]. Использование обезжиренных муки подсолнечника и порошка тыквы, которые имеют высокое содержание белков (3–7 % и 5–15 %, соответственно) дает возможность изготовления изделий хорошего качества с содержанием белка 15,6 % и 16,9 % соответственно [95, 137].

В Красноярском государственном торгово-экономическом институте (КГТЭИ) было предложено «использовать в производстве макаронных изделий повышенной пищевой ценности облепиховый шрот-сухой остаток, получаемый при производстве облепихового масла, обладающий высоким содержанием белка, минеральных элементов, витаминов и пищевых волокон» [88, 95].

Рыбный белковый концентрат так же используется в макаронной промышленности. В количестве 10 % он «повышает содержание белков более чем в 1,5 раза. Рыбный белок хорошо связывается в структуре макаронного теста, о чем свидетельствует низкий процент потерь белка и сухих веществ в варочной воде» [95, 182].

«В Воронежской технологической академии предложено использовать концентраты рыбных белков, полученных ферментативным способом, легко растворимых в воде и не дающих рыбного запаха. Оптимальная дозировка рыбного белкового концентрата равна 3,5 % к массе муки» [124].

В Астраханском государственном техническом университете предложили использовать рыбный гидролизат. Был «разработан способ производства макаронных изделий с обогатительной добавкой¹³, который включает в себя рыбный гидролизат (10–12 % к массе муки) без отделения непроферментированного белкового остатка. Изобретение дает возможность изготовления макаронных изделия с повышенным содержанием всех незаменимых аминокислот» [92].

В Японии предложили использовать рыбу при производстве макарон [41]. Известно также об использовании рыбной муки при изготовлении макарон» [85],

¹³ Заявка № 2007111007.

а также пасты из креветок и рыбного филе, содержащего костные компоненты [40], «мясного экстракта и мясного порошка, полученного при сушке вареного жирного мяса или кожи цыплят, свиней и коров» [95, 124].

Достаточно часто «в макаронном производстве применяется сухая пшеничная клейковина, необходимая для доведения содержания сырой клейковины в пшеничной муке не менее чем до 28 %. При этом улучшаются поверхность, цвет, варочные свойства и вкус, повышается количество белков в изделиях» [92] (см. также [73, 74, 86, 95, 180]).

В ООО «Макарон-Сервис» был «разработан способ производства макаронных изделий из проросшего зерна пшеницы¹⁴, который смешивается с загустителем (полисахарида и/или различные виды муки). Изобретение дает возможность изготовления макаронных изделий повышенной пищевой и биологической ценности при их низкой себестоимости» [92] (см. также [95, 98, 140]). Там же был изобретен способ производства макаронных изделий, где использовали безглютеновые виды муки: рисовая, гречневая, кукурузная (Патент РФ № 2446708 от 10.04.2012). «В состав изделий вводят дополнительное сырье из ряда: крахмал, мука гороховая, пшеничная, соевая, люпиновая, амарантовая, порошки овощные и фруктовые. Использование изобретения дает возможность производства макаронных изделий, которые предназначены для профилактических целей, для удовлетворения потребности человека в пищевом продукте, а также для того, чтобы в тех регионах, в которых не растут пшеница или рожь, можно было бы производить макароны на основе местной сельскохозяйственной продукции, что расширяет ассортимент макаронных изделий» [96] (см. также [4, 94, 95, 140, 173]).

«В ФРГ запатентованы макаронные изделия с добавкой сушеных морских водорослей, повышающих содержание белка» [124].

«В Японии при изготовлении макаронных изделий в качестве нетрадиционного сырья используют амарант и просо с добавлением крахмала

¹⁴ Патенты РФ № 2128452 и № 2138970.

тапиоки и альгината кальция как связующих веществ» [92] (см. также [37, 72, 94, 95]).

«Патентные исследования показали наличие инновационных разработок в производстве макаронных изделий. Обогащение таких продуктов питания, как макаронные изделия, целесообразно в связи с их устойчивым потреблением и относительно доступной ценой» [96] (см. также [4, 16, 95]).

1.4. Пути повышения потребительских свойств макаронных изделий

Одним из направлений повышения пищевой ценности продуктов питания является применение в качестве обогатительных добавок продуктов переработки зерновых культур.

«В последнее время с целью экономии ресурсов пшеницы получило распространение производство макаронных изделий с применением 10–15 % бесклеяковинного крахмалсодержащего сырья и муки других злаковых культур. Эти виды муки могут применяться самостоятельно или в смесях для производства макаронных изделий быстрого приготовления или коротких изделий с помощью технологий, учитывающих высокую температуру сушки, а, кроме того, использование высокоэффективных замесов» [78].

«При изготовлении макаронной продукции повышенной пищевой ценности в качестве альтернативы пшеничной муке могут быть применены продукты переработки овса. Данное сырье характеризуется богатым химическим составом и технологическими свойствами» [95].

Наиболее близким к мышечному белку является аминокислотный состав овсяной крупы, что делает овсяную крупу особенно ценным продуктом. Высокая биологическая активность характерна для белков зерна овса. Гемицеллюлоза овса на 70–87 % состоит из β -глюкана¹⁵, который снижает уровень сахара, поэтому продукты на основе овса полезно употреблять ежедневно людям, больным диабетом [95, 146, 174, 178, 192, 193].

¹⁵ β -глюкан – это линейный полисахарид, состоящий из глюкозных остатков, соединенный β -1,3 и β -1,4 гликозидными связями.

Зерно овса значительно отличается от прочих зерновых культур высоким содержанием необходимых для человека минеральных веществ: фосфора, кальция, калия, магния, марганца, меди, железа. Большая часть минеральных веществ (61 %) содержится в алейроновом слое [95, 190].

Зарубежные исследователи рекомендуют «применять муку из овса (с содержанием волокон 2,5 %), а также цельносмолотую муку из пшеницы (содержание волокон 1,8 %) для изготовления макаронных изделий быстрого приготовления с повышенным содержанием клетчатки. При изготовлении тонких макаронных изделий может быть применена рисовая мука, однако, в связи с низким содержанием в ней белка, ее следует смешивать с пшеничной мукой» [72].

«При использовании ячменной муки в производстве макаронных изделий наблюдается существенное изменение цвета – потемнение получаемых продуктов. Исследовали возможность применения отбеливающих веществ для придания макаронным изделиям должного вида. Процесс отбеливания ячменной муки приводил к улучшению цвета макаронных изделий, однако не оказывал влияние на органолептические показатели качества» [72] (см. также [94, 173]).

Были «проведены исследования состава и свойств, а также сенсорная оценка обогащенных белком макаронных изделий, изготавливаемых с применением кукурузной клейковины в количестве 5 % и 10 % к массе пшеничной муки. При увеличении содержания кукурузной клейковины уменьшается содержание желтого компонента цвета макаронных изделий. Физико-химические свойства макаронных изделий с добавлением кукурузной клейковины незначительно изменяются по сравнению с макаронными изделиями из пшеничной муки» [72]. Кроме того, в ходе исследования было установлено, что значительно увеличивается содержание незаменимых аминокислот. «Содержание белка в макаронных изделиях при внесении 5 % кукурузной клейковины составляет 17,4 %» [72]. «По заключению дегустационной комиссии органолептические показатели качества макаронных изделий с добавлением 5 % кукурузной клейковины уступают контрольному образцу» [122]. «Добавление

20 % обезжиренных зародышей кукурузы содержат 14,2 % белка» [72] (см. также [132, 147]).

Были проведены «исследования качества макаронных изделий с применением муки сорго. Установлено, что внесение 20 % муки сорго к пшеничной муке, практически не оказывает заметного влияния на изменение цвета макаронных изделий, количество сухого вещества, перешедшего в варочную воду, и степень слипаемости сваренных изделий. Полученные макаронные изделия отличались более высоким содержанием аминокислот» [38, 72].

«Для повышения пищевой и биологической ценности макаронных изделий используется люпиновая мука, обладающая определенными функциональными свойствами» [24]. «В муке из семян люпина содержится до 40 % белка, в котором имеются все незаменимые аминокислоты, повышенное количество витаминов, микро- и макроэлементов. При добавлении люпиновой муки в количестве до 15 % значительно увеличивается содержание белка, клетчатки, каротиноидов. После варки макаронных изделий обнаружена высокая степень сохранности белка и каротиноидов» [110].

Исследовалось влияние на качественные характеристики теста для изготовления макаронных изделий добавки L 3001¹⁶, разработанной из люпина. При этом в качестве сырья использовались пшеничная мука из мягких и твердых сортов пшеницы, кукурузный крахмал, гороховая мука, эмульгаторы. Добавку L 3001 вносили в тесто в количестве 5 % и 10 %. При введении 5 % L 3001 в макаронное тесто на основе пшеничной муки улучшались эластичность и стабильность теста, уменьшались потери сухих веществ при варке макаронных изделий. Применение добавки L 3001 в составе теста на основе гороховой муки потребовало увеличения количества добавляемых эмульгаторов с 0,6 % до 1,2 % [171].

¹⁶ Химический состав L 3001: белок – 24,1 %, липиды – 9,3 %, сахар – менее 0,1 %, зола – 2,1 %. L 3001 имеет повышенное содержание ненасыщенных жирных кислот: пальмитиновой – 8,4 %, стеариновой – 1,4 %, масляной – 65,3 %, линолевой – 16,2 %, линоленовой – 8,2 % от общего содержания жирных кислот [68].

Изучалась возможность использования при изготовлении макаронных изделий «муки из пророщенного и непророщенного зерна нута и безалкалоидного люпина. Зернобобовые добавки приводили к значительному увеличению содержания белка (на 1,35–7,41 %) и сырой клетчатки (на 0,32–0,84 %)» [72]. «Улучшение физико-химических свойств макаронных изделий было более заметным в случае применения пророщенного зерна» [181].

«Перспективным направлением для изготовления макаронных изделий повышенной пищевой ценности является использование продуктов переработки нетрадиционных зерновых культур, которые обладают ценным химическим составом. К таким культурам можно отнести амарант» [55].

«Высокое содержание минеральных веществ (до 60 %) находится в оболочках семян и ростках зернового материала. Соединение железа и меди концентрируются в ростке, а кальций, натрий и марганца – в оболочке. Большой уровень кальция и магния в семенах амаранта приводит к тому, что фитиновая кислота находится в качестве нерастворимой соли с двухвалентным каротином» [72] (см. также [52, 68, 170]). Некоторые виды амаранта содержат до 3 % рутина или витамина Р [107, 136], применяемые «для получения аскорутина, входящего в состав различных поливитаминов» [72]. Содержание каротиноидов в листьях амаранта составляет от 46 до 90 мг/100 г сухого веса [134].

В последние годы увеличился интерес российских и зарубежных ученых к гречневой муке. Были тщательно исследованы химический состав и другие ее характеристики. По результатам этих исследований были сделаны выводы о высокой биологической ценности гречневой муки и о возможности ее использования в функциональном питании [25, 26].

Жировая составляющая гречневой муки на 2/3 представлена полиненасыщенными жирами, что ведет к понижению холестерина крови и предотвращает атеросклероз. По белковому составу гречка вполне сопоставима с мясом, молоком и куриными яйцами, насыщена восемнадцатью аминокислотами, незаменимыми для человека (большая часть из них поставляется в организм только из пищи). Медленные углеводы гречки вместе с грубой клетчаткой дарят

человеку много энергии и почти не участвуют в жиरोобразовании, что помогает нормализовать массу тела. В гречневой муке содержится минимальное количество сахара и углеводов. Употребление данного продукта рекомендуется для эффективного выведения всевозможных вредных веществ из организма. Кроме того, блюда из гречневой муки очень полезны людям, которые страдают сахарным диабетом.

Содержание незаменимых аминокислот в гречихе «составляет 36,75 % от общей массовой доли белка. Белки гречихи содержат много лейцина и лизина, аспарагиновой кислоты, и сравнительно мало пролина и лутаминовой кислоты, нежели белки других зерновых культур. Важно отметить, что примерно 56 % от аспарагиновой и глутаминовой кислот представлены в виде амидов» [84].

Свободные липиды гречневой муки состоят из 55 различных глицеридов (до 13,51 % от общей массовой доли жира). Причем основную массу составляют диненасыщенные (40 %) и три-ненасыщенные¹⁷ (50 %), и триглицериды; три-насыщенных – только 0,12 % от общей массовой доли жира [84].

Общее содержание фосфолипидов гречневой муки – 67,30 % от общей массовой доли свободных липидов, лизофосфатидилхолина – до 27,77 %, фосфатидилэтаноламина – 25,94 %, фосфатидилхолина – 20,69 %, фосфатидной кислоты – 13,66 % [28, 84].

Гречневая мука в производстве, как правило, не применяется в чистом виде, а «используется в виде смесей муки. Эти смеси могут включать в себя пшеничную, кукурузную, рисовую или овсяную муку и разнообразные разрыхлители. Например, в Японии гречневая мука используется для изготовления Soba (лапша из гречневой муки), которую получают из смеси с 10–50 % пшеничной муки» [84, 188].

«Внесение гречневой муки в качестве обогатителя белковыми и минеральными веществами не только позволяет расширить ассортимент макаронных изделий, но и получить диетический продукт в среде неблагоприятной экологической обстановки» [84].

¹⁷ Пальмитин и др.

Лен – одна из древнейших культур, обладающая рядом выдающихся свойств, среди которых высокое содержание макро- и микроэлементов, витаминов, белка, серосодержащих аминокислот, пентозанов, лигнанов, полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) – α -линоленовой (омега-3) и линолевой кислоты (омега-6) [76].

«Льняная мука богата витаминами, мг/100 г: холином (86,6), рибофлавином (0,18), жирорастворимым токоферолом (витамин Е) (0,34), тиамином (1,8), пантотеновой кислотой (1,8), никотиновой кислотой (3,34)» [42].

Протеинами в льняной муке являются альбумины и глобулины, с преобладанием глобулинов высокой молекулярной массы (58–66 %). Доля альбуминов в общем объеме белковой составляющей 20–42 % [42].

Отметим также такое важное свойство семян льна как «высокое содержание серосодержащих аминокислот – цистеина и метионина (легко превращающихся друг в друга), обладающих антиоксидантным и геропротекторным действием, защищающих организм человека от разрушающего действия свободных радикалов» [135].

По аминокислотному составу белки льна являются более полноценны в сравнении с белками пшеничной муки, поэтому белки льна способны увеличить ценность макаронных изделий. Так, при употреблении 100 г льняной муки: потребность в триптофане удовлетворяется на 93 %, потребность в фенилаланине и тирозине – на 80 %, потребность в валине – на 72 %. Использование льняной муки при изготовлении макаронных изделий дает возможность приближения зить аминокислотного баланса к санитарным нормам суточного рациона [76, 42].

«Полисахариды льняной муки – пентозаны – представляют практический интерес, так как могут выступать в качестве водоудерживающих агентов, текстураторов и связующих в производстве мучных изделий, оказывая при этом протекторное действие на пищеварительную систему» [42].

«Льняная мука является одним из богатейших источников лигнанов, относящихся к классу фитоэстрогенов, т. е. веществ растительного происхождения, проявляющих эстрогеноподобную активность в организме

человека. Лигнаны способны предупреждать развитие рака в начальной и средней стадии путем подавления роста и распространения раковых клеток. Установлена зависимость между снижением синтеза половых гормонов у женщин пожилого возраста и резким всплеском смертности от сердечнососудистых патологий. Клинические исследования показали, что прием эстрогенов в этот период позволяет уменьшить риск развития коронарного атеросклероза» [128].

«Льняная мука является самым богатым растительным источником полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), из которых наиболее важной является α -линоленовая (ω -3). Она обладает иммуностимулирующими и противовоспалительными свойствами, хорошо защищает сердечно-сосудистую систему, уменьшает концентрацию холестерина в крови, противодействует тенденции тромбоцитов к агрегации, снижает кровяное давление» [42] (см. также [94, 150]).

Добавление льняной муки позволит разработать ассортимент макаронных изделий с высокой биологической ценностью. И. Э. Миневиц в своем исследовании сообщает о повышении упругих качеств (на 14,2–29,0 %) клейковинного комплекса пшеничной муки при добавлении льняной муки [81], что объясняется «влиянием ПНЖК (вносимых с льняной мукой) на процессы формирования клейковинных белков при образовании теста. Гидропероксиды, образующиеся при окислении непредельных жирных кислот, таких как линолевая и линоленовая, кислородом воздуха, окисляют сульфгидрильные группы белков с образованием дисульфидных связей, обуславливающих упрочнение структуры белковой молекулы» [81] (см. также [93, 150]).

С целью улучшения пищевого статуса населения страны и обеспечения его оптимальным питанием Правительство РФ утвердило 25 октября 2010 г. «Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года» (№ 1873-р) [89]. Одной из основных задач, определенных этим документом, является развитие производства пищевых продуктов, обогащенных незаменимыми компонентами, специализированных продуктов детского питания, продуктов функционального назначения,

диетических пищевых продуктов и биологически активных добавок к пище, в том числе для питания в организованных коллективах (трудовые, образовательные и др.) [7].

Минерально-витаминный комплекс (премикс) – это гомогенные смеси витаминов, минеральных веществ в наборе и соотношениях, соответствующих задачам обогащения и физиологическим потребностям человеческого организма с учетом особенностей структуры питания и обеспеченности микронутриентами различных групп населения [7].

Минерально-витаминный комплекс (премикс), предназначенный для обогащения витаминами и минеральными веществами пшеничной хлебопекарной муки сортов «Экстра», высшего и первого с целью повышения ее пищевой ценности, регламентирован ГОСТ Р 53494–2009, ГОСТ Р 57106–2016 (дата введения 2018.01.01).

Соотношение витаминов и минеральных веществ в минерально-витаминном комплексе (премиксе) соответствует потребностям человека, учитывая структуру питания населения и уровень обеспеченности микронутриентами. Витамины в рецептурах минерально-витаминного комплекса (премикса) используются в виде специальных водорастворимых форм, стабильность которых в процессе технологической обработки остается достаточно высокой.

По композиционному составу минерально-витаминный комплекс (премикс) может «отличаться набором (полный или различные сочетания) витаминов и/или минеральных веществ, их дозой, носителем (зависит от природы продукта, который предполагается обогащать). Все минерально-витаминные комплексы (премиксы), в зависимости от предназначения, можно разделить на 3 принципиально разных группы: для обогащенных пищевых продуктов массового потребления, для специализированных пищевых продуктов и функциональных пищевых продуктов. Обусловлено это тем, что пищевые продукты массового потребления разрешено обогащать всеми витаминами, а перечень минеральных веществ, которые разрешено добавлять в качестве обогатителей, весьма

ограничен и включает кальций, магний, калий, фосфор, железо, цинк, йод и фтор (для обогащения соли)» [196].

Имеются различия по количественному составу между разными минерально-витаминными комплексами (премиксами). Количество витаминов и минеральных веществ, которые содержатся в суточной порции пищевого продукта, не превышает 50 % от рекомендуемого суточного потребления, а в специализированных пищевых продуктах, например, для спортсменов, может достигать 300 %.

«Уровни обогащения гармонизированы с европейскими и отечественными нормативными документами и гарантируют, что обогащенный продукт является эффективным для восполнения существующего дефицита микронутриентов при условии его постоянного включения в рацион всеми группами населения и одновременно безопасны для здоровья человека» [56, 57]. «Добавление незначительного количества витаминов (менее 15 % от нормы физиологической потребности) не эффективно и не приносит ожидаемой пользы потребителям» [196].

Минерально-витаминный комплекс (премикс) для обогащения пищевых продуктов должен включать все витамины в количествах, комплементарных обнаруживаемому дефициту. Высокая частота выявления у населения полигиповитаминозных состояний в сочетании с недостатком тех или иных минеральных веществ, служат обоснованием для использования именно поливитамино-минеральных комплексов. Зачастую витамины являются синергичными, то есть взаимно усиливают соответствующие им физиологические эффекты. Например, взаимно усиливается влияние на кроветворение фолиевой кислоты и цианокобаламина. Витамины группы В являются синергичным, при чем при совместном действии этих витаминов возможна эмерджентность – появление эффектов, которого нельзя получить от каждого из витаминов по отдельности. С другой стороны, нехватка одного витамина может тормозить эффективное действие другого витамина. Например, нельзя ликвидировать нарушения, возникшие из-за дефицита витамина В₆, при нехватке витамина В₂,

так как в трансформациях витамина В₆ участвует витамин В₂ – зависимые ферменты. Другими словами, невозможно ликвидировать недостаточность витамина В₆ без оптимизации рибофлавинового статуса. Витамин D не может превратиться в свои активные формы при дефиците витаминов В₂, В₆ [7, 125, 126, 185].

Витамины и микроэлементы, участвуя, как коферменты или кофакторы в многочисленных биохимических реакциях, обеспечивают не только гомеостаз организма, но и влияют на обмен друг друга. Например, в превращениях витаминов в активные формы участвуют ферменты, содержащие в качестве коферментов другие витамины или микроэлементы. Это обуславливает создание таких комплексов, которые обеспечивают наиболее оптимальные условия для протекания биохимических и физиологических процессов в организме [7, 119].

На основании изложенного очевидно, что наиболее эффективным и целесообразным технологическим способом ликвидации дефицитов микронутриентов в государственном масштабе является разработка макаронных изделий с добавлением минерально-витаминного комплекса (премикса) [7].

РЕЗЮМЕ

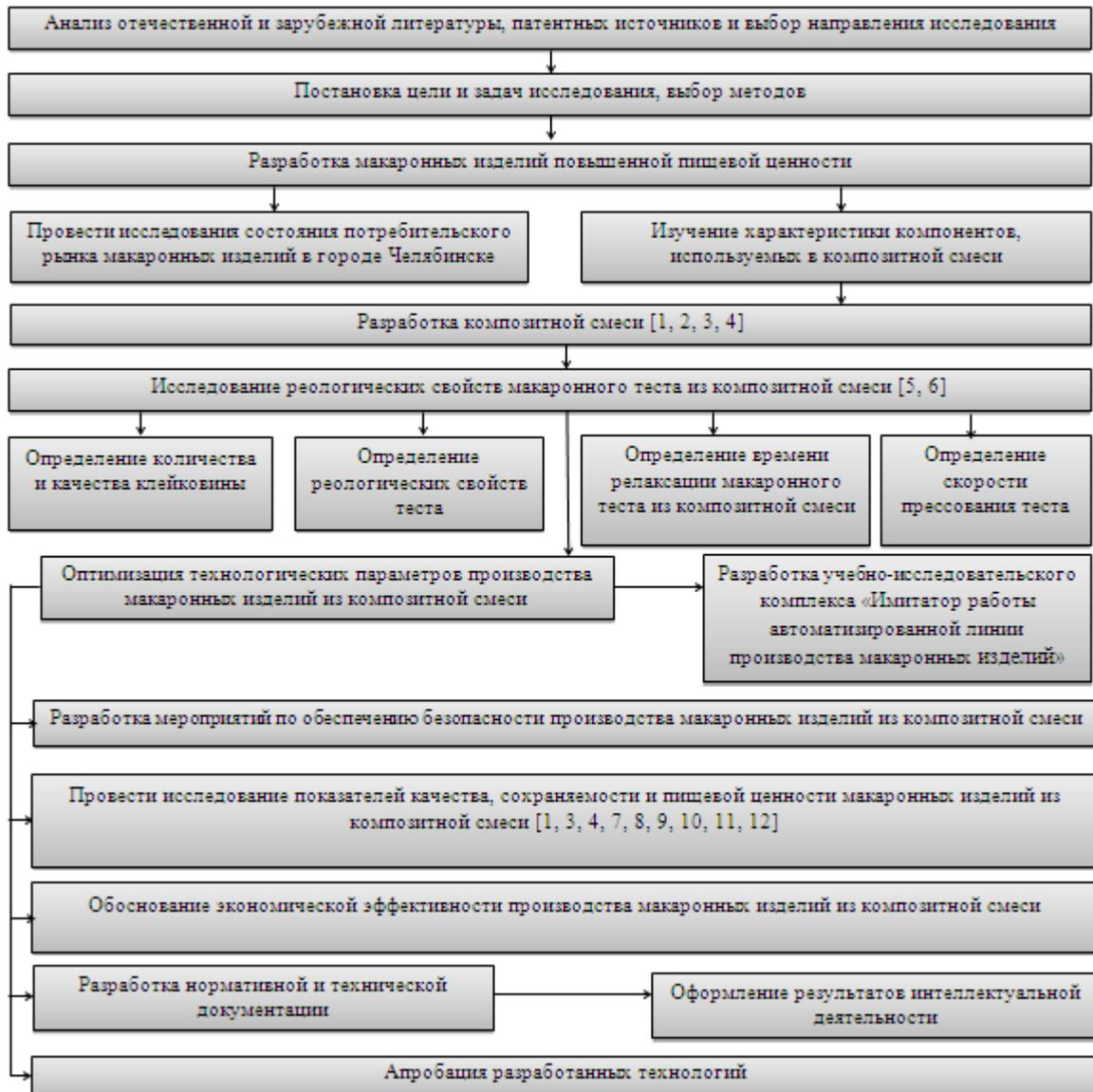
В литературе превалирует точка зрения, что макаронные изделия, которые изготовлены из макаронной или хлебопекарной муки, имеют дефицит минеральных веществ, важнейших незаменимых аминокислот, пищевых волокон и витаминов, поэтому для создания обогащенных макаронных изделий целесообразно использование растительного сырья, содержащего сбалансированный комплекс пищевых ингредиентов, способствующих формированию высоких вкусовых и лечебно-профилактических свойств готовых изделий.

Большой практический интерес представляет разработка новых видов макаронных изделий с добавлением растительного сырья и минерально-витаминного комплекса. Это позволит расширить ассортимент продуктов питания функционального назначения и рекомендовать их применение в профилактическом питании людей различных групп здоровья.

Глава 2. ПОСТАНОВКА ЭКСПЕРИМЕНТА, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Постановка эксперимента

Схема исследований представлена на Рисунке 2.1.



Примечание: 1 – определение органолептических, физико-химических и варочных свойств; 2 – определение сора незаменимых аминокислот; 3 – определение витаминного состава; 4 – определение элементного состава минеральных веществ; 5 – определение количества и качества сырой клейковины; 6 – определение реологических свойств теста; 7 – определение аминокислотного состава белков; 8 – определение содержания клетчатки; 9 – определение массовой доли белков; 10 – определение содержания жира; 11 – определение показателей безопасности; 12 – определение микробиологических показателей.

Рисунок 2.1 – Структурная схема проведения исследований

2.2. Объекты и методы исследования

Работа выполнена в лабораториях: Орловского государственного университета имени И.С. Тургенева; Южно-Уральского государственного университета (НИУ); Центра химизации и сельскохозяйственной радиологии (г. Челябинск).

Объекты исследования

Объектами исследования явились:

- данные о структуре ассортимента макаронных изделий в гипермаркетах «Ашан», «Spar» и «Магнит» г. Челябинска;
- результаты выборочного обследования респондентов г. Челябинска по состоянию потребительских предпочтений и мотиваций в отношении макаронных изделий;
- образцы пшеничной муки высшего сорта по ГОСТ 31491–2012;
- вода питьевая по СанПиН 2.1.4.1074–01 и ГОСТ Р 51232–98;
- мука гречневая по ГОСТ 31645–2012;
- мука льняная по ТУ 9146-004–31496822–2009;
- минерально-витаминный комплекс по ГОСТ Р 53494–2009;
- образцы макаронного теста.
- образцы макаронных изделий.

Методы исследования

Органолептические показатели муки исследовались по ГОСТ 27558–87; *влажность муки, сухой пшеничной клейковины* определяли по методу, описанному в ГОСТ 9404–88; *определение кислотности муки* – в соответствии с ГОСТ 27493–87; *содержание металломагнитной примеси* определяли по ГОСТ 20239–74; *зольность муки* – по ГОСТ 27494–87; *количество и качество сырой клейковины* – по ГОСТ 27839–2013.

Реологические свойства макаронного теста проводили с помощью альвеогофа – ГОСТ Р 51415–99.

Для *определения реологических характеристик* макаронного теста и изделий использовался структурометр СТ-1М (НПО «Радиус», Россия).

Влажность макаронного теста исследовали сразу после замеса экспрессным методом высушивания при температуре 160 °С на приборе ВНИИХП-ВЧ.

Брали две навески теста по 5 г, взвешенных на аналитических весах с точностью до 0,001 г. Эти навески высушивали на приборе ВНИИХП-ВЧ в течение 5 мин, охлаждали в эксикаторе 1–2 мин., затем снова взвешивали на аналитических весах с точностью до 0,001 г. Вычисляли W_T по разнице в массе теста до и после его высушивания (по сухому остатку):

$$W_T = \frac{M_1 - M_2}{M_1} 100 \%, \quad (2.1)$$

где W_T – влажность теста;

M_1 – масса теста до высушивания, г;

M_2 – масса теста после высушивания, г.

Скорость прессования (мм/с) определяли, делением средней длины полученных изделий на время.

Кислотность изделий и сырых макаронных изделий определялась с использованием метода водной болтушки – ГОСТ 27493–87.

Определение органолептических, физико-химических и варочных свойств макаронных изделий осуществлялось по ГОСТ Р 54656-2011.

Содержание клетчатки определяли по методу Кюршнера и Ганека [161].

Для *определения содержания белкового азота* использовался модифицированный метод Къельдаля [123].

Аминокислотный состав белка определяли на аминокислотном анализаторе Chromaspek (США).

Витаминный состав определяли по методам, разработанным Институтом питания РАМН [123].

Жирнокислотный состав липидов определяли по методу газожидкостной хроматографии (ГЖХ) на газожидкостном хроматографе «Agilent Technologies»

фирмы «Хьюлетт-Паккард» (США), модель 6890N, с масс-селективным детектором, модель 5973.

Массовую долю белков в составе макаронных изделий определяли по ГОСТ 10846.

Содержание жира в макаронных изделиях определяли по ГОСТ 5668–68.

Массовую долю токсичных элементов в макаронных изделиях рассчитывали: мышьяка – по ГОСТ 26930, ртути – по ГОСТ Р 53183, кадмия – по ГОСТ 26933, свинца – по ГОСТ 26932,

Определение дрожжей и плесневых грибов – по методу, указанному в ГОСТ 10444.12–2013.

Определение количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов производилось по ГОСТ 10444.15–94.

Выявление количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий) производилось согласно ГОСТ 31747–2012.

Биологическую ценность и скорости незаменимых аминокислот определяли расчётным путём.

Оптимальное соотношение муки определяли по скору незаменимых аминокислот с применением методики математической обработки, которая представлена в работах В.В. Мартиросяна [72] и И.В. Бобреновой [22].

Для проведения *статистической обработки* результатов использовались пакеты программ Statistica for Windows 6.0, Microsoft Excel.

Расчет показателя широты ассортимента макаронных изделий производится по формуле:

$$K_{ш} = \frac{Шд}{Шб} 100 \%. \quad (2.2)$$

Показатель полноты ассортимента макаронных изделий рассчитывается по формуле:

$$K_{п} = \frac{Пд}{Пб} 100 \%. \quad (2.3)$$

Расчет показателя устойчивости ассортимента макаронных изделий производится по формуле:

$$K_y = \frac{y}{Шб} 100 \%. \quad (2.4)$$

Расчет показателя новизны ассортимента макаронных изделий производится по формуле:

$$K_n = \frac{H}{Шд} 100 \%. \quad (2.5)$$

Отбор респондентов проходил по квотной выборке в соответствии с данными Госкомстата Челябинской области о социально-демографических характеристиках населения города.

Глава 3. СОСТОЯНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО РЫНКА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ В ГОРОДЕ ЧЕЛЯБИНСКЕ

3.1. Анализ потребительских предпочтений и мотиваций на потребительском рынке макаронных изделий в городе Челябинске

В период с ноября 2015 года по май 2016 года было проведено анкетирование 1368 жителей города Челябинска (696 мужчин, 672 женщины). В маркетинговых исследованиях принимали участие респонденты разных возрастов и родов занятий (рис. 3.1) [6, 11, 13].

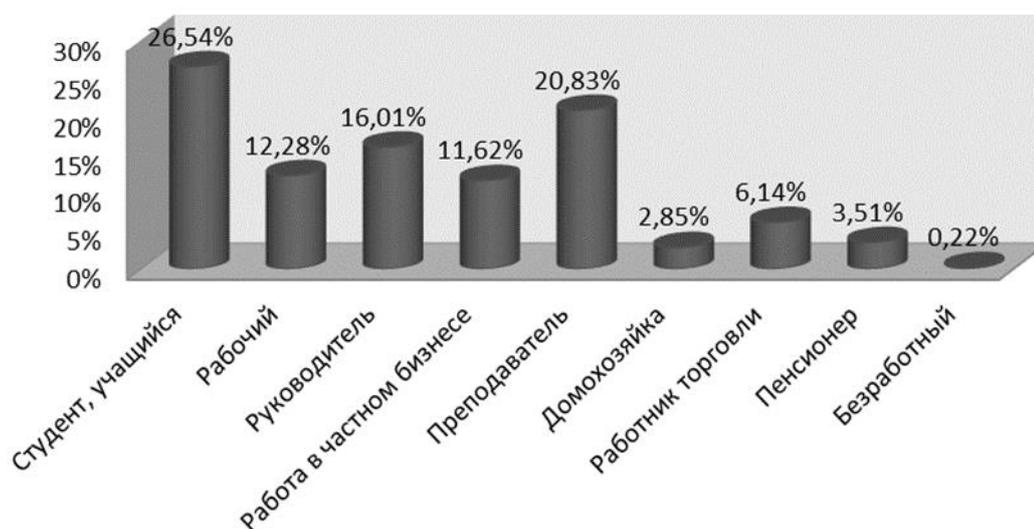


Рисунок 3.1 – Род занятий

Установлено, что 99,12 % (1356 человек) опрошенных респондентов употребляют макаронные изделия, и только 0,88 % (12 человек) не употребляют их.

При оценке частоты употребления макаронных изделий мнения респондентов распределились следующим образом: 43,2 % (591 человек) употребляют макаронные изделия два раза в неделю, 21,05 % (288 человек) – один раз в неделю, 11,40 % (156 человек) – два раза в месяц, 14,04 % (192 человека) – один раз в месяц и 10,31 % (141 человек) – реже одного раза в месяц.

На вопрос «Какая стоимость потребительской упаковки макаронных изделий для вас приемлема?» респонденты ответили в следующем соотношении: 225 человек тратят от 70 до 80 рублей на покупку макаронных изделий, от 30 до

40 рублей – 210 человек, от 40 до 50 рублей – 198 человек, от 50 до 60 рублей – 174 человека, от 20 до 30 рублей – 141 человек, от 60 до 70 рублей – 126 человек, от 80 до 90 рублей – 96 человек, свыше 100 рублей – 81 человек, от 15 до 20 рублей – 60 человек, от 90 до 100 рублей – 30 человек, от 10 до 15 рублей – 27 человек (рис. 3.2).

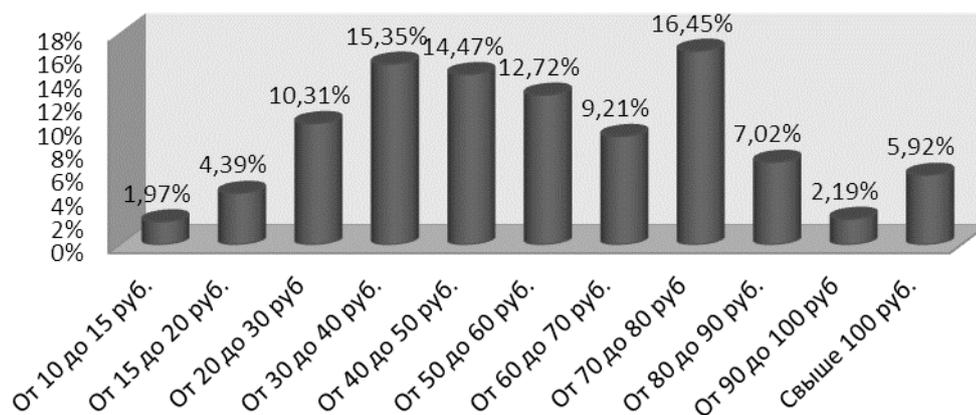


Рисунок 3.2 – Приемлемая стоимость потребительской упаковки макаронных изделий

На рисунке 3.3 представлены результаты ответов на вопрос «Какие из зарубежных марок макаронных изделий вы покупаете?».

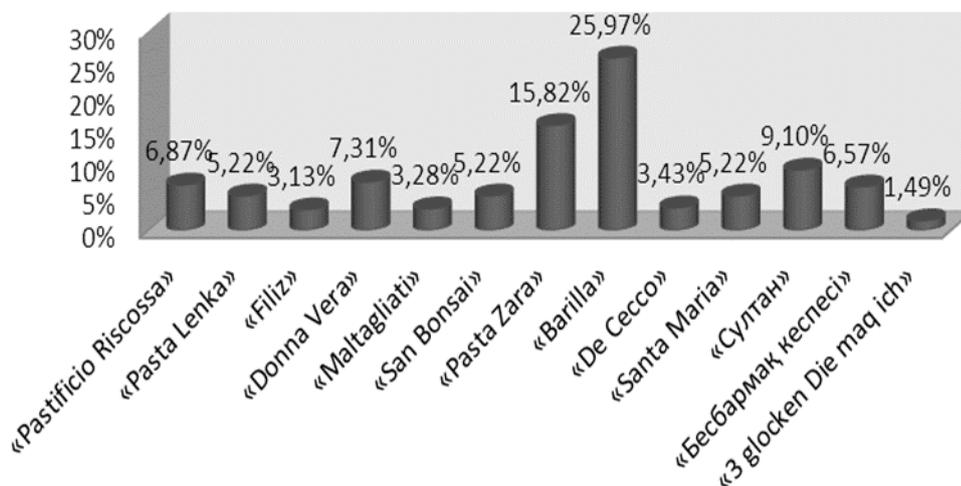


Рисунок 3.3 – Предпочтения зарубежных марок макаронных изделий

Из данных опроса видно, что среди предпочтений респондентов при выборе макаронных изделий зарубежных торговых марок больше всего пользуются

спросом: «Barilla» – 355 человек (из них 159 мужчин и 196 женщин), «Pasta Zaga» – 216 человек (из них 112 мужчин и 104 женщин), «Султан» – 124 человека (из них 62 мужчин и 62 женщин).

Предпочтения респондентов при выборе макаронных изделий российских производителей распределились следующим образом: «Макфа» – 474 человека (из них 222 мужчин и 252 женщин), «Grand di Pasta» – 196 человек (из них 95 мужчин и 101 женщин), «Союзпищепром» – 132 человека (из них 56 мужчин и 76 женщин) (рис. 3.4).

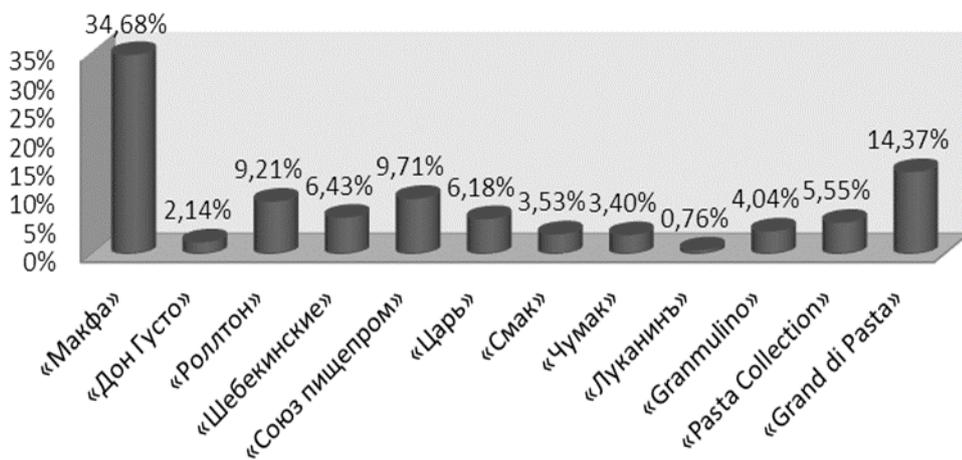


Рисунок 3.4 – Предпочтения макаронных изделий по российским торговым маркам

Ответы респондентов на вопрос «Какие виды макаронных изделий вы предпочитаете?» представлены на рисунке 3.5.

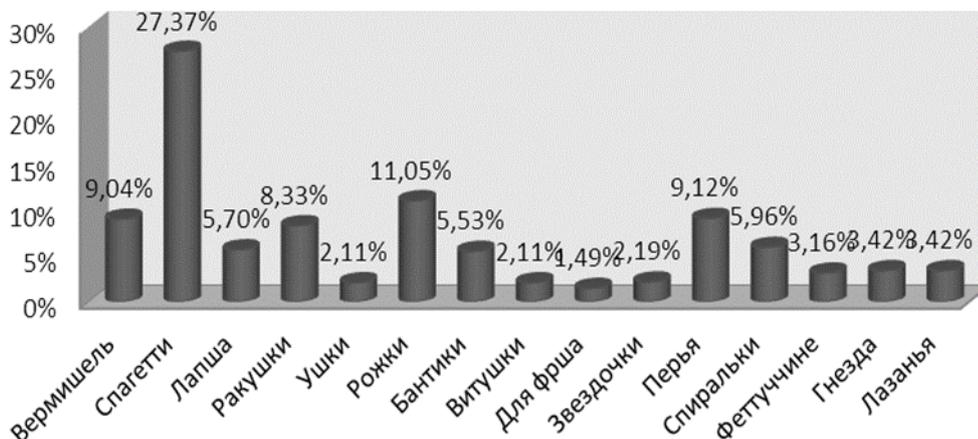


Рисунок 3.5 – Предпочтительные виды макаронных изделий

Больше всего респондентов – 376 человек (из них 205 мужчин и 171 женщина) предпочитают такие виды макаронных изделий как спагетти, 151 респондент (из них 67 мужчин и 84 женщины) предпочитают рожки, 125 человек (из них 69 мужчин и 56 женщин) – перья. Однако стоит отметить, что такой вид макаронных изделий, как спагетти, пользуется спросом у мужчин в возрасте от 30 до 40 лет, а у женщин от 20 до 25 лет; такой вид, как рожки, у мужчин и у женщин одинаково пользуется спросом в возрасте от 20 до 35 лет; перья – у мужчин от 35 до 50 лет, а у женщин от 20 до 40 лет (рис. 3.6).

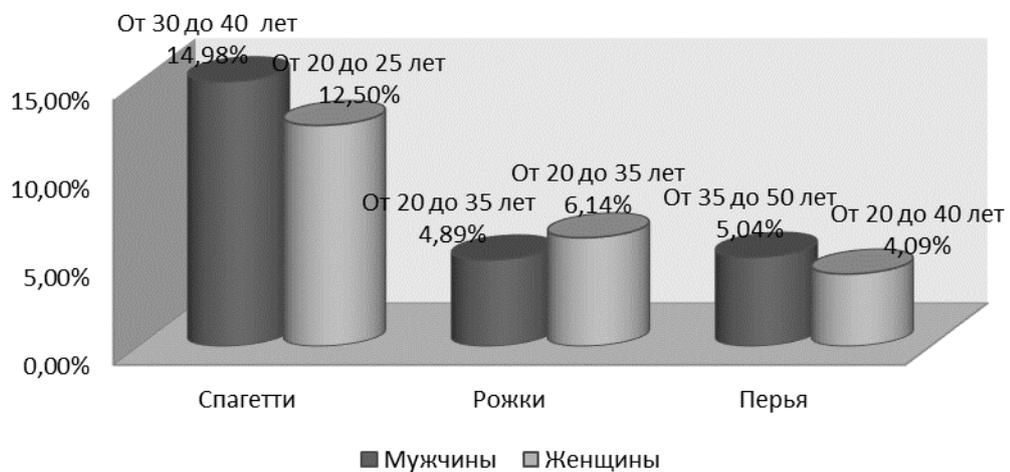


Рисунок 3.6 – Виды макаронных изделий, пользующийся спросом у респондентов (по возрастному соотношению)

735 человек (53,73 %) ответили, что цены на макаронные изделия их устраивают, 498 человек (36,40%) желают, чтобы цены на данный продукт питания были снижены, для 93 респондентов (6,80 %) цены слишком высокие, а 42 человека (3,07 %) затруднились ответить на данный вопрос.

При анализе предпочтений по массе нетто фасованных макаронных изделий получены следующие данные: 86,18 % (1179 человек) опрошенных респондентов выбирают макаронные изделия объемом упаковки 400–500 г., 9,65 % (132 человека) предпочитают объем упаковки более 1 кг, 4,17 % (57 человек) менее 350 г.

Ответы респондентов на вопрос «Какими факторами вы руководствуетесь при выборе макаронных изделий?» распределились следующим образом: 27,05 %

(370 человек) уделяют место такому фактору, как репутация производителя, для 19,65 % (269 человека) важен внешний вид, для 17,70 % (243 человека) важны полезные свойства, для 16,99 % (232 человека) важен уровень цен, для 8,32 % (114 человек) – наличие индивидуальной упаковки, для 6,24 % (85 человек) – срок хранения, 4,05 % (55 человек) обращают внимание на калорийность приобретаемой продукции.

Не удовлетворены ассортиментом макаронных изделий 36,62 % (501 человек) опрошенных респондентов, 29,39 % (402 человека) ассортимент устраивает полностью, 21,49% (294 человека) – устраивает частично, для 11,62 % (159 человек) – ассортимент не всегда устраивает, 0,88 % (12 человек) затруднились ответить на этот вопрос.

49,84 % (682 человека) опрошенных респондентов выбирают макаронные изделия из твердых сортов пшеницы, 37,26 % (510 человек) – из пшеничной муки высшего сорта, 6,13 % (84 человека) предпочитают макаронные изделия из гречневой муки, 4,35% (59 человек) из композитной муки, 2,26 % (31 человек) из рисовой муки, 2 респондента ответили – из льняной муки.

На рисунке 3.7 представлены результаты ответов челябинцев на вопрос «Можно ли, благодаря употреблению макаронных изделий, улучшить качество питания?».



Рисунок 3.7 – Результаты ответов челябинцев на вопрос «Можно ли, благодаря употреблению макаронных изделий, улучшить качество питания?»

Анализ результатов социологического опроса показал, что 74,26 % респондентов, из которых 79,92 % (556 человек) мужчин и 68,46 % (460 человек)

женщин, считают, что за счет употребления макаронных изделий можно улучшить качество питания. Отрицательно ответили – 13,52 % опрошенных респондентов, в том числе 9,40 % (65 человек) мужчин и 17,88 % (120 человек) женщин. 12,22 % опрошенных (из них 10,68 % мужчин и 13,66 % женщин) затруднились ответить на этот вопрос.

На рисунке 3.8 показано возрастное соотношение респондентов, которые считают, что за счет употребления макаронных изделий можно улучшить качество питания.

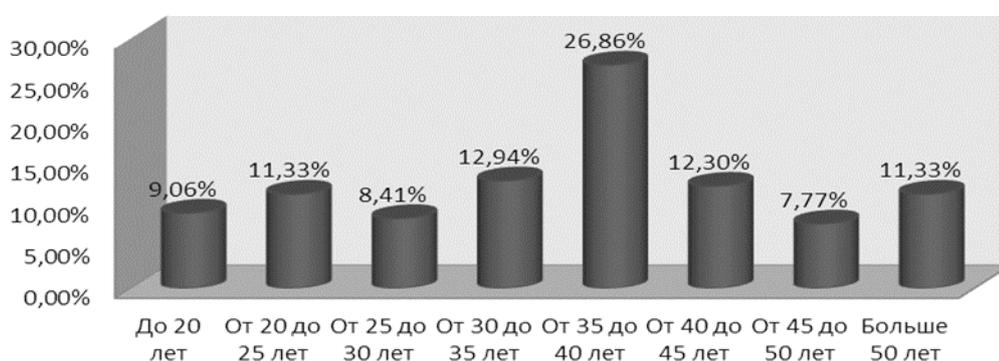


Рисунок 3.8 – Возрастное соотношение респондентов, которые считают, что за счет употребления макаронных изделий можно улучшить качество питания

Из данного опроса видно, что больше всего респондентов – 26,86 % (273 человека), которые ответили, что можно улучшить качество питания, употребляя макаронные изделия, находятся в возрасте от 35 до 40 лет, меньше всего – 7,77 % (79 человек) – считают опрошенные в возрасте от 45 до 50 лет.

На рисунке 3.9 показано возрастное соотношение респондентов, которые считают, что за счет употребления макаронных изделий нельзя улучшить качество питания.

В ходе исследования было установлено, что больше всего респондентов – 43,66 % (81 человек), ответивших, что нельзя улучшить качество питания за счет употребления макаронных изделий, находятся в возрасте от 20 до 25 лет, меньше всего – 1,41 % (3 человека) – считают опрошенные в возрасте от 40 до 45 лет.

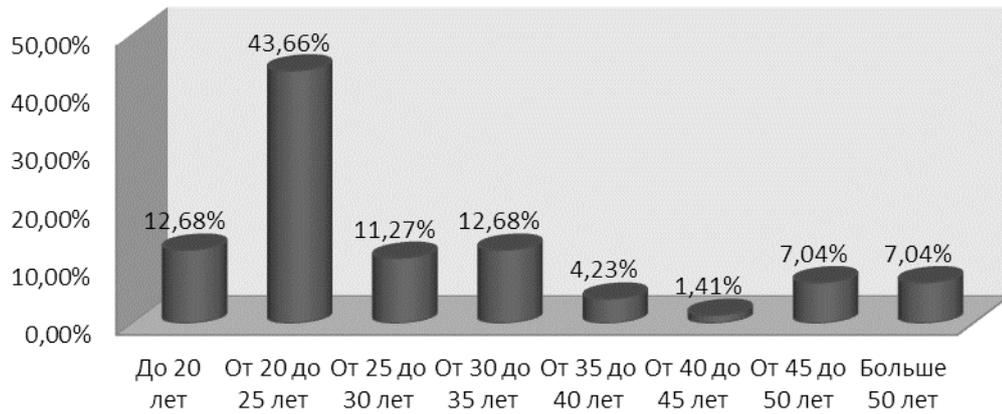


Рисунок 3.9 – Возрастное соотношение респондентов, которые считают, что за счет употребления макаронных изделий нельзя улучшить качество питания.

Ответы респондентов на вопрос «Хотели бы вы употреблять макаронные изделия, обладающие высокой пищевой и биологической ценностью?» представлены на рисунке 3.10.

Из данных, представленных на рисунке 3.10, видно, что 90,35 % респондентов, из которых 94,02 % (654 человека) мужчин и 86,61 % (582 человека) женщин, хотели употреблять макаронные изделия, обладающие высокой пищевой и биологической ценностью. Отрицательно ответили – 3,94 % респондентов, в том числе: 2,99 % (21 мужчина) и 4,91 % (33 женщины). Затруднились ответить на вопрос 5,71 % респондентов (из них 2,99 % мужчин и 8,48 % женщин).

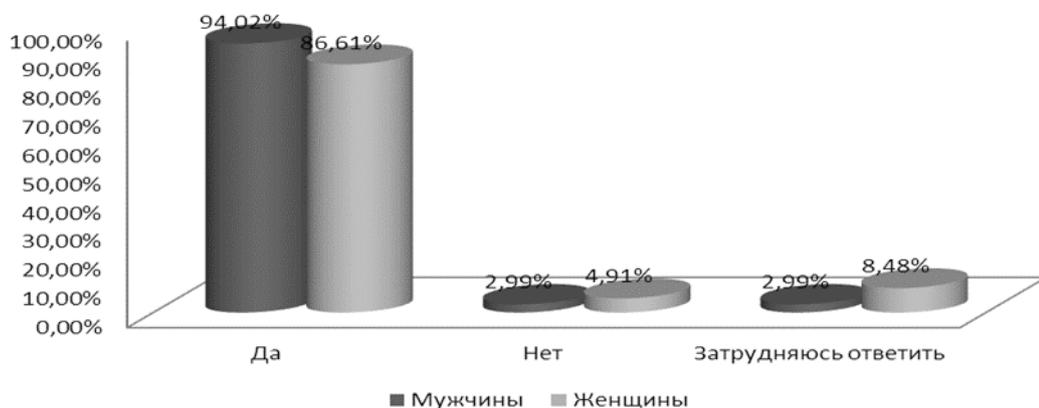


Рисунок 3.10 – Ответы на вопрос «Хотели бы вы употреблять макаронные изделия, обладающие высокой пищевой и биологической ценностью?»

На рисунке 3.11 показано возрастное соотношение респондентов, которые хотели бы употреблять макаронные изделия, обладающие высокой пищевой и биологической ценностью.

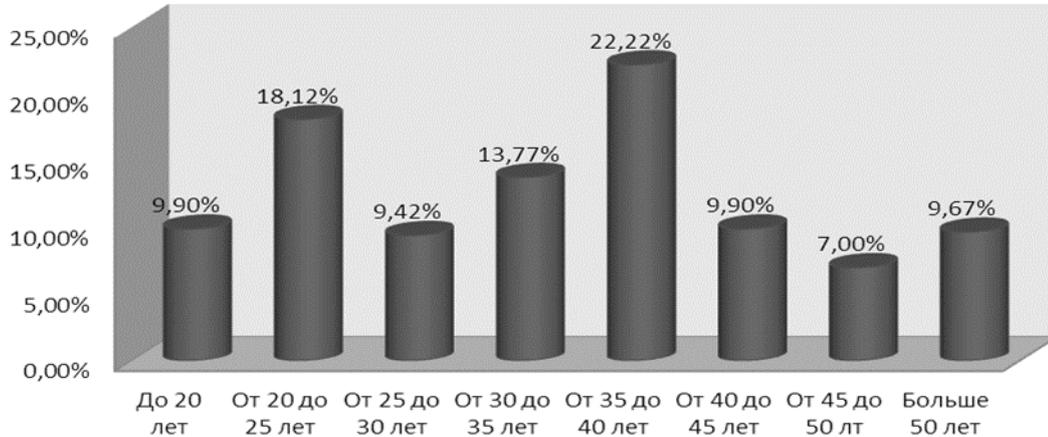


Рисунок 3.11 – Возрастное соотношение респондентов, которые хотели бы употреблять макаронные изделия, обладающие высокой пищевой и биологической ценностью

Полученный результат показал, что больше всего респондентов – 22,22 % (275 человек), которые хотели бы употреблять макаронные изделия, обладающие высокой пищевой и биологической ценностью, находятся в возрасте от 35 до 40 лет, меньше всего – 7,00 % (86 человек) – считают опрошенные в возрасте от 45 до 50 лет.

На рисунке 3.12 показано возрастное соотношение респондентов, которые не хотели бы употреблять макаронные изделия, обладающие высокой пищевой и биологической ценностью.

Установлено, что больше всего респондентов – 32,31 % (17 человек), которые не хотели бы употреблять макаронные изделия, обладающие высокой пищевой и биологической ценностью, находятся в возрасте от 20 до 25 лет, меньше всего – 4,00 % (2 человека) – считают опрошенные в возрасте от 30 до 35 лет.

Ответы респондентов на вопрос «Хотели бы вы употреблять макаронные изделия, которые способствовали профилактике заболеваний?» представлены на рисунке 3.13.

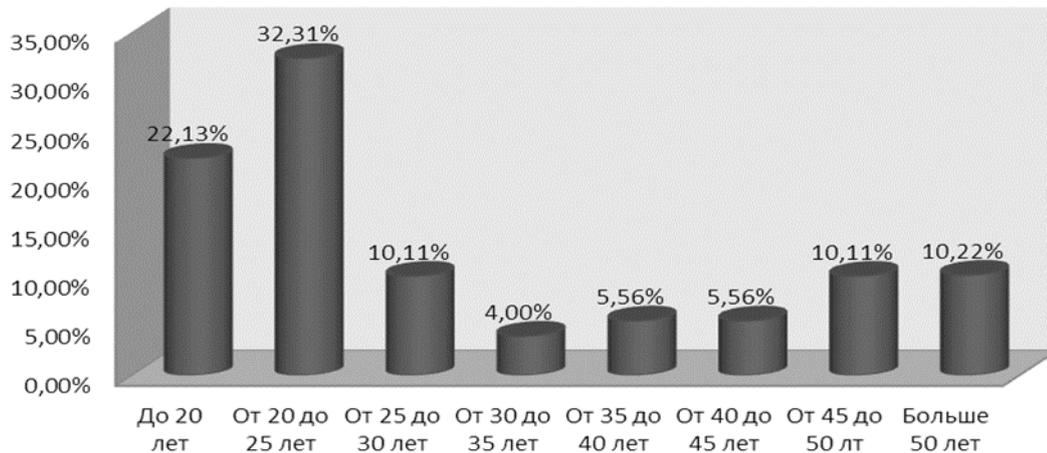


Рисунок 3.12 – Возрастное соотношение респондентов, которые не хотели бы употреблять макаронные изделия, обладающие высокой пищевой и биологической ценностью

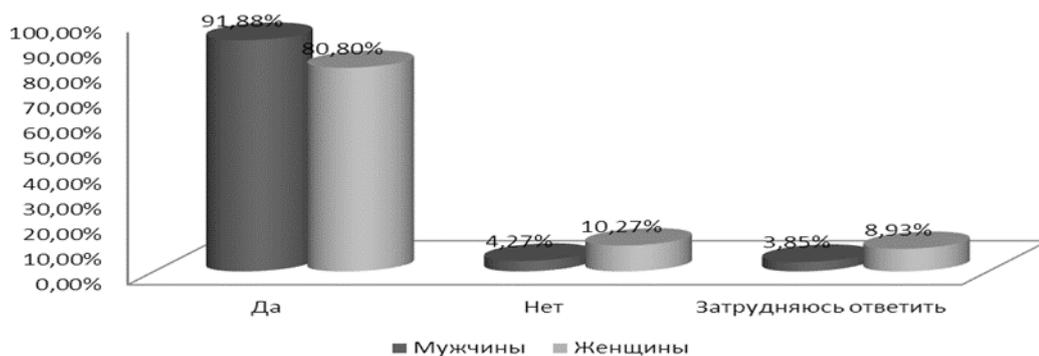


Рисунок 3.13 – Ответы респондентов на вопрос «Хотели бы вы употреблять макаронные изделия, которые способствовали профилактике заболеваний?»

Результаты исследований показали, что 86,40 % респондентов (из них 91,88 % мужчин и 80,80 % женщин) хотели бы употреблять макаронные изделия, которые способствовали профилактике заболеваний. Отрицательно ответили 7,16 % респондентов: 4,27 % (29 мужчин) и 10,27 % (69 женщин). Затруднились ответить на этот вопрос 6,44 % опрошенных респондентов (распределение внутри группы: 3,85 % мужчин и 8,93 % женщин).

На рисунке 3.14 показано возрастное соотношение респондентов, которые хотели бы употреблять макаронные изделия, служащие для профилактики различных заболеваний.

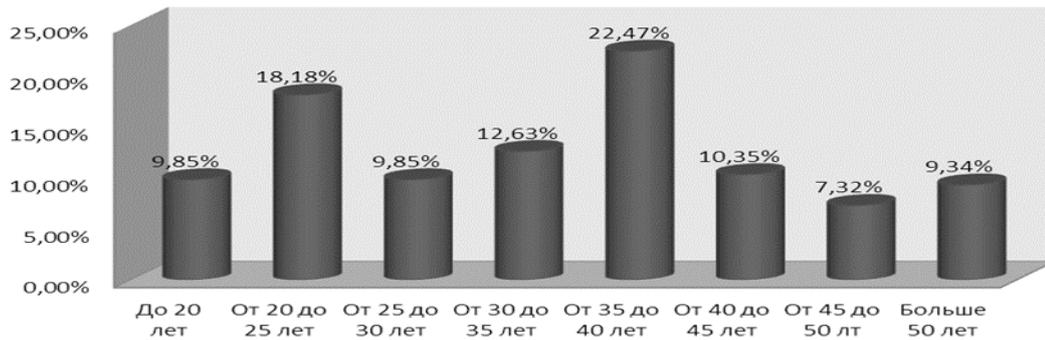


Рисунок 3.14 – Возрастное соотношение респондентов, которые хотели бы употреблять макаронные изделия, служащие для профилактики различных заболеваний

Установлено, что больше всего респондентов – 22,47 % (266 человек), которые хотели бы употреблять макаронные изделия, служащие для профилактики различных заболеваний, находятся в возрасте от 35 до 40 лет, меньше всего – 7,32 % (83 человека) – считают опрошенные в возрасте от 45 до 50 лет.

На рисунке 3.15 показано возрастное соотношение респондентов, которые не хотели бы употреблять макаронные изделия, служащие для профилактики различных заболеваний.

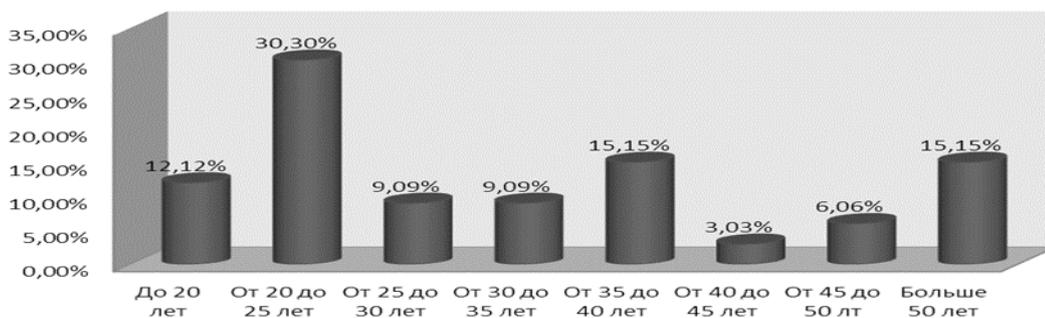


Рисунок 3.15 – Возрастное соотношение респондентов, которые не хотели бы употреблять макаронные изделия, служащие для профилактики различных заболеваний

Данный опрос показал, что больше всего респондентов – 30,30 % (30 человек), которые не хотели бы употреблять макаронные изделия, служащие для профилактики различных заболеваний, находятся в возрасте от 20 до 25 лет, меньше всего – 3,03 % (3 человека) – считают опрошенные в возрасте от 40 до 45 лет [6, 13].

3.2. Анализ показателей ассортимента макаронных изделий, реализуемых в гипермаркетах города Челябинск

Ассортиментная политика – это главное направление деятельности торгового предприятия, которая включает систему мер стратегического характера, направлена на формирование конкурентоспособной модели, которая обеспечивает устойчивые позиции предприятия на рынке и получение необходимой прибыли.

Данная политическая направленность занимает центральную нишу коммерческой стратегии организации на розничном рынке. Ее задача в современных условиях хозяйствования является определение набора товаров, наиболее предпочтительных и конкурентоспособных для потенциальных потребителей.

В современном товароведении номенклатуры свойств и показателям ассортимента товаров уделяется особое внимание. Свойство ассортимента – это специфическая особенность ассортимента, которая проявляется при его формировании. Номенклатура показателей включает показатели широты и полноты, которые подлежат изменению, так показатель широты ассортимента это отношение действительного значения к базовому ассортименту, выраженному в процентах

В ходе исследования был проведен расчет таких важных показателей ассортимента как: коэффициент широты, коэффициент полноты, коэффициент устойчивости и коэффициент новизны ассортимента макаронных изделий в гипермаркетах «Ашан», «Spar» и «Магнит» г. Челябинска (табл. 3.1–3.4) [1].

За основу базовых показателей широты брали ассортимент макаронных изделий, представленный в прайс-листах по отдельным поставщикам.

Расчет показателей широты ассортимента макаронных изделий в гипермаркетах показан в таблице 3.1.

Полученные значения показывают, что в данном сегменте рынка наибольший показатель широты установлен в гипермаркете «Spar» (94,4 %), наименьший в гипермаркете «Магнит» (91,1 %), поэтому требуются

маркетинговые подходы к наиболее полному насыщению ассортимента потребительского рынка для удовлетворения потребительских предпочтений. Соответственно, чем шире ассортимент, тем более разнообразные потребительские предпочтения покупателей могут быть удовлетворены.

Таблица 3.1 – Расчет показателей широты ассортимента макаронных изделий в гипермаркетах г. Челябинска

<i>Наименование производителя</i>	<i>Действительная широта, шт.</i>	<i>Базовая широта, шт.</i>	<i>Коэффициент широты, %</i>
«Ашан»	105	112	93,7
«Spar»	84	89	94,4
«Магнит»	72	79	91,1

Одним из основных показателей ассортимента является полнота. Чем больше ее значение, тем выше вероятность того, что потребительский спрос на товары определенной группы, в данном случае макаронных изделий будет удовлетворен. Полнота должна быть умеренной, так как повышенная полнота может затруднить выбор потребителя.

Расчет показателей полноты ассортимента макаронных изделий в гипермаркетах показан в таблице 3.2.

В ходе исследования выявили, что наибольший коэффициент полноты макаронных изделий имеет гипермаркет «Ашан»: трубчатые – 95,0 %, нитевидные – 85,7 %, ленточные – 90,9 %, фигурные 97,8 %. Наименьшее значение коэффициента полноты в гипермаркете «Магнит»: трубчатые – 92,8 %, нитевидные – 86,6 %, ленточные – 83,3 %, фигурные – 96,5 %.

В широком ассортименте представленных видов макаронных изделий выделяют наименование товаров, у которых особенностью является наличие устойчивого спроса. Изготовители и продавцы пытаются увеличить количество товаров имеющие устойчивый спрос. Со временем вкусы и привычки меняются, а устойчивость ассортимента должна быть целесообразной.

Расчет показателя устойчивости ассортимента макаронных изделий в гипермаркетах показан в таблице 3.3.

Таблица 3.2 – Расчет показателей полноты ассортимента макаронных изделий в гипермаркетах г. Челябинска

<i>Типы макаронных изделий</i>	<i>Действительная полнота, ед.</i>	<i>Базовая полнота, ед.</i>	<i>Коэффициент полноты, %</i>
«Ашан»			
Трубчатые	38	40	95,0
Нитевидные	12	14	85,7
Ленточные	10	11	90,9
Фигурные	45	46	97,8
«Спар»			
Трубчатые	28	30	93,3
Нитевидные	14	16	87,5
Ленточные	7	8	87,5
Фигурные	35	37	94,6
«Магнит»			
Трубчатые	26	28	92,8
Нитевидные	13	15	86,6
Ленточные	5	6	83,3
Фигурные	28	29	96,5

Таблица 3.3 – Расчет показателя устойчивости ассортимента макаронных изделий в гипермаркетах г. Челябинска

<i>Наименование производителя</i>	<i>Количество наименований фактич., ед.</i>	<i>Количество наименований, пользующихся устойчивым спросом, ед.</i>	<i>Коэффициент устойчивости, %</i>
«Ашан»	105	37	35,2
«Спар»	84	30	35,7
«Магнит»	72	33	45,8

Наибольшая устойчивость ассортимента макаронных изделий отмечена в гипермаркете «Магнит» (45,8 %). Наименьший коэффициент у гипермаркета «Ашан» (35,2 %).

Обновление ассортимента – это направление и его формирование, связанное со значительными рисками для всех субъектов рыночных отношений. В то же время в условиях постоянно развивающегося рынка макаронных изделий и

высокой конкурентной среды без обновления невозможно обойтись, так как новизна товаров – один из важнейших критериев конкурентоспособности организаций – изготовителей и продавцов.

Обновление ассортимента является основным критерием, который должен удовлетворять новые постоянно изменяющиеся потребности и повышать конкурентоспособность; устремление изготовителей и продавцов пролонгировать спрос и побуждать потребителей совершать покупки последних (новых) товаров; достижения научно-технического прогресса, в частности ориентация производителей и продавцов на формирующиеся потребности населения, направленные на «здоровые» продукты питания.

Расчет показателей новизны ассортимента макаронных изделий в гипермаркетах показан в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Расчет показателей новизны ассортимента макаронных изделий в гипермаркетах г. Челябинска

<i>Наименование производителя</i>	<i>Количество наименований фактич., ед.</i>	<i>Количество новых наименований, ед.</i>	<i>Коэффициент новизны, %</i>
«Ашан»	105	3	2,8
«Спар»	84	5	5,9
«Магнит»	72	2	2,7

В ходе исследования установлено, что показатель новизны ассортимента макаронных изделий в гипермаркетах г. Челябинска колеблется от 2,7 % до 5,9 %.

На рисунке 3.16 сведены показатели ассортимента макаронных изделий в гипермаркетах «Ашан», «Спар» и «Магнит».

Как, показали результаты анализа наиболее высокий коэффициент широты у гипермаркета «Спар» 94,4 %, у гипермаркета «Ашан» он составил 93,7 %, а в гипермаркете «Магнит» 91,1 %. Показатель коэффициента полноты ассортимента макаронных изделий составил: «Ашан» – 92,35 %, «Спар» – 90,72 %, «Магнит» – 89,80 %, что подтверждает удовлетворенность потребительского спроса в поной мере. Ассортимент гипермаркетов довольно устойчив, коэффициент устойчивости составил: «Ашан» – 35,2 %, «Спар» – 35,7 %, «Магнит» – 45,8 %. Коэффициент новизны самый высокий у гипермаркета «Спар», он составил 5,9 %,

что на 3,1 % превышает показатели гипермаркета «Ашан» и на 3,2 % гипермаркета «Магнит». Таким образом, можно сделать вывод, что обновление ассортимента растет медленными темпами [1].

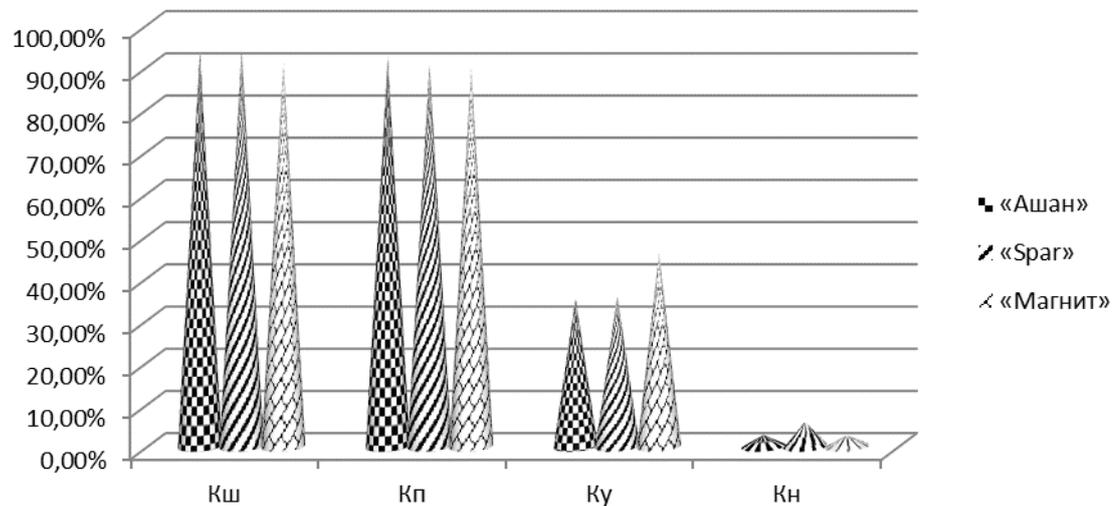


Рисунок 3.16 – Показатели ассортимента макаронных изделий в гипермаркетах «Ашан», «Sparg» и «Магнит»

В ходе исследования было решено провести анализ структуры макаронных изделий в гипермаркетах г. Челябинска.

В таблице 3.5 представлена структура макаронных изделий по странам производителя.

На витринах гипермаркетов представлены макаронные изделия как отечественных, так и зарубежных производителей. Наиболее удельный вес представляют макаронные изделия итальянских производителей, он составляет: «Ашан» – 54,54 %, «Sparg» – 56,25 %, «Магнит» – 58,83 %. Российские производители уступают по количеству представленной продукции, их удельный вес составил: «Ашан» – 31,82 %, «Sparg» – 31,25 %, «Магнит» – 29,41 % [1].

В таблице 3.6 показана структура ассортимента макаронных изделий по массе потребительской упаковки.

В ходе исследования было установлено, что в гипермаркетах значительно преобладают макаронные изделия с массой потребительской упаковки 500 г («Ашан» – 40,96 %, «Sparg» – 44,04 %, «Магнит» – 48,62 %), так же достаточно распространены изделия, массой 450 г («Ашан» – 32,38 %, «Sparg» – 29,77 %, «Магнит» – 29,41 %).

«Магнит» – 27,78 %). Меньше всего на витринах представлены макаронные изделия с массой 900 г и 1000 г соответственно [1].

Таблица 3.5 – Структура макаронных изделий по странам производителям в гипермаркетах г. Челябинска

<i>Страна-производитель</i>	<i>Количество позиций ассортимента, ед.</i>	<i>Количество наименований, ед.</i>	<i>Удельный вес, %</i>
«Ашан»			
Россия	7	56	31,82
Казахстан	1	5	4,55
Италия	12	41	54,54
Германия	2	3	9,09
Итого	22	105	100
«Спар»			
Россия	5	40	31,25
Казахстан	1	4	6,25
Италия	9	35	56,25
Германия	1	5	6,25
Итого	16	84	100
«Магнит»			
Россия	5	41	29,41
Казахстан	1	2	5,88
Италия	10	27	58,83
Германия	1	2	5,88
Итого	17	72	100

Таблица 3.6 – Структура ассортимента макаронных изделий по массе потребительской упаковки в гипермаркетах г. Челябинска

<i>Масса, г</i>	<i>Количество наименований, ед.</i>	<i>Удельный вес, %</i>
«Ашан»:		
250	5	4,76
400	20	19,04
450	34	32,38
500	43	40,96
900	2	1,90
1000	1	0,96

Продолжение Таблицы 3.6

<i>Масса, г</i>	<i>Количество наименований, ед.</i>	<i>Удельный вес, %</i>
Итого	105	100
«Спар»:		
250	4	4,76
400	16	19,05
450	25	29,77
500	37	44,04
900	1	1,19
1000	1	1,19
Итого	84	100
«Магнит»:		
250	3	4,17
400	12	16,67
450	20	27,78
500	35	48,62
900	1	1,38
1000	1	1,38
Итого	72	100

В таблице 3.7 представлена структура ассортимента макаронных изделий по типам в зависимости от формы.

Таблица 3.7 – Структура ассортимента макаронных изделий по типам в зависимости от формы в гипермаркетах г. Челябинска

<i>Тип макаронных изделий</i>	<i>Количество наименований, ед.</i>	<i>Удельный вес, %</i>
«Ашан»:		
Трубчатые	38	36,19
Нитевидные	12	11,43
Ленточные	10	9,53
Фигурные	45	42,85
Итого	105	100
«Спар»:		
Трубчатые	28	33,33
Нитевидные	14	16,68
Ленточные	7	8,33
Фигурные	35	41,66
Итого	84	100
«Магнит»:		
Трубчатые	26	36,11
Нитевидные	13	18,05
Ленточные	5	6,95
Фигурные	28	38,89
Итого	72	100

Результаты исследования показали, что наиболее распространены в гипермаркетах фигурные изделия («Ашан» – 42,85 %, «Спар» – 41,66 %,

«Магнит» – 38,89 %), немного отстают от них изделия трубчатой формы («Ашан» – 36,19 %, «Spar» – 33,33 %, «Магнит» – 36,11 %). Меньше всего на витринах представлены ленточной формы изделия («Ашан» – 9,53 %, «Spar» – 8,33 %, «Магнит» – 6,95 %) [1].

В таблице 3.8 представлена структура ассортимента макаронных изделий из пшеничной муки с использованием добавок.

Таблица 3.8 – Структура ассортимента макаронных изделий из пшеничной муки с использованием добавок в гипермаркетах г. Челябинска

<i>Наименование сырья</i>	<i>Количество наименований, ед.</i>	<i>Удельный вес, %</i>
«Ашан»		
Пшеничная мука	98	93,33
Пшеничная мука с добавками	7	6,67
Итого	105	100
«Spar»		
Пшеничная мука	80	95,24
Пшеничная мука с добавками	4	4,76
Итого	84	100
«Магнит»		
Пшеничная мука	69	95,83
Пшеничная мука с добавками	3	4,17
Итого	72	100

Результаты исследования показали, что макаронных изделий с добавками в гипермаркетах г. Челябинска незначительно, их удельный вес составляет: «Ашан» – 6,67 %, «Spar» – 4,76 %, «Магнит» – 4,17 % [1].

Проведенные исследования подтверждают актуальность работ, направленных на разработку рецептур и технологий макаронных изделий повышенной пищевой ценности.

Глава 4. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СЫРЬЯ, РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ

4.1. Сравнительная характеристика растительных компонентов композитной смеси

При разработке макаронных изделий руководствовались Распоряжением Правительства РФ от 25.10.2010 года № 1873-р «Об основах государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации на период до 2020 года» [89]. Была проведена оценка компонентов предполагаемого состава: пшеничной муки высшего сорта из мягкой пшеницы ГОСТ Р 52189–2003 и ГОСТ 31491–2012, гречневой муки ГОСТ 31645–2012, льняной муки ТУ 9146-004–31496822–2009.

В результате исследования по определению пищевой ценности муки (пшеничной высшего сорта, гречневой и льняной) были получены данные, которые показаны на рисунке 4.1.

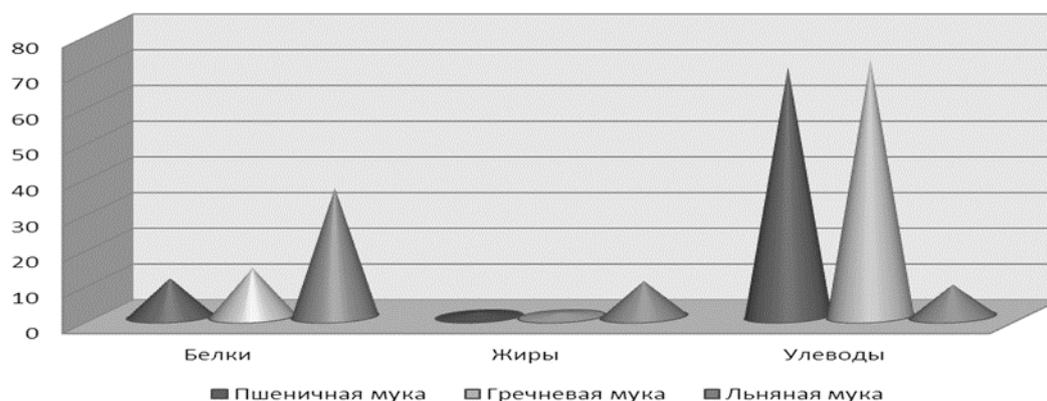


Рисунок 4.1 – Пищевая ценность муки (г/100г)

Пшеничная мука высших сортов имеет меньше белков по отношению к другим видам. Это объясняется тем, что она состоит из бедных белками центральных частей эндоспермы. Белки пшеничной муки имеют следующий фракционный состав: проламины, глютелины, глобулины, альбумины [61]. Содержание белков в пшеничной муке высшего сорта составляет 10,8 г/100 г.

Белки гречихи «богаты лизином и лейцином и содержат меньше глутаминовой кислоты, пролина и аргинина и больше аспарагиновой кислоты,

чем белки других зерновых культур. Причем около 56 % от глутаминовой и аспарагиновой кислот представлены в виде амидов» [84]. Основными преимуществами гречневой муки являются ее низкий показатель гликемического индекса и полное отсутствие белка глютена. Содержание белков в гречневой муке составляет 13,6 г/100 г. Белки в льняной муке, являются альбуминами и глобулинами, при этом преобладают глобулины высокой молекулярной массы (58–66 %). Белки льна по аминокислотному составу более полноценны по сравнению с белками пшеничной и гречневой муки и могут дополнять, повышая ценность продуктов питания. Содержание белков в льняной муке составляет 36,0 г/100 г [17].

По содержанию белков льняная мука на 70 % превышает пшеничную муку высшего сорта и на 62 % гречневую.

Жиры (липиды), находящиеся в пшеничной муке высшего сорта, состоят в основном из глицеридов ненасыщенных жирных кислот: олеиновой, линолевой (преимущественно) и линоленовой. Эти кислоты имеют высокую пищевую ценность, им приписывают витаминные свойства. Содержание жиров в пшеничной муке высшего сорта составляет 1,3 г/100 г. Жировая составляющая гречневой муки на 2/3 представлена полиненасыщенными жирами. Свободные липиды гречневой муки состоят из 55 различных глицеридов, которые составляют до 13,51 % от общей массовой доли жира. Причем основную массу составляют три-ненасыщенные (50 %) и ди-ненасыщенные (40 %) триглицериды; три-насыщенных (это, в основном, пальмитин) лишь 0,12 % [84]. Содержание жиров в гречневой муке составляет 1,2 г/100 г. Льняная мука является самым богатым растительным источником полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) – α -линоленовой (омега-3) и линолевой кислоты (омега-6) [150]. Содержание жиров в льняной муке составляет 10,0 г/100 г.

По содержанию жиров льняная мука на 87 % превышает пшеничную муку высшего сорта и на 88 % гречневую.

Пшеничная мука высшего сорта содержит быстрые (простые) углеводы – их количество составляет 69,9 г/100 г. В углеводном комплексе пшеничной муки

высшего сорта преобладают высшие полисахариды (крахмал, клетчатка, гемицеллюлоза, пентозаны). В небольшом количестве мука содержит сахароподобные полисахариды (ди- и трисахариды) и простые сахара (глюкоза, фруктоза). В гречневую муку входят медленные (сложные углеводы) – их количество составляет 71,9 г/100 г. В углеводном комплексе гречневой муки преобладают легкоусвояемые сахара и энергетические вещества. В составе льняной муки входят медленные (сложные углеводы), и их содержание очень низкое по сравнению с пшеничной и гречневой мукой. Содержание углеводов в льняной муке составляет 9,0 г/100 г.

По содержанию углеводов гречневая мука на 7 % превышает пшеничную муку высшего сорта и на 87 % – льняную.

В результате исследования по определению в муке (пшеничная мука высшего сорта, гречневая и льняная) клетчатки были получены данные, которые показаны на рисунке 4.2.

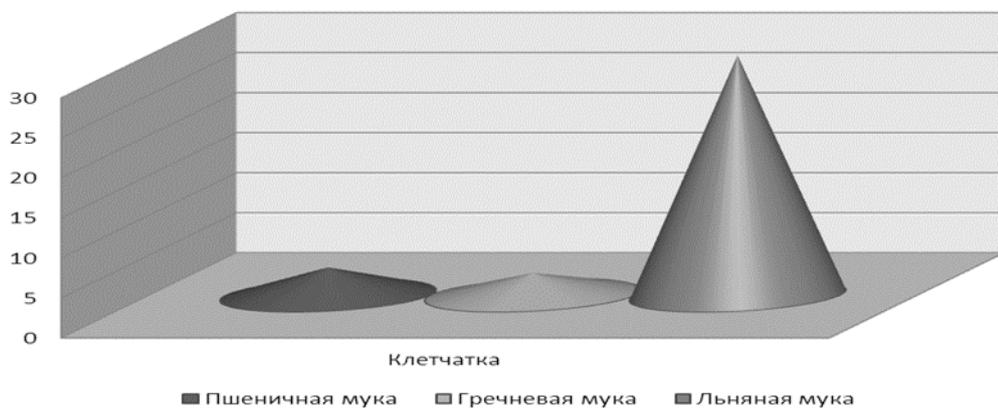


Рисунок 4.2 – Содержание в муке клетчатки (г/100 г)

Клетчатка – это компоненты пищи, не перевариваемые пищеварительными ферментами организма человека, но перерабатываемые полезной микрофлорой кишечника [95, 114]. Полезность клетчатки общепризнана [34, 75, 80, 115, 127, 161, 166, 183, 191]. Диетологи постоянно подчеркивают важность включения продуктов, содержащих клетчатку, в ежедневный рацион питания [95, 121]. Клетчатка в настоящее время признана необходимым компонентом питания.

Так как клетчатка содержится в отрубянистых частицах зерна, содержание ее в пшеничной муке высшего сорта низкое – 3,5 г/100 г [189]. В гречневой муке клетчатка представлена пектином и лигнином, целлюлозой и гемицеллюлозой. Именно эти вещества позволяют оказывать на организм человека оздоравливающий и очищающий эффект [114]. Содержание клетчатки в гречневой муке составляет 2,8 г/100 г. Клетчатка в льняной муке представляет собой оболочки клеток семян, состоит из полисахаридов, крахмалов и лигнинов, их содержание составляет 30,0 г/100 г. Соотношение растворимой и нерастворимой клетчатки варьируется в пределах 1 : 4 – 2 : 3, что соответствует потребностям человека. Водорастворимой фракцией клетчатки являются слизистые вещества [31, 45].

Содержание клетчатки в льняной муке на 88 % больше, чем в пшеничной муке высшего сорта и на 91 % чем в гречневой [17].

В результате исследования по определению в муке (пшеничная мука высшего сорта, гречневая и льняная) витаминов группы В были получены данные, которые показаны на рисунке 4.3.

Витамины группы В – группа водорастворимых витаминов, играющих большую роль в клеточном метаболизме. Каждый витамин имеет свое биологическое значение. Полезные свойства витамина В обширны и велики, без них немислима правильная работа организма человека. Они являются важнейшими энергетиками, поддерживающими жизнедеятельность клеток мозга и нервной системы, обеспечивающими организму защиту от свободных радикалов и способствующих нормальному обмену веществ. Полноценное содержание этих веществ в рационе способствует ясности ума, хорошему настроению, общему тонуусу организма и сохранению молодости.

В₁ (тиамин) играет важную роль в процессах метаболизма углеводов, жиров и протеинов. Содержание В₁ в льняной муке составляет 1,80 мг/100 г, что на 90,6 % больше, чем в пшеничной муке высшего сорта и на 77,8 % – чем в гречневой.

B_2 (рибофлавин) необходим для образования эритроцитов, антител, для регуляции роста и репродуктивных функций в организме. В гречневой и льняной муке содержание B_2 одинаково, оно составляет 0,18 мг/100г, что на 77,7 % больше, чем в пшеничной муке высшего сорта.

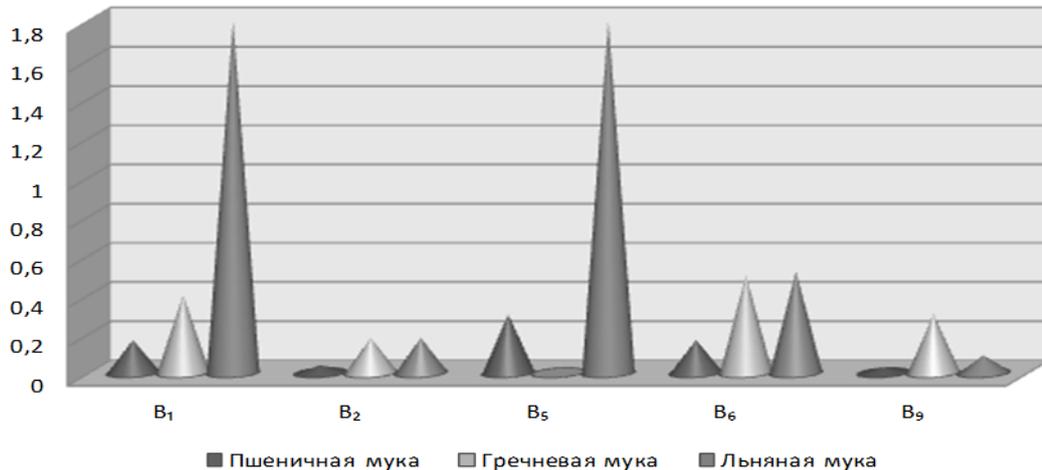


Рисунок 4.3 – Содержание в муке витаминов группы В (мг/100 г)

B_5 (пантотеновая кислота) играет важную роль в процессах ацетилирования и окисления, участвует в углеводном и жировом обмене. В льняной муке содержание B_5 составляет 1,80 мг/100 г, что на 83,3 % больше, чем в пшеничной муке высшего сорта. В гречневой муке этот витамин отсутствует.

B_6 (пиридоксин) улучшает усвоение ненасыщенных жирных кислот, способствует нормальному функционированию мышц и сердца и эффективному их расслаблению. В гречневой и льняной муке содержание B_6 практически одинаково, оно составляет 0,50–0,52 мг/100 г, что на 66–67 % превышает показатели пшеничной муки высшего сорта.

B_9 (фолиевая кислота) способствует клеточному делению, незаменима для развития иммунной и кровеносной системы [126]. Содержание B_9 в гречневой муке составляет 0,30 мг/100 г, что на 90 % больше, чем в пшеничной муке высшего сорта и на 70 % – чем в льняной.

В результате исследования по определению в муке (пшеничная мука высшего сорта, гречневая и льняная) витаминов: РР, С, Е, Н, К были получены данные, которые показаны на рисунке 4.4.

РР (никотиновая кислота) стимулирует обменные процессы с участием жиров и углеводов, способствуя получению энергии из этих веществ [56]. Содержание РР в льняной муке составляет 3,340 мг/100 г, что на 64 % больше, чем в пшеничной муке высшего сорта и на 7 % – чем в гречневой.

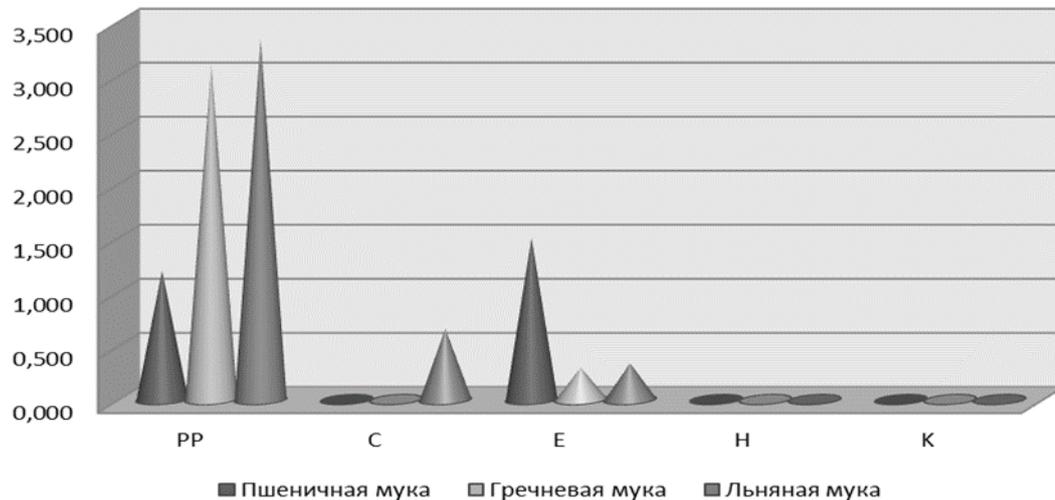


Рисунок 4.4 – Содержание в муке витаминов РР, С, Е, Н, К (мг/100 г)

С (аскорбиновая кислота) – органическое вещество – одно из ключевых составляющих в здоровом питании человека, влияющее на все жизненные функции организма. Аскорбиновая кислота содержится только в льняной муке, ее содержание составляет 0,660 мг/100г.

Е (токоферол) – один из самых необходимых для организма витаминов. Его называют витамином красоты, подчеркивая тем самым благотворное его действие на состояние кожи, ногтей и волос, а также главным антиоксидантом в организме, который защищает клетки организма от активных форм кислорода. Содержание Е в пшеничной муке высшего сорта составляет 1,500 мг/100 г, что на 80 % больше, чем в гречневой муке и на 77 % – чем в льняной.

Н (биотин) задействован в реакциях обмена в составе пищеварительных ферментов, присутствие которых необходимо для синтеза и расщепления жиров и белков. Рост организма, формирование тканей и мышц, нормальное протекание энергетических реакций невозможно без биотина. Биотин содержится только в пшеничной муке высшего сорта, его содержание составляет 0,002 мг/100 г.

К (филлохинон) необходим для нормального свертывания крови. Филлохинон содержится только в льняной муке, его содержание составляет 0,005 мг/100 г.

В результате исследования по определению в муке (пшеничная мука высшего сорта, гречневая и льняная) микро- и макроэлементов были получены данные, которые показаны на рисунке 4.5.

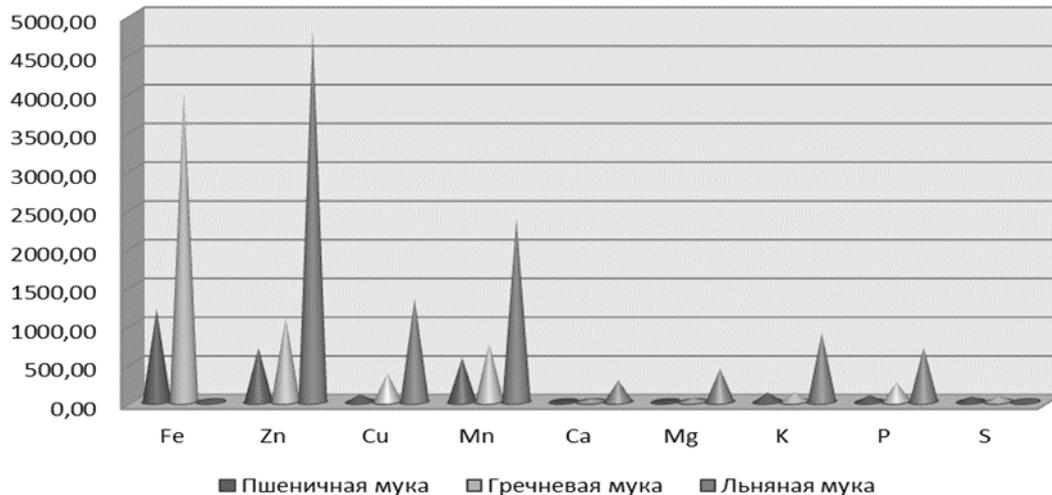


Рисунок 4.5 – Содержание в муке микро- и макроэлементов (мг/100г)

Микро- и макроэлементы обеспечивают нормальную работу главных систем организма (мышечной – участвуют в процессе сокращения мышц, пищеварительной и сердечнососудистой). Их нехватка или полное отсутствие могут привести как к серьезным заболеваниям, так и к гибели организма.

Fe (железо) участвует в процессах кроветворения, нормализует работу щитовидной железы, регулирует иммунитет, участвует в тканевом дыхании. Содержание Fe в гречневой муке составляет 4000,00 мг/100 г, что на 70 % больше, чем в пшеничной муке высшего сорта и на 99 % – чем в льняной.

Zn (цинк) принимает участие в сокращении мышц, является одним из компонентов металлоферментов, играет важную роль в метаболизме белков и липидов. Содержание Zn в льняной муке составляет 4800,00 мг/100 г, что на 85 % больше, чем в пшеничной муке высшего сорта и на 77 % – чем в гречневой.

Cu (медь) входит в состав многих ферментов и биологически активных металлопротеинов, участвуя в тканевом дыхании, в синтезе коллагена и эластина.

Содержание Cu в льняной муке составляет 1342,00 мг/100 г, что на 92 % больше, чем в пшеничной муке высшего сорта и на 72 % – чем в гречневой.

Mn (марганец) необходим для правильного развития клеток. Содержание Mn в льняной муке составляет 2370,00 мг/100 г, что на 75 % больше, чем в пшеничной муке высшего сорта и на 68 % – чем в гречневой.

Ca (кальций) играет важную регуляторную и структурную роль, участвует в ключевых физиологических и биохимических процессах клетки. Содержание Ca в льняной муке составляет 280,00 мг/100 г, что на 93 % больше, чем в пшеничной муке высшего сорта и на 85 % – чем в гречневой.

Mg (магний) является главным участником энергетических процессов, нервно-мышечных передач и механизма сокращения мышц. Содержание Mg в льняной муке составляет 431,00 мг/100 г, что на 96 % больше, чем в пшеничной муке высшего сорта и на 88 % – чем в гречневой.

K (калий) нормализует сердечный ритм, сохраняет кислотно-щелочной баланс крови, является противосклеротическим средством: предотвращает накопление солей натрия. Содержание K в льняной муке составляет 894,30 мг/100 г, что на 86 % больше, чем в пшеничной муке высшего сорта и на 85 % – чем в гречневой.

P (фосфор) относится к жизненно необходимым веществам. Он входит в состав всех тканей организма, особенно мышц и мозга, участвует во всех видах обмена веществ, необходим для нормального функционирования нервной системы, сердечной мышцы. Содержание P в льняной муке составляет 706,00 мг/100 г, что на 87 % больше, чем в пшеничной муке высшего сорта и на 64 % – чем в гречневой.

S (сера) повышает устойчивость организма к радиоизлучению, участвует в выделении желчи, влияет на хорошую свертываемость крови, способствует вымыванию и нейтрализации шлаков и токсинов из организма. Содержание S в гречневой муке составляет 81,00 мг/100 г, что на 13 % больше, чем в пшеничной муке высшего сорта, в льняной муке этот макроэлемент отсутствует [17, 39].

4.2. Разработка композитной смеси, содержащей муку пшеничную высшего сорта, гречневую, льняную и минерально-витаминный комплекс

4.2.1. Влияние гречневой муки на качество макаронных изделий

Проведены исследования по определению соотношениям пшеничной, гречневой и льняной муки для производства макаронных изделий.

Для проведения исследования гречневую муку вносили в количестве 8 %, 10 %, 13 %, 16 %, 19 % от массы пшеничной муки высшего сорта. Контролем служила проба макаронных изделий, приготовленная без добавлений. Результаты данного исследования представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Органолептические и физико-химические показатели качества макаронных изделий с добавлением гречневой муки

Наименование показателей	Макаронные изделия:					
	контроль	с внесением гречневой муки, %				
		8	10	13	16	19
Цвет	белый	белый, с кремовым оттенком		белый, с серым оттенком		
Состояние поверхности	гладкая, без шероховатостей					
Излом	стекловидный					
Форма	соответствующая типу изделий					
Вкус	свойственный данному изделию					
Запах	свойственный данному изделию					
Состояние изделий после варки	не слипаются			слегка слипаются		
Влажность, %	12,8	12,8	12,8	12,6	12,6	12,2
Кислотность, град	1,8	1,8	1,8	2,0	2,2	2,2
Сохранность формы сваренных изделий, %	100	100	100	94	93	91
Сухое вещество, перешедшее в варочную воду, %	5,4	5,5	5,6	6,2	6,8	7,0

Макаронные изделия из пшеничной муки без добавок (контроль) после варки сохраняли свою форму, не слипались, имели гладкую поверхность. Сохранность формы сваренных изделий составляла 100 %, сухое вещество, перешедшее в варочную воду – 5,4 %.

Макаронные изделия с добавлением гречневой муки в количестве 8 % и 10 % после варки не слипались, изделия характеризовались белым цветом с серым оттенком, вкусом и запахом, свойственным макаронным изделиям.

Органолептические показатели качества макаронных изделий с добавлением гречневой муки в количестве 13 %, 16 % и 19 % были пониженными по сравнению с другими пробами: после варки изделия слегка слипались, частично теряли форму, имели шероховатую поверхность. Вкус и запах менее выраженные.

В пробах макаронных изделий с добавлением 8 % и 10 % гречневой муки сохранность формы сваренных изделий составляла 100 %. Изделия с добавлением гречневой муки в количестве 13 %, 16 % и 19 % имели меньший показатель сохранности формы – 94 %, 93 %, 91 % соответственно.

В соответствии с классификацией Г. М. Медведевым для макаронных изделий хорошего качества количество сухого вещества, перешедшего в варочную воду, должно быть не более 6 %, для макаронных изделий среднего качества – не более 8 % [78]. Сухое вещество, перешедшее в варочную воду при варке макаронных изделий с добавлением гречневой муки в количестве 8 % и 10 % составило от 5,5 % до 5,6 %, поэтому такие макаронные изделия можно отнести к изделиям хорошего качества. Макаронные изделия из гречневой муки в количестве 13 %, 16 %, 19 % относятся к изделиям среднего качества, т.к. количество сухих веществ, перешедших в варочную воду составляло – 6,2 %, 6,8 %, 7,0 % соответственно [16].

Полученные результаты позволяют сделать вывод о целесообразности включения от 8 % до 10 % гречневой муки в состав макаронных изделий [3].

4.2.2. Влияние льняной муки на качество макаронных изделий

В ходе исследования льняная мука вносилась массой 2 %, 5 %, 8 %, 11 %, 15 % от массы пшеничной муки высшего сорта. Результаты исследования представлены в таблице 4.2.

Макаронные изделия с добавлением льняной муки в количестве 2 % и 5 % характеризовались белым цветом с серым оттенком, вкусом и запахом, свойственным макаронным изделиям, после варки не слипались, сохранность формы составляла 100 %. Сухое вещество, перешедшее в варочную воду при варке, составляло 5,7 %. Их можно отнести к изделиям хорошего качества.

Макаронные изделия с добавлением льняной муки в количестве 8 %, 11 % и 15 % имели белый цвет с серым оттенком, вкусом и запахом, свойственным макаронным изделиям, после варки слегка слипались. Сохранность формы составляла при добавлении 8 % льняной муки – 94 %, 11 % – 92 %, 15 % – 92 %. Сухое вещество, перешедшее в варочную воду при варке, составляло – 6,4 %, 6,7 %, 6,9 %. Они относятся к изделиям среднего качества.

Таблица 4.2 – Органолептические и физико-химические показатели качества макаронных изделий с добавлением льняной муки

Наименование показателей	Макаронные изделия:					
	контроль	с внесением льняной муки, %				
		2	5	8	11	15
Цвет	белый	белый, с серым оттенком				
Состояние поверхности	гладкая, без шероховатостей					
Излом	стекловидный					
Форма	соответствующая типу изделий					
Вкус	свойственный данному изделию					
Запах	свойственный данному изделию					
Состояние изделий после варки	не слипаются			слегка слипаются		
Влажность, %	12,8	12,8	12,7	12,6	12,6	12,2
Кислотность, град	1,8	1,8	1,9	2,0	2,0	2,2
Сохранность формы сваренных изделий, %	100	100	100	94	92	92
Сухое вещество, перешедшее в варочную воду, %	5,4	5,7	5,7	6,4	6,7	6,9

На основании полученных результатов можно сделать вывод о целесообразности включения от 2 % до 5 % льняной муки в состав макаронных изделий [3].

4.2.3. Обоснование оптимального соотношения компонентов в композитной смеси

Эффективность обмена белков в организме человека в значительной степени зависит от качественного и количественного состава пищи. При поступлении с пищей белков ниже рекомендуемых норм в организме начинают распадаться белки тканей, а образующиеся аминокислоты – расходоваться на синтез ферментов, гормонов и других необходимых для организма биологически активных соединений. Состояние белкового обмена в большой степени зависит от недостатка или отсутствия незаменимых аминокислот. Клетки организма человека не могут синтезировать необходимые белки, если в составе пищи отсутствует хотя бы одна незаменимая аминокислота.

Отсутствие в пище хотя бы одной незаменимой аминокислоты вызывает отрицательный азотистый баланс, нарушение деятельности центральной нервной системы, остановку роста и тяжелые клинические последствия типа авитаминоза. Нехватка одной незаменимой аминокислоты приводит к неполному усвоению других [127].

Одним из основных научных направлений современных биотехнологий является моделирование, в частности, моделирование технологий составления и прогнозирования функционально-технологических свойств рецептурных смесей пищевых продуктов.

Применение мер сравнения (сходства) дает возможность выбирать оптимальные варианты при разработке, как функциональных продуктов питания, так и продуктов питания общего назначения на мясной, растительной и других основах [22].

Использование мер сходства для разработки функциональных продуктов питания было предложено д-м физ.-мат. наук, проф. Красновым А.Е [65]. При применении мер сходства выбираются контрольные образцы или показатели, относительно которых рассматриваются исследуемые продукты [22].

В создании макаронных изделий разрабатывали композитную смесь, содержащую муку пшеничную высшего сорта, гречневую и льняную и характеризовали ее по биологической ценности [9].

Для определения оптимального соотношения муки использовали метод математической статистики с помощью мер сравнения (сходства) [65].

Соотношение компонентов варьировали: мука пшеничная – от 86 % до 100 %, мука гречневая и льняная – от 1 % до 13 % от массы пшеничной муки. Таким образом, были рассчитаны (X опытные) скоры незаменимых аминокислот с разным соотношением ингредиентов.

Из всех рассчитанных скоров композитных смесей были выбраны предельные значения сора для каждой аминокислоты (контрольный S), приведенный на рисунке 4.6.

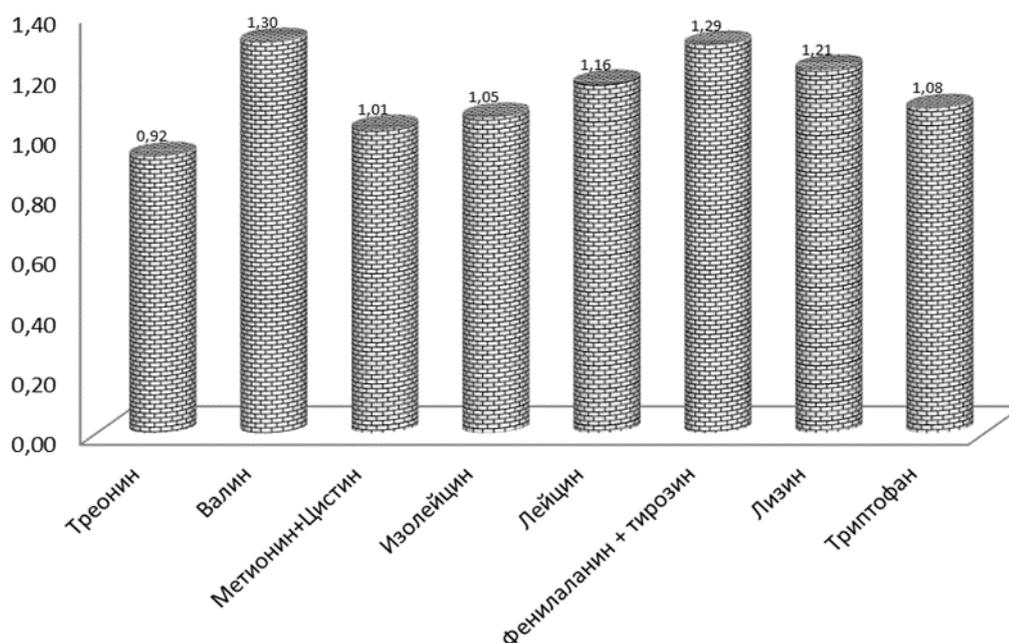


Рисунок 4.6 – Предельное значение сора для незаменимых аминокислот композитной смеси

Используя метрические и неметрические меры сравнения [22, 65, 72] к опытному X и контрольному S скорам, получили оптимальное соотношение муки пшеничной 86–90 %, муки гречневой – 8–10 %, муки льняной – 2–4 %.

Скоры незаменимых аминокислот композитной смеси представлены на рисунке 4.7.

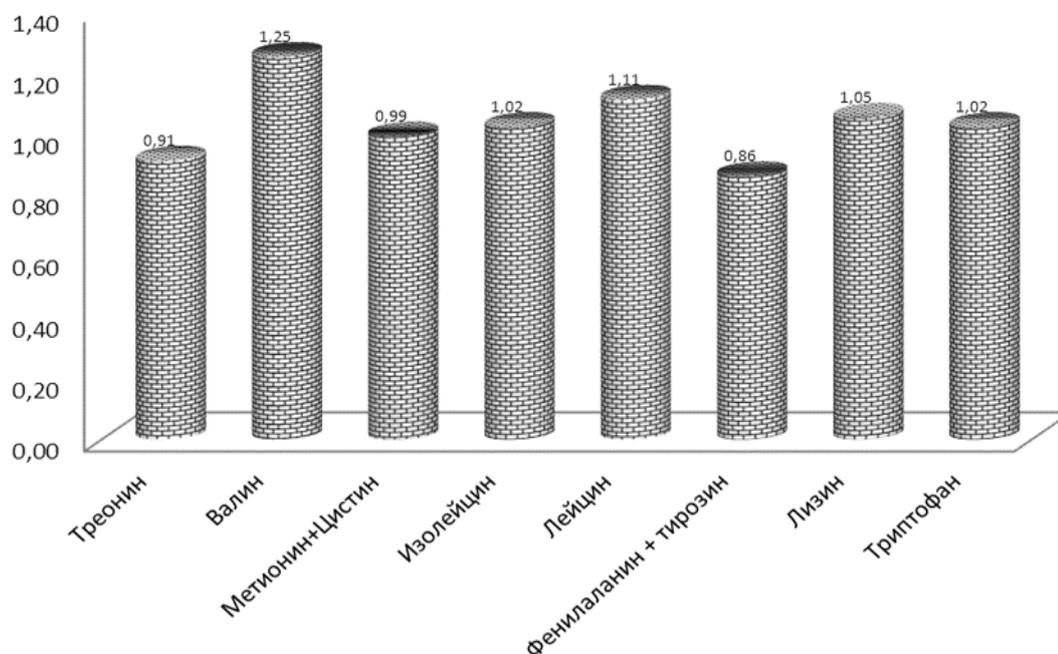


Рисунок 4.7 – Скоры незаменимых аминокислот в композитной смеси

Применив к матрице-вектору контрольных $S = \begin{pmatrix} s_1 \\ s_2 \\ \vdots \\ s_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} s_1 \\ s_2 \\ \vdots \\ s_8 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,92 \\ 1,30 \\ 1,01 \\ 1,05 \\ 1,16 \\ 0,90 \\ 1,21 \\ 1,08 \end{pmatrix}$

и опытные $X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ s_8 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,91 \\ 1,25 \\ 0,99 \\ 1,02 \\ 1,11 \\ 0,86 \\ 1,05 \\ 1,02 \end{pmatrix}$ получим результаты (Приложение Д),

которые показаны в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Математическая обработка данных

№	Формула	Результат расчета
1	$\sqrt{\sum_{n=1}^8 (x_n - s_n)^2}$	0,192873
2	$\frac{\sum_{n=1}^8 s_n x_n}{\sqrt{\sum_{n=1}^8 x_n^2} \sqrt{\sum_{n=1}^8 s_n^2}}$	0,999238
3	$\frac{\left(\sum_{n=1}^8 s_n x_n\right)^2}{\sum_{n=1}^8 s_n^2 \sum_{n=1}^8 x_n^2}$	0,998477
4	$\frac{2 \sum_{n=1}^8 s_n x_n}{\sum_{n=1}^8 s_n^2 + \sum_{n=1}^8 x_n^2}$	0,997929
5	$\frac{\sum_{n=1}^8 s_n x_n}{\sum_{n=1}^8 (x_n - s_n)^2}$	241,043

В ходе исследования было установлено, что полученные результаты больше любого значения, подсчитанного при любых других соотношениях пшеничной, гречневой и льняной муки. Оптимальным соотношением муки пшеничной является – 86–90 %, муки гречневой – 8–10 %, муки льняной – 2–4 % [9].

4.2.4. Добавление минерально-витаминного комплекса в композитную смесь

Постановлением от 16 сентября 2003 года № 148 «О дополнительных мерах по профилактике заболеваний, обусловленных дефицитом железа в структуре питания населения» отмечено что, в целях принятия незамедлительных мер для улучшения состояния обеспеченности населения России железом необходимо обогащение пшеничной муки высшего и первого сорта, хлеба и хлебобулочных изделий, произведенных из этой муки, алиментарным железом и витаминами. Данный подход к решению проблемы дефицита железа является общепризнанным во всем мире и рекомендуется международными организациями [117].

Исходя из этого, было решено исследовать макаронные изделия из композитной смеси на наличие жизненно важных микроэлементов таких как: железо (Fe), йод (I), цинк (Zn), селен (Se) и витаминов группы В (тиамин (В₁), рибофлавин (В₂), пиридоксин (В₆)).

Из данных, полученных в разделе 4.2.3, оптимальным соотношением пшеничной гречневой и льняной муки является соотношение 86–90 %, 8–10 %, 2–4 %. В данной композитной смеси содержание незаменимых аминокислот является максимальным из всех рассматриваемых вариантов.

Для исследования макаронных изделий из композитной смеси на наличие витаминов и микроэлементов было взято соотношение пшеничной муки высшего сорта – 90 %, гречневой муки – 8 %, льняной муки – 2 %. Полученные данные показаны на рисунках 4.8 и 4.9.

Содержание витаминов группы В: В₁ – 0,22 мг/100 г, В₂ – 0,06 мг/100 г, В₆ – 0,21 мг/100 г. Например, уточненная физиологическая потребность для взрослых витамина В₁ составляет 1,5 мг/сут., а физиологическая потребность для детей – от 0,3 до 1,5 мг/сут.; В₂ – для взрослых – 1,8 мг/сут., для детей – от 0,4 до 1,8 мг/сут.; В₆ – для взрослых – 2,0 мг/сут., для детей – от 0,4 до 2,0 мг/сут.

Содержание микроэлементов: Fe – 1500,000 мкг/100 г, I – 0,001 мкг/100 г, Zn – 800,000 мкг/100 г, Se – 0,006 мкг/100 г. Стоит отметить, что физиологическая потребность Fe для взрослых – 10 мг/сут. (для мужчин) и 18 мг/сут. (для женщин); физиологическая потребность для детей – от 4 до 18 мг/сут.; I – для взрослых – 150 мкг/сут., для детей – от 60 до 150 мкг/сут.; Zn – для взрослых – 12 мг/сут., для детей – от 3 до 12 мг/сут.; Se – физиологическая потребность для взрослых – 55 мкг/сут. (для женщин); 70 мкг/сут. (для мужчин), для детей – от 10 до 50 мкг/сут. Данные нормы взяты из МР 2.3.1.2432–08 (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 18 декабря 2008 г.) [83].

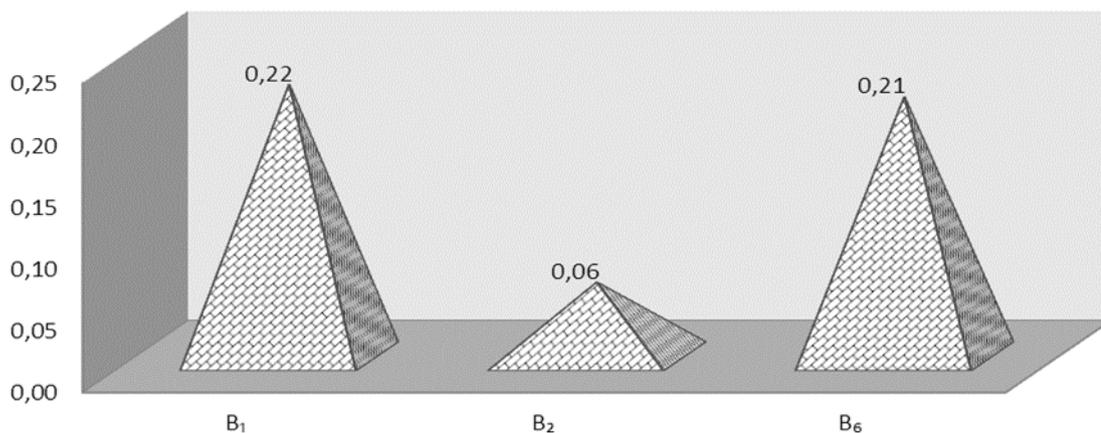


Рисунок 4.8 – Содержание витаминов группы В в макаронных изделиях из композитной смеси (мг/100 г)

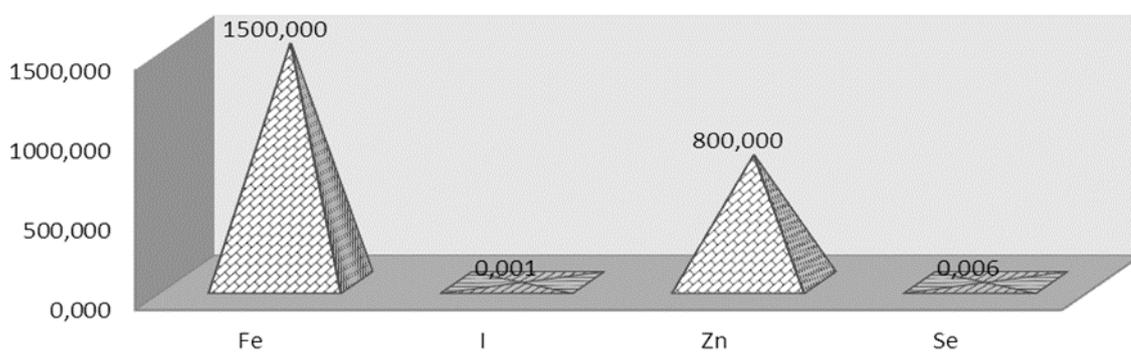


Рисунок 4.9 – Содержание микроэлементов в макаронных изделиях из композитной смеси (мкг/100 г)

На основании исследований и МР 2.3.1.2432–08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» [83] был разработан минерально-витаминный комплекс ГОСТ Р 53494–2009, ГОСТ Р 57106–2016, состоящий из витаминов группы В (рис. 4.10) и микроэлементов (рис. 4.11). Минерально-витаминный комплекс был рассчитан исходя из того, что содержащиеся в нем витамины и микроэлементы при добавлении их в композитную смесь, не будут превышать суточной потребности для всех групп населения.

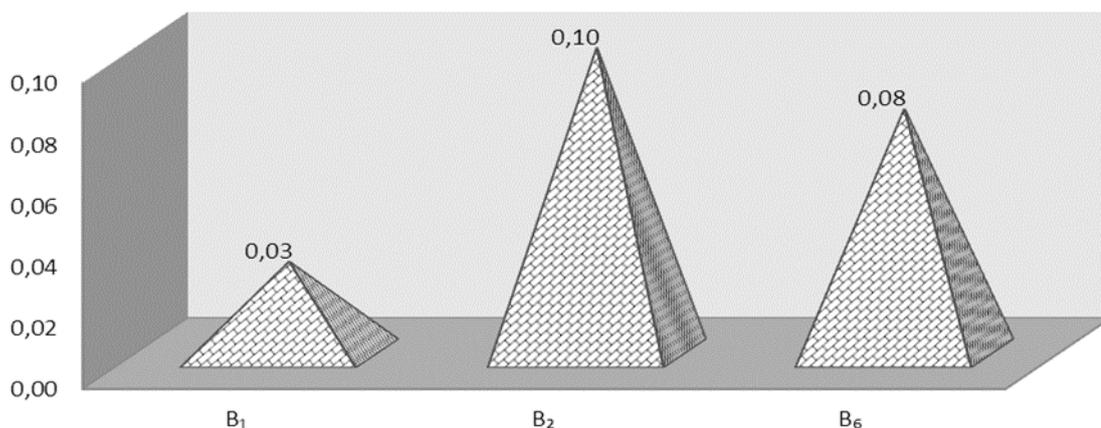


Рисунок 4.10 – Содержание в минерально-витаминном комплексе витаминов группы В (мг)

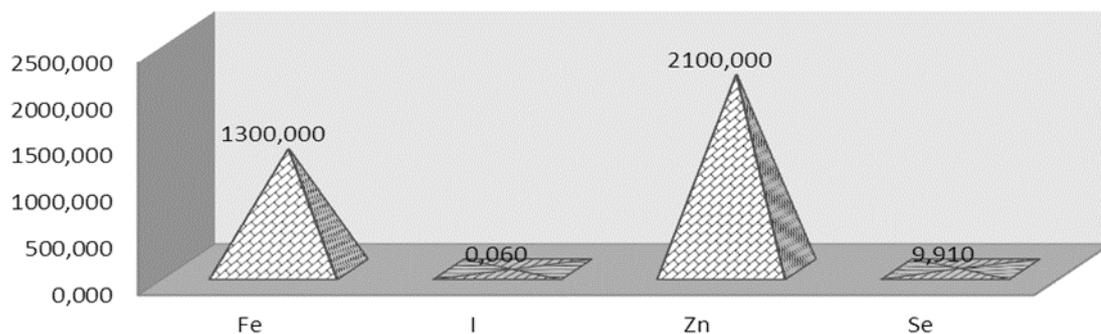


Рисунок 4.11 – Содержание в минерально-витаминном комплексе микроэлементов (мкг)

Композитную смесь делали в соотношении: пшеничная мука высшего сорта – 89,9 %, гречневая мука – 8 %, льняная мука – 2 %, минерально-витаминный комплекс – 0,1 %. Полученные данные по витаминам и микроэлементам представлены на рисунках 4.12 и 4.13.

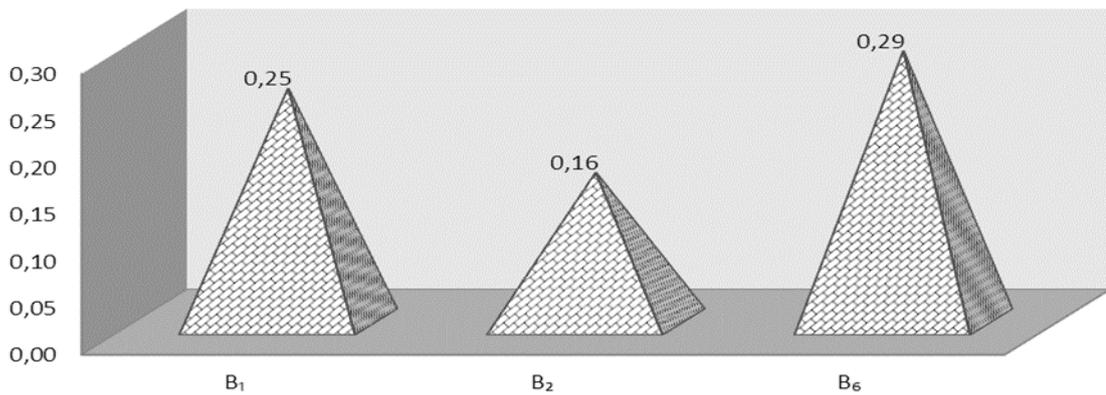


Рисунок 4.12 – Содержание витаминов группы В в макаронных изделиях из композитной смеси с добавлением минерально-витаминного комплекса (мг/100 г)

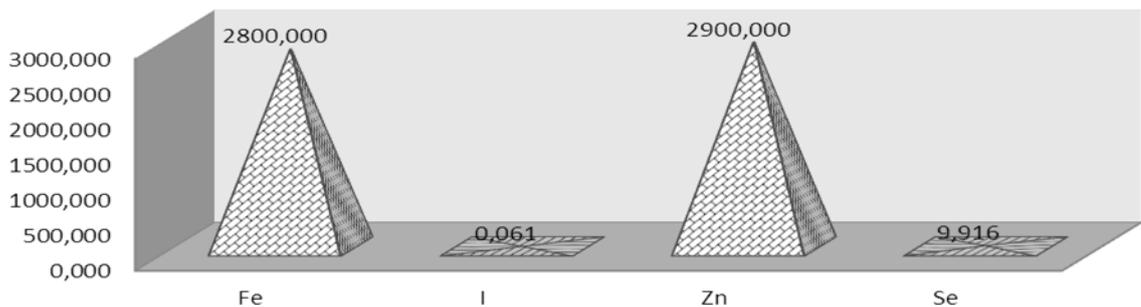


Рисунок 4.13 – Содержание микроэлементов в макаронных изделиях из композитной смеси с добавлением минерально-витаминного комплекса (мкг/ 100 г)

Из полученного результата мы увидели, что при использовании минерально-витаминного комплекса в макаронных изделиях значительно увеличилось содержание витаминов и микроэлементов: тиамин – на 13,6 %, рибофлавин – 166 %, пиридоксин – 38 %, железа – 86,6 %, йода – 6000 %, цинка – 262,5 % [19].

Полученные данные не превышают допустимых норм, указанных в МР 2.3.1.2432–08. Разработанная рецептура соответствует актуальным требованиям нутрициологии.

4.3. Исследование реологических свойств макаронного теста из композитной смеси

4.3.1. Количество и качество сырой клейковины в композитной смеси

Клейковина является одним из главных структурообразующих компонентов макаронного теста, определяя его основные технологические свойства – пластичность, текучесть и вязкость [96].

Основными признаками, влияющими на «силу» муки, являются содержание и свойства высокомолекулярных белковых веществ, протеолитических ферментов, активаторов и ингибиторов протеолиза, входящих в состав белково-протеиназного комплекса. Немаловажная роль принадлежит ее углеводному комплексу, гидролитическим ферментам, липидам и т. д.

От количества и свойств клейковинных белков в значительной степени зависит способность муки поглощать воду при замесе, формировать тесто, задерживать диоксид углерода при его образовании. Клейковине принадлежит решающая роль в определении реологических свойств теста или «силы» муки [125].

В макаронном производстве клейковина выполняет две основные функции: во-первых, является пластификатором, во-вторых, – связующим веществом, соединяющим крахмальные зерна в единую массу. При прессовании теста формируется каркас из клейковины, который удерживает крахмальные зерна в сырых изделиях. При сушке этот каркас упрочняется, а при варке – фиксируется в результате денатурации клейковины.

Существует определенный диапазон содержания клейковины в муке, при котором макаронные изделия имеют примерно одинаковые значения показателей, характеризующих варочные свойства (время варки, увеличение массы сваренных изделий, потери сухих веществ в процессе варки и пр.). Этот диапазон сырой клейковины в муке – от 28 до 40 % [96]. Поэтому желательно, чтобы процентное содержание сырой клейковины в макаронных изделиях находилось бы в этом диапазоне.

Исследования количества и качества сырой клейковины, полученной из пшеничной муки и композитной смеси, были проведены в соответствии с межгосударственным стандартом – ГОСТ 27839-2013 «Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины». В ходе исследования было установлено, что массовая доля сырой клейковины, отмытой из композитной смеси, была меньше на 2,4 % по сравнению с пшеничной мукой. Содержание клейковины снижается, видимо, вследствие введения водорастворимых фракций белков гречки и льна. И в то же время содержание сырой клейковины в композитной смеси составило 28 %, что является оптимальным сочетанием пластических и прочностных свойств – показано на рисунке 4.14. Специалисты в области здорового питания считают, что растворимые белки, не участвующие количественно в определении количества сырой клейковины, в данном случае – гречки и льна, имеют более высокую пищевую ценность, чем белки клейковины, содержащиеся в эндосперме.



Рисунок 4.14 – Содержание сырой клейковины в пшеничной муке и композитной смеси

Качество клейковины, а именно – способность клейковины сопротивляться деформирующему воздействию, определялось с помощью прибора ИДК-4 (измеритель деформации клейковины). Результаты измерений качества клейковины выражается в условных единицах ИДК (шкала прибора ИДК-4 позволяет выполнять измерения в пределах от 0 до 150 усл. ед. ИДК с точностью до $\pm 0,5$ усл. ед. ИДК) – показано на рисунке 4.15 для пшеничной муки и композитной смеси.

Если испытания клейковины показывают результат более 80 единиц, значит клейковина муки слабая. Слабая клейковина характеризуется плохой эластичностью и сильной растяжимостью, причем, после снятия растягивающего напряжения форма образца не восстанавливается. Тесто из муки со слабой клейковиной обладает слабой формоустойчивостью.

Если испытания клейковины показывают результат менее 50 единиц, значит клейковина муки крепкая. Крепкая клейковина обладает невысокой эластичностью – она с трудом растягивается, а при растяжении легко разрывается.

Согласно ГОСТ 27839-2013 для муки хлебопекарной и общего назначения деформация хорошей клейковины должна находиться в пределах от 53 до 77 единиц (первая группа качества со средней (хорошей) характеристикой клейковины); для муки макаронной: от 48 до 77 единиц (из мягкой пшеницы) и от 48 до 82 единиц (из твердой пшеницы) – также для первой группы качества со средней (хорошей) характеристикой клейковины.

Как показывают результаты исследований (рис. 4.15), упругость клейковины пшеничной муки и композитной смеси находятся в пределах своих первых групп качества, однако, упругость клейковины композитной смеси ниже на 7 единиц упругости клейковины пшеничной муки, а, следовательно, обладает более сильной формоустойчивостью (что является одним из определяющих параметров макаронных изделий), так как чем больше значение ИДК, тем слабее клейковина.



Рисунок 4.15 – Упругость клейковины пшеничной муки и композитной смеси

Сырая клейковина представляет собой гидратированное коллоидное образование, в его состав входит значительное количество воды, которое (в процентах от сухого вещества) называется гидратационной способностью клейковины. Содержание воды в сырой клейковине не является постоянным – в зависимости от многих факторов может колебаться в довольно широких пределах. На рисунке 4.16 показана гидратационная способность клейковины пшеничной муки и композитной смеси.

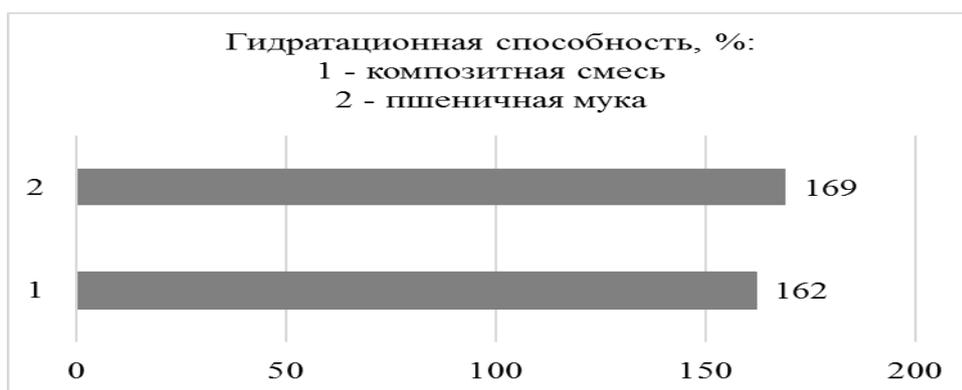


Рисунок 4.16 – Гидратационная способность клейковины пшеничной муки и композитной смеси

Как показали проведенные исследования, гидратационная способность клейковины композитной смеси ниже по сравнению с пшеничной мукой на 7 %, что свидетельствует о более высоких показателях зольности и содержания жира в композитной муке [15].

4.3.2. Определение реологических свойств теста

Для определения структурно-механических свойств теста из пшеничной и композитной муки проводили исследование с помощью прибора альвеограф. Результаты обработки стандартной альвеографической кривой представлены на рисунках 4.17–4.22 [15].

Максимальное значение избыточного давления (в пересчете на мм) характеризует упругость теста (устойчивость к деформации). Экспериментальные данные альвеографического исследования показали, что тесто из композитной смеси имеет сниженные показатели устойчивости к деформации на 9 % (рис. 4.17).

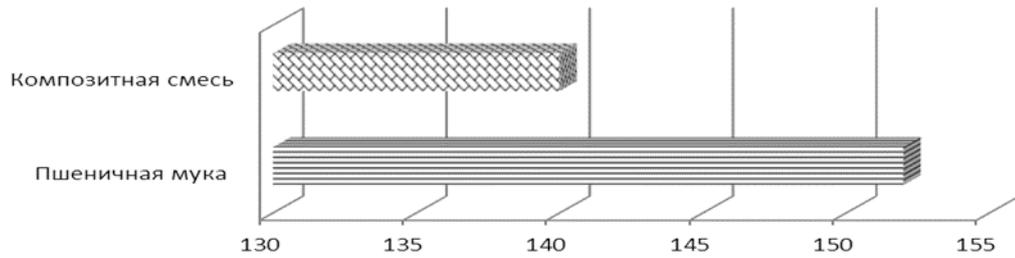


Рисунок 4.17 – Устойчивость к деформации P, мм

Результаты исследований также показали снижение растяжимости теста из композитной смеси по сравнению с контрольным образцом на 24,4 % (рис. 4.18). Вместе с тем, отношение P/L теста из композитной смеси на 26 % превышает показатели контрольной пробы, а именно этот показатель положительно влияет на структурно-механические свойства макаронного теста (рис. 4.19).

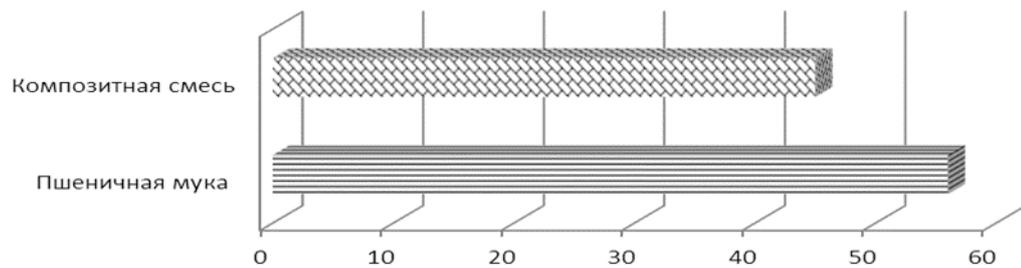


Рисунок 4.18 – Растяжимость L, мм

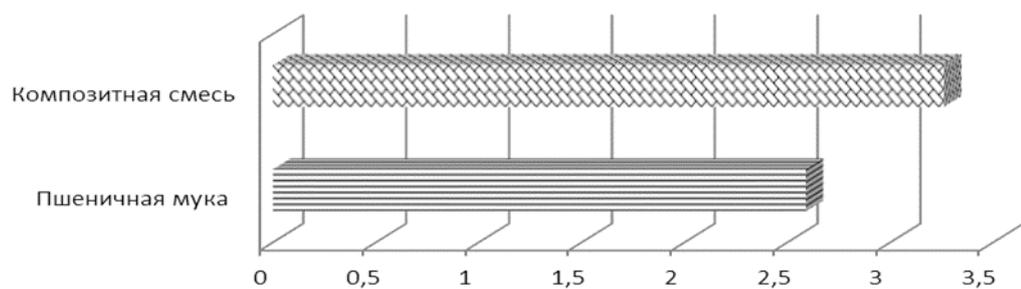


Рисунок 4.19 – Вид кривой P/L

Коэффициент деформации теста из композитной смеси ниже на 10,3 % коэффициента деформации контрольного образца, что совсем не является отрицательным фактором, так как это свидетельствует о хорошей формоустойчивости теста из композитной муки и, следовательно, тесто из

композитной смеси наиболее благоприятно для производства макаронных изделий (рис. 4.20).

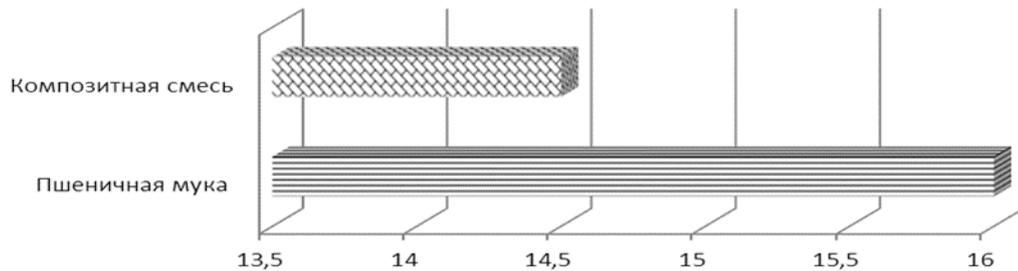


Рисунок 4.20 – Коэффициент деформации G

Хлебопекарная способность или удельная работа деформации теста W теста из композитной смеси меньше на 53 % аналогичного показателя теста из пшеничной муки, но находится в диапазоне, характеризующую муку с необходимыми хлебными качествами (рис. 4.21).

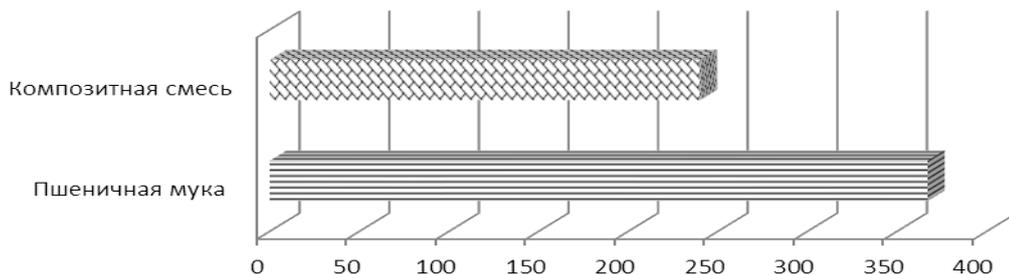


Рисунок 4.21 – Хлебопекарная способность W , 10⁻⁴, Дж

Исследования показали – контрольный образец теста из пшеничной муки более устойчив к деформации, чем образец теста из композитной смеси, что является характеристикой упругости тела и свидетельствует о более высоком модуле упругости и более низком пределе упругости (рис. 4.17, 4.18), а это означает – контрольный образец должен проявлять большую эластичность. Экспериментальные данные альвеографического исследования подтвердили – тесто из композитной смеси имеет сниженные показатели по коэффициенту эластичности на 35 % по сравнению с контрольным образцом (рис. 4.22).

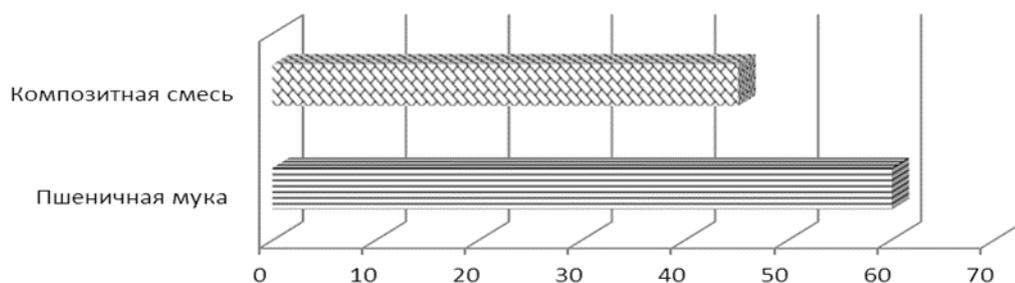


Рисунок 4.22 – Коэффициент эластичности Ie, %

Снижение некоторых показателей качества теста из композитной муки (что не всегда является отрицательным фактором) по сравнению с аналогичными показателями контрольного образца связано с изменениями структурно-механических характеристик из-за влияния вязкости льна на композитную смесь. В целом же тесто из композитной смеси по таким показателям, как: отношение R/L – превышает на 26 % контрольный образец теста из пшеничной муки, а по удельной работе деформации теста W хотя и ниже на 53 % показателя теста из пшеничной муки, но находится в том диапазоне, который характерен для муки с хорошими хлебными качествами.

4.3.3. Время релаксации макаронного теста из композитной смеси

Явление релаксации тесно связано со структурно-механическими свойствами перерабатываемого полуфабриката, получение которого в большинстве случаев связано с внешним давлением. Этому явлению уделяется большое внимание при формировании пищевых материалов различными способами. Зная характер того или иного материала, можно выбрать наиболее рациональное время и величину воздействия для правильного ведения технологического процесса [30].

Исследовали время релаксации макаронного теста из композитной смеси на структуромере (рис. 4.23).

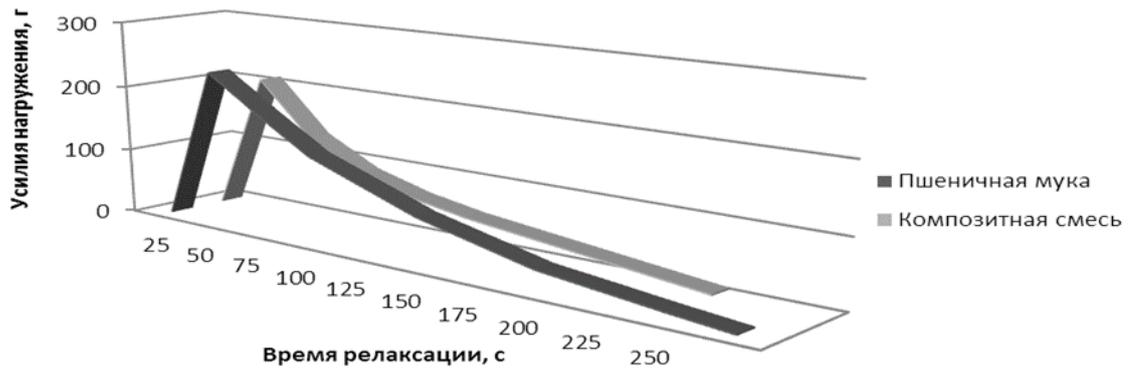


Рисунок 4.23 – Время релаксации теста из пшеничной муки и композитной смеси

В ходе исследования было определено, что время релаксации теста из композитной смеси составляет 210 с, что на 10 % меньше по сравнению с показателями контрольной пробы. Это говорит о том, что тесто из композитной смеси имеет большую пластичность [15].

4.3.4. Изучение скорости прессования макаронного теста из композитной смеси

Производительность макаронного пресса определяется такими характеристиками, как скорость и давление прессования. Необходимо определить, как изменение влажности влияет на эти характеристики.

Влажность макаронного теста – один из параметров, изменение которого в определенных пределах приводит к изменению не только физических свойств теста, сырых изделий, но и качества продукции в целом. Увеличение влажности теста приводит к увеличению толщины сольватных оболочек, окружающих частицы муки в уплотненном тесте, а, следовательно, к снижению когезионной прочности теста. Вследствие этого уменьшается его вязкость и прочность, а текучесть и пластичность увеличиваются, что приводит к облегчению процесса выпрессовывания через матрицы, и, следовательно, к снижению давления и увеличению скорости прессования, то есть к повышению производительности пресса [96].

Однако, существует предельные значения влажности, по достижении которых нарушается эта зависимость – снижение давления прессования и рост скорости с увеличением влажности. Для поршневых прессов эта зависимость

соблюдается при повышении влажности теста до 34 %, для шнековых – до 32 %. Дальнейшее увеличение влажности теста приводит к росту давления прессования и снижению скорости выпрессовывания, так как при повышении влажности происходит образование крупных комков, которые плохо проходят сквозь входное отверстие шнековой камеры несмотря на повышение пластичности теста. Давления прессования резко падает и, как следствие, снижается скорость прессования. Устанавливают рекомендуемый оптимальный цифровой диапазон изменения влажности теста – 32...33 % [96].

Установить оптимальный диапазон влажности макаронного теста можно и по характеру изменения его упруго-пластичных свойств в функции от влажности.

При прессовании важны проявления не упругих свойств макаронного теста, т.е. способности восстанавливать первоначальную форму, а проявления его пластичности или способности к формоизменению при достижении напряжения выше критического – предела упругости.

С целью изучения влияния влажности теста на производительность макаронного пресса определяли скорость прессования макаронных изделий из пшеничной муки и композитной смеси. На рисунке 4.24 представлены результаты данного исследования.

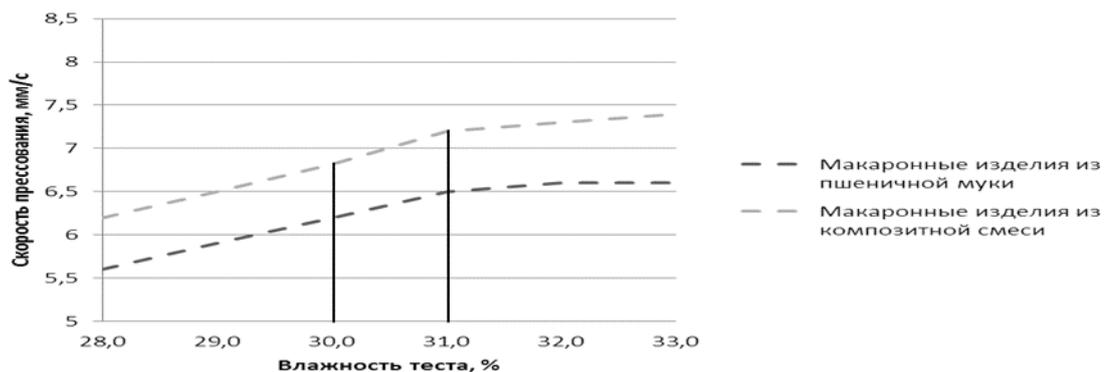


Рисунок 4.24 – Скорость прессования макаронных изделий

С увеличением влажности теста возрастает скорость его прессования, но эта тенденция наблюдается до определенной влажности, а именно до 33 %. Скорость прессования макаронных изделий из композитной смеси при влажности 30,0–31,0 % превосходит показатели макаронных изделий из пшеничной муки на 10–

10,8 % [15]. Следует отметить, что эта закономерность сохраняется и для влажности более 31,0 % – вплоть до 33,0 %.

4.4. Технологическая схема производства макаронных изделий из композитной смеси

На основании проведенных исследований предложена технологическая схема производства макаронных изделий, представленная на рисунке 4.25.

В схеме предусматривается периодический способ производства макаронных изделий из композитной смеси.

4.5. Разработка мероприятий по обеспечению безопасности производства макаронных изделий из композитной смеси

При внедрении в производство макаронных изделий из композитной смеси необходимо разработать комплекс мероприятий по обеспечению пищевой безопасности. Для достижения этой цели была разработана система ХАССП [12].

Система ХАССП получила всемирное признание и широкое применение в производственной практике [120]. Технический регламент Таможенного Союза «О безопасности пищевой продукции» начал действовать в июле 2013 года [32]. Согласно его основным положениям, предприятия государств, входящих в ТС – России, Казахстана и Беларуси – должны разрабатывать и внедрять на своем производстве принципы ХАССП – системы, подразумевающей управление факторами, тем или иным образом влияющими на безопасность товаров продуктовой группы. Сегодня данная система действует во всех странах ЕС, а также в Австралии, Канаде и США и др. странах [143, 145, 176]. С 15 февраля 2015, если предприятие, не имея системы контроля ХАССП, выпустит пищевую продукцию, на руководителя будет наложено административное наказание в соответствии с Кодексом РФ «Об административных правонарушениях» № 195-ФЗ, а именно по статье 14.43. Повторное совершение указанного административного правонарушения в течение года влечет наложение административного штрафа, в том числе на юридических лиц – от 700 тыс. руб. до

1 млн. руб. с конфискацией предметов административного правонарушения, либо административное приостановление деятельности на срок до девяноста суток с конфискацией предметов административного правонарушения [12].

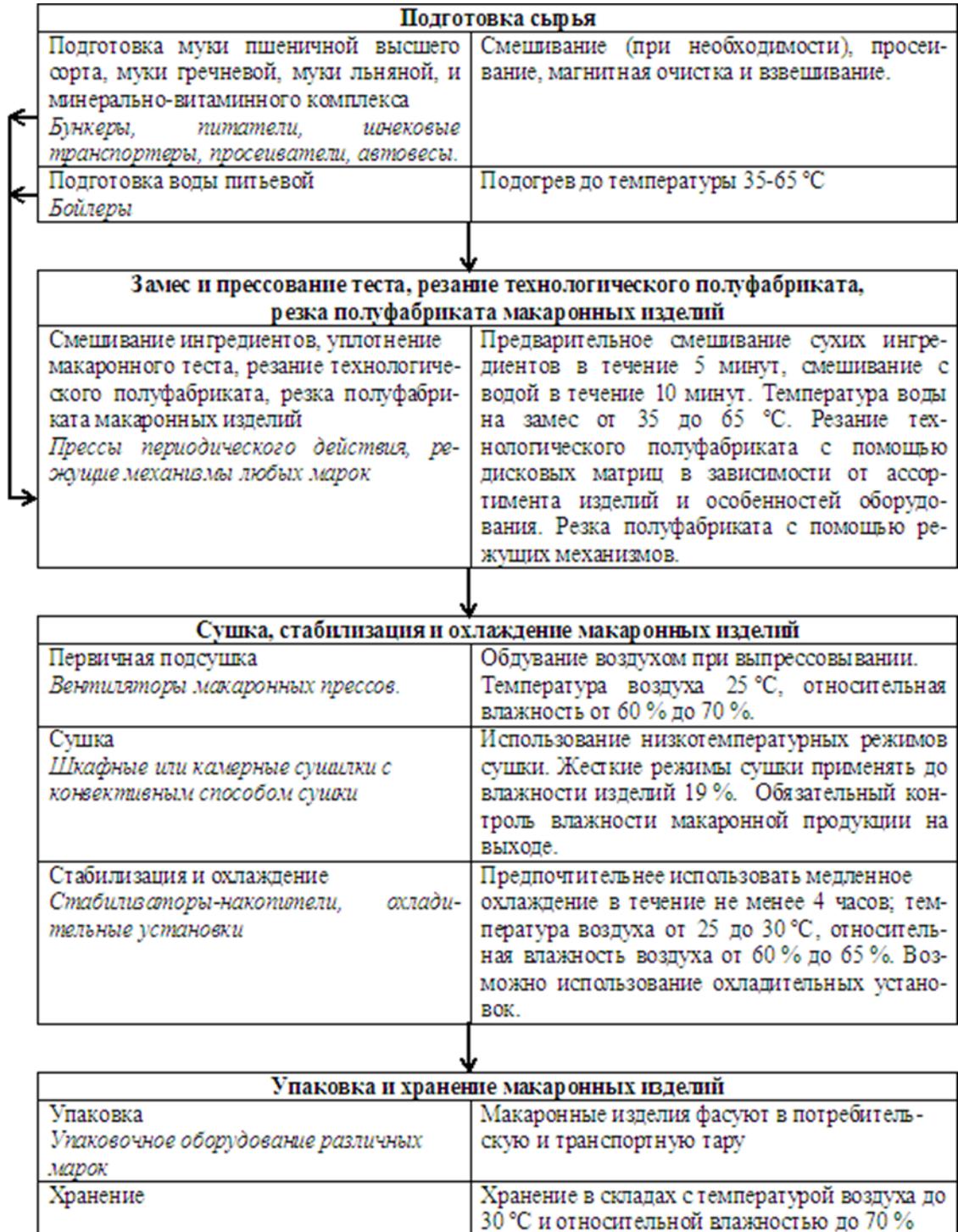


Рисунок 4.25 – Технологическая схема производства макаронных изделий из композитной смеси

Все известные риски на предприятиях по производству макаронных изделий делят на три группы: биологические, химические и физические.

Биологические риски включают в себя риски, возникающие в результате действия живых организмов, в том числе микроорганизмов (*Salmonella* и др.), простейших, паразитов и т. д., их токсинов и продуктов жизнедеятельности [129].

Химические риски можно разделить в зависимости от источника происхождения на три группы: (1) ненамеренно попавшие в пищу химикаты; (2) естественно возникающие факторы риска; продукты растительного, животного или микробного метаболизма, например, афлатоксины; (3) намеренно добавляемые в пищу химикаты. Консерванты, кислоты, пищевые добавки, вещества, способствующие облегчению переработки и т. д. [129].

Физические риски связаны с наличием любого физического материала, который в естественном состоянии не присутствует в пищевом продукте, и который может вызвать заболевание или причинить вред лицу, употребившему данный пищевой продукт (стекло, металл, пластик и др.) [129].

Основными элементами функционирования и улучшения системы ХАССП, являются корректирующие действия (КД) и предупреждающие действия (ПД). Их необходимо планировать на основе проведенных технических аудитов, инспекционного обследования, экспертных оценок текущего и прогнозируемого состояния объекта и направлять на устранение причин возникновения несоответствий и потенциальных опасностей [12].

Определение критических контрольных точек и опасных факторов при производстве макаронных изделий проводится согласно ГОСТ Р 51705.4–2001.

На основе наших исследований были предложены макаронные изделия, содержащие пшеничную муку и питьевую воду, дополнительно содержащие гречневую и льняную муку, а также минерально-витаминный комплекс. Разработанная рецептура соответствует актуальным требованиям нутрициологии.

При анализе технологии производства макаронных изделий нового состава нами определено восемь контрольных критических точек (ККТ):

- ККТ 1. Входной контроль продовольственного сырья (муки);
- ККТ 2. Входной контроль тары и упаковка;
- ККТ 3. Хранение продовольственного сырья;
- ККТ 4. Хранение тары и упаковки;
- ККТ 5. Замес, прессование;
- ККТ 6. Процесс сушки;
- ККТ 7. Фасовка;
- ККТ 8. Хранение готовой продукции [12].

Анализ контрольных точек на линии производства макаронных изделий нового композиционного состава представлен в таблицах 4.4–4.9.

Учитываемые опасные факторы и предупреждающие действия при осуществлении входного контроля продовольственного сырья (мука пшеничная высшего сорта, мука гречневая, мука льняная) представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – ККТ 1. Входной контроль продовольственного сырья (муки)

<i>Учитываемый опасный фактор</i>	<i>Предупреждающие действия</i>
Отсутствие сопроводительных документов	Контроль ИЦ (испытательного центра), при отсутствии ставится в известность поставщик
Металломагнитная примесь	Производственный контроль, подача сырья только после разрешения ИЦ
Вредители хлебных запасов	Механическая очистка, ежемесячный мониторинг по наличию зараженности
Птицы, грызуны и отходы их жизнедеятельности	Своевременное проведение дезинсекции, дератизации, контроль
Посторонние предметы	Соблюдение требований инструкции по предотвращению попадания посторонних предметов, схемы входного и производственного контроля

Учитываемые опасные факторы и предупреждающие действия при осуществлении входного контроля тары и упаковка представлены в таблице 4.5.

Учитываемые опасные факторы и предупреждающие действия при хранении продовольственного сырья представлены в таблице 4.6.

Учитываемые опасные факторы и предупреждающие действия при хранении тары и упаковка представлены в таблице 4.7.

Таблица 4.5 – ККТ 2. Входной контроль тары и упаковка

<i>Учитываемый опасный фактор</i>	<i>Предупреждающие действия</i>
Отсутствие сопроводительных документов	Контроль ИЦ, при отсутствии ставится в известность поставщик
Птицы, грызуны и отходы их жизнедеятельности	Контроль ИЦ, при обнаружении принятие дальнейшего решения (схема входного и производственного контроля)
Посторонние предметы	Соблюдение требований инструкции по предупреждению попадания посторонних предметов схемы входного и производственного контроля
Наличие пыли	Механическая очистка, соблюдение санитарной программы

Таблица 4.6 – ККТ 3. Хранение продовольственного сырья

<i>Учитываемый опасный фактор</i>	<i>Предупреждающие действия</i>
Вредители хлебных запасов	Механическая очистка, ежемесячный мониторинг по наличию зараженности
Птицы, грызуны и отходы их жизнедеятельности	Контроль ИЦ, при обнаружении принятие дальнейшего решения (схема входного и производственного контроля)
Посторонние предметы	Соблюдение требований инструкции по предупреждению попадания посторонних предметов схемы входного и производственного контроля
Срок хранения / годности	Визуальная оценка, акт забраковки, принятие дальнейшего решения
Наличие микроорганизмов: БГКП, дрожжи, КМАФАнМ	Проверка по производственной программе. Соблюдение санитарных требований и норм при хранении
Наличие пыли	Механическая очистка, соблюдение санитарной программы

Таблица 4.7 – ККТ 4. Хранение тары и упаковки

<i>Учитываемый опасный фактор</i>	<i>Предупреждающие действия</i>
Температура и относительная влажность окружающей среды при хранении	Соблюдение требований к условиям хранения
Птицы, грызуны и отходы их жизнедеятельности	Своевременное проведение дезинсекции, дератизации, контроль
Атмосферные осадки	Ежесменный визуальный осмотр, проведение своевременных ремонтных работ
Срок хранения/годности	Соблюдение условий хранения
Наличие пыли	Механическая очистка, соблюдение санитарной программы
Наличие микроорганизмов: БГКП, дрожжи, КМАФАнМ	Проверка по производственной программе; Соблюдение санитарных требований и норм при хранении

Учитываемые опасные факторы и предупреждающие действия при фасовке готовой продукции (принятие решения о виде, форме фасовки, проверка качества

упаковки, проверка веса единичной упаковки, отпуск на склад) представлены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – ККТ 7. Фасовка

<i>Учитываемый опасный фактор</i>	<i>Предупреждающие действия</i>
Массовая доля влаги	Соблюдение технологических параметров, контроль со стороны ИЦ
Металломагнитная примесь	Производственный контроль, подача сырья только после разрешения ИЦ
Посторонние предметы	Соблюдение требований инструкции по попаданию посторонних предметов в схемы входного и производственного контроля
Смывы	Соблюдение санитарных требований и норм при хранении

При замесе и прессовании макаронного теста (ККТ 5 «Замес, прессование») единственным учитываемым опасным фактором является массовая доля влаги. Предупреждающим действием этого фактора служит соблюдение технологических параметров, контроль со стороны ИЦ.

При осуществлении процесса сушки макаронных изделий (ККТ 6. «Процесс сушки») существует несколько опасных факторов: массовая доля влаги; температура и относительная влажность окружающей среды при хранении. Предупреждающим действием при выявлении фактора «массовая доля влаги» является соблюдение технологических параметров и контроль со стороны ИЦ, а при опасном факторе «температура и относительная влажность окружающей среды при хранении» является соблюдение требований к условиям хранения.

Учитываемые опасные факторы и предупреждающие действия при хранении готовой продукции представлены в таблице 4.9.

Чтобы уменьшить риск производства продукта ненадлежащего качества необходимо учитывать требования ТР ТС 021/2011 при производстве, а также выполнять следующие рекомендации.

Мука (пшеничная, гречневая, льняная) должна соответствовать органолептическим и физико-химическим показателям. Порядок и периодичность контроля за содержанием токсичных элементов, микотоксинов, нитратов, радионуклидов, ГМО, вредной примеси, пестицидов, зараженности и

загрязненности в муке устанавливает изготовитель в программе производственного контроля, утвержденной уполномоченными органами в установленном порядке. Все дополнительное сырье подвергают входному контролю на соответствие сопроводительным документам и требованиям нормативной и технической документации [12].

Таблица 4.9 – ККТ 8. Хранение готовой продукции

<i>Учитываемый опасный фактор</i>	<i>Предупреждающие действия</i>
Отсутствие сопроводительных документов	Ставится в известность ИЦ
Массовая доля влаги	Направление на сушку (схема входного и производственного контроля)
Температура и относительная влажность окружающей среды при хранении	Соблюдение требований к условиям хранения
Пыль, в том числе зерновая	Соблюдение санитарных требований, условий хранения
Металломагнитная примесь	Производственный контроль, подача сырья только после разрешения ИЦ
Вредители хлебных запасов	Механическая очистка, ежемесячный мониторинг по наличию зараженности
Птицы, грызуны и отходы их жизнедеятельности	Своевременное проведение дезинсекции, дератизации, контроль
Посторонние предметы	Соблюдение требований инструкции по попаданию посторонних предметов в схемы входного и производственного контроля
Атмосферные осадки	Ежесменный, ежемесячный визуальный осмотр
Срок хранения/годности	Срок хранения/годности
Наличие микроорганизмов: БГКП, дрожжи, КМАФАнМ	Проверка по производственной программе
Повышение ОМЧ в воздухе	Механическая очистка, соблюдение санитарной программы
Смывы	Соблюдение санитарных требований и норм при хранении

Вода должна быть прозрачной, без посторонних запахов, не содержать органических примесей; для замеса макаронного теста можно использовать питьевую воду в соответствии требованиям СанПиН 2.1.4.1074–01.

Упаковочные материалы должны быть:

- разрешены для контакта с пищевыми продуктами;
- обладать свойствами, обеспечивающими сохранность продукции в процессе хранения, перевозки и реализации в течение установленного срока годности продукции при соблюдении установленных режимов;

– не изменять показатели качества и органолептические свойства продукта [12].

В результате разработки и внедрения предупреждающих действий гарантируется безопасность макаронных изделий. Риск возникновения возможной опасности значительно снижается, т.к. своевременное принятие решений на возникновение опасности и предотвращение ее распространения по заранее разработанной программе [12].

4.6. Разработка учебно-исследовательского комплекса «Имитатор работы автоматизированной линии производства макаронных изделий»

Сотрудниками компании НПП «Учтех-Профи» совместно с сотрудниками и аспирантами кафедры «Прикладная биотехнология» ЮУрГУ (НИУ) был разработан учебно-исследовательский комплекс «Имитатор работы автоматизированной линии производства макаронных изделий», который является неотъемлемой частью в образовательной деятельности моделированного обучения [18].

Комплекс позволяет: моделировать и виртуально тестировать на компьютерном имитаторе-тренажере оптимальные режимы работы автоматизированной производственной линии с целью повышения ее энергоэффективности и увеличения производительности, а также понижения себестоимости продукции; накапливать полученные в ходе лабораторных и исследовательских работ данные, производить их обработку и систематизацию; изучать производственные участки работы автоматизированной линии (прием и сортировка сырья; подготовка сырья; замес теста; прессование теста; формование; сушка; охлаждение (нормализация); сортировка и упаковка; контроль качества продукции) [18].

В состав комплекса входит: действующая физическая модель производственного участка, программно-аппаратный комплекс – имитатор-тренажер работы автоматизированной линии производства макаронных изделий.

Действующая физическая модель производственного участка включает в себя:

- оборудование для подготовки муки;
- оборудование для прессования макарон;
- оборудование для сушки макаронных изделий;
- оборудование для контроля качества макаронных изделий.

В программно-аппаратный комплекс «имитатор-тренажер работы автоматизированной линии производства макаронных изделий» входят:

1. Предустановленное специализированное программное обеспечение «Моделирование качественных показателей макаронного теста», предназначенное для выполнения следующих функций:

- автоматический выбор типа замеса теста (твердый, средний, мягкий) исходя из ряда факторов (требуемая влажность теста, уровень содержания клейковины в муке, способ сушки изделий, материал матрицы экструдера);

- автоматический расчет необходимого количества воды для замеса исходя из свойств муки (гранулометрический состав, влажность, содержание и качество клейковины), а также типа макаронного пресса (поршневой, шнековый);

- автоматический расчет температуры воды для замеса исходя из требуемой температуры теста;

- автоматическое определение продолжительности и интенсивности замеса теста исходя из ряда факторов (гранулометрический состав муки, требуемая прочность и пластичность сырых макаронных изделий, влажности теста);

- автоматическое определение времени вакуумирования теста исходя из свойств муки (гранулометрический состав, влажность, содержание и качество клейковины);

- автоматическое внесение корректировок в рецептуру макаронного теста исходя из возможных дефектов сырых изделий.

2. Предустановленные электронные плакаты по курсу «Оборудование, процессы и аппараты пищевых производств». Электронные плакаты включают в себя дидактические материалы по всему курсу соответствующего предмета и

содержат рисунки, схемы, определения и таблицы. Электронные плакаты предназначены для демонстрации преподавателем дидактического материала по соответствующему предмету с использованием интерактивной доски, мультимедийного проектора и других компьютерных демонстрационных комплексов.

3. Предустановленное программное обеспечение «Компьютерный имитатор тренажер работы автоматизированной линии производства макаронных изделий» (тип лицензии: коммерческая, срок использования – срок действия исключительного права на программы для ЭВМ), сопряженное с физической моделью пульта управления прессующим оборудованием.

В компьютерном имитаторе-тренажере реализована анимированная 3D модель-симулятор производственной линии, включающая следующие элементы:

1) прессующий комплекс оборудования: узел подготовки муки (опрокидыватель мешков, шнековый транспортер); просеиватель муки; пресс макаронный; пульт управления прессующим комплексом;

2) сушильный комплекс оборудования: пневмотранспортер с укладчиком макарон; сушильная камера; ленточный наклонный транспортер; накопительный бункер стабилизации; ленточный транспортер готовой продукции;

3) фасовочно-упаковочный комплекс: ленточный наклонный транспортер с загрузочным бункером; фасовочно-упаковочная машина; ленточный транспортер упакованной продукции [18].

Программное обеспечение позволяет выводить на экран технологические схемы и анимированные 3D-модели отдельных элементов с целью изучения конструкции деталей и узлов, принципов их действия.

На рисунке 4.26 представлена 3D-модель имитатора работы автоматизированной линии производства макаронных изделий.

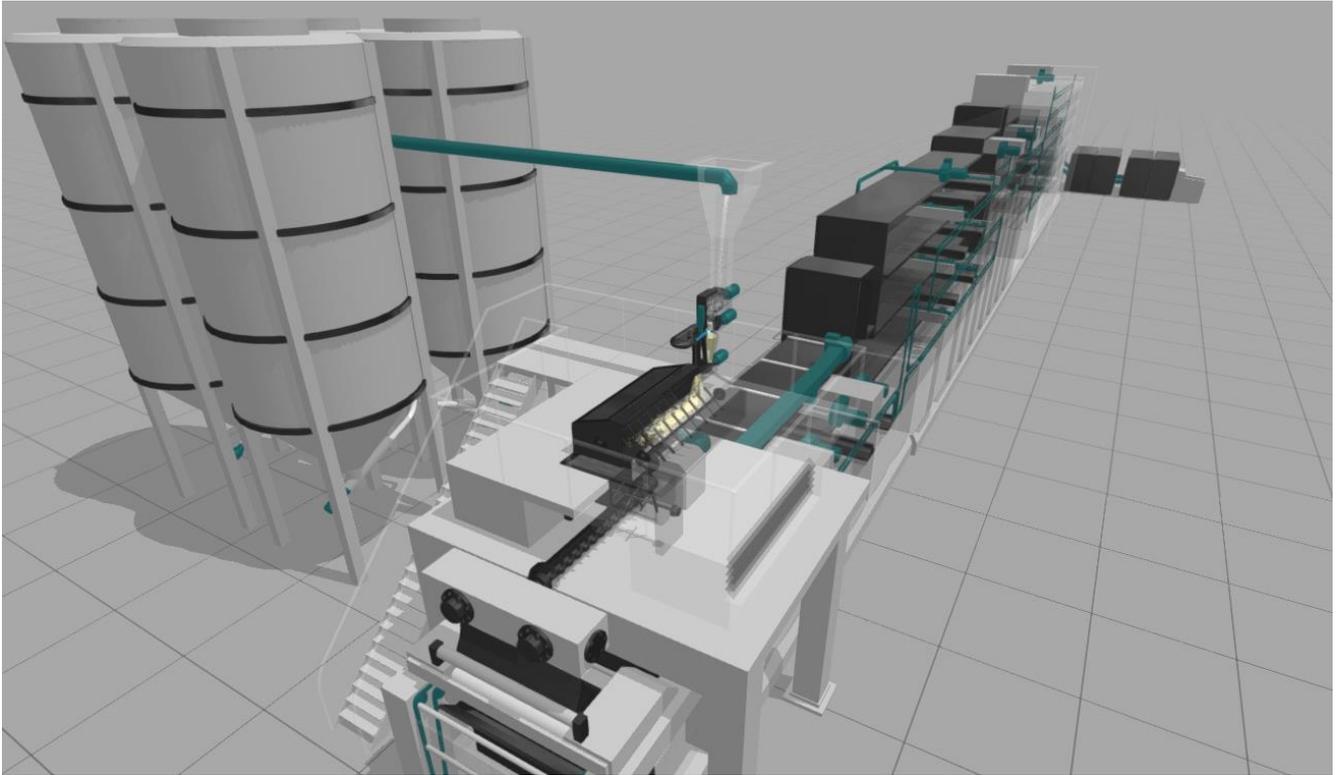


Рисунок 4.26 – 3D-модель отдельных элементов конструкции деталей и узлов

На рисунке 4.27 представлен терминал первой производственной линии макаронных изделий.

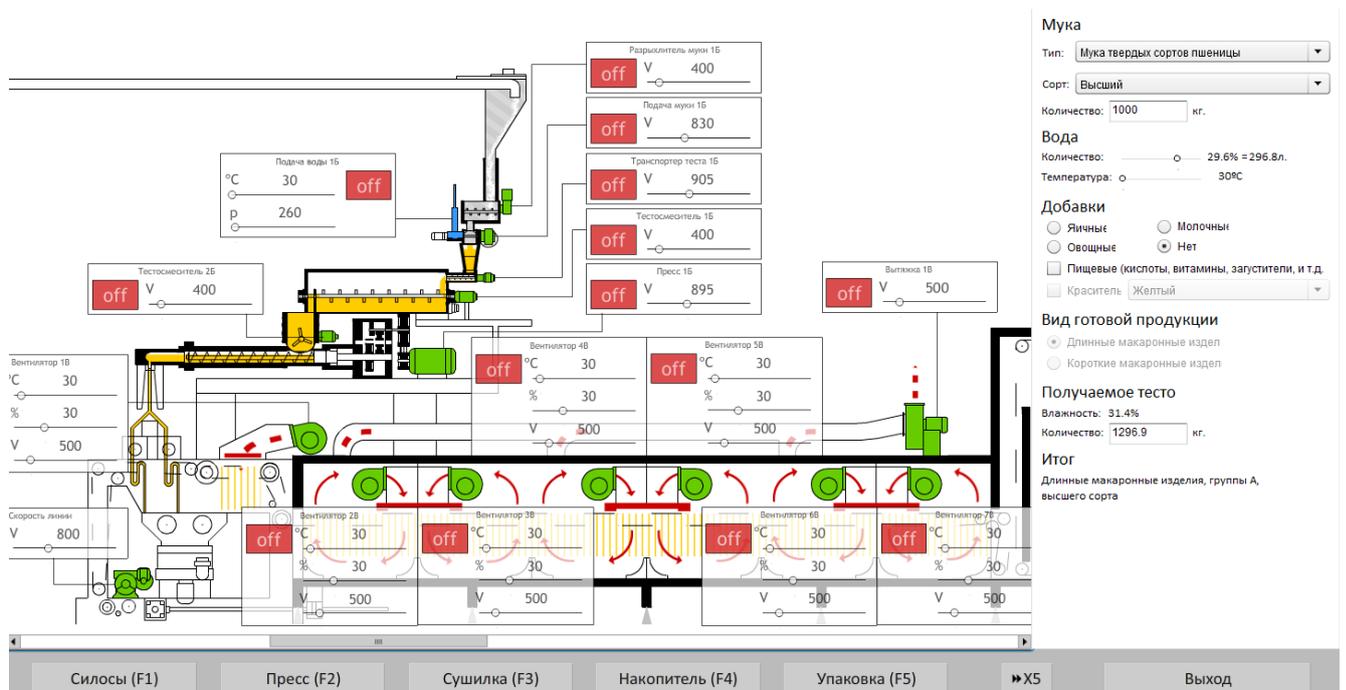


Рисунок 4.27 – Терминал первой производственной линии

На рисунке 4.28 представлен терминал второй производственной линии макаронных изделий.

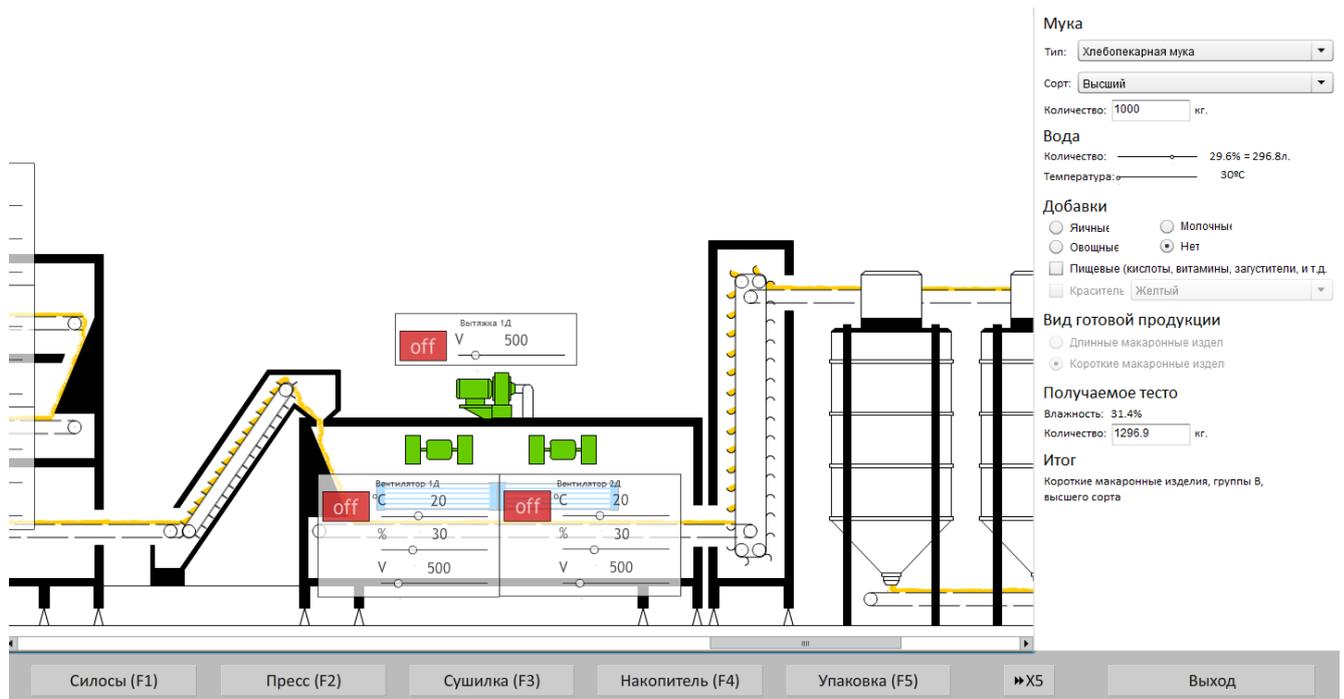


Рисунок 4.28 – Терминал второй производственной линии

Обеспечена возможность настройки различных рабочих параметров линии с учетом качественных характеристик используемого сырья, а также имитация неисправности и отклонение рабочих параметров от заданных в процессе работы линии с целью отработки у оператора навыков их выявления и устранения путем ввода необходимых корректировок в производственный цикл. Виды неисправностей, имитируемых программным обеспечением: отсутствие воды на подаче в камеру смешения макаронного пресса; температура воды отличается от необходимой по технологическому процессу; отсутствие муки на подаче в камеру смешения макаронного пресса; превышение предельно допустимого давления прессования; давление прессования ниже необходимого; выход из строя одного из элементов комплекса.

Программное обеспечение имеет несколько вариантов линий, выбираемых в зависимости от типа выпускаемых макаронных изделий: коротко-резанные, длинно-резанные, фигурные [18].

Глава 5. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА, СОХРАНЯЕМОСТИ И ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИТНОЙ СМЕСИ

5.1. Товароведная оценка качества макаронных изделий из композитной смеси

5.1.1. Органолептические и физико-химические показатели макаронных изделий из композитной смеси

Органолептические и физико-химические показатели макаронных изделий из композитной смеси оценивали на соответствие требованиям ГОСТ Р 54656-2011 и СТО 9149013–001–2016.

Результаты исследования органолептических и физико-химических показателей макаронных изделий из разработанной смеси представлены в таблице 5.1.

В ходе исследования было установлено, что макаронные изделия из композитной смеси характеризовались белым цветом с серым оттенком, имели гладкую поверхность, без шероховатостей, вкусом и запахом, свойственным макаронным изделиям, после варки не слипались. Сохранность формы сваренных изделий составляла 100 %. Незначительно увеличивалось количество сухого вещества, перешедшего в варочную воду – на 0,2 % по сравнению с контрольной пробой, при этом продолжительность варки изделий до готовности не изменялась по сравнению с контролем.

При формировании спроса и эстетических показателей решающую роль играет внешний вид, вкус, запах и цвет, тогда как его пищевая ценность, химический состав большинством потребителей принимаются во внимание лишь во вторую очередь. В качестве метода контроля готовых макаронных изделий была разработана 5-балльная шкала органолептической оценки (Приложение Е).

Профилограмма органолептических показателей макаронных изделий представлена на рисунке 5.1.

Таблица 5.1 – Органолептические и физико-химические показатели качества макаронных изделий из композитной смеси

Наименование показателей	Макаронные изделия:		Требование ГОСТ Р 54656-2011 и СТО 9149013-001-2016
	Контроль	Из композитной смеси	
Цвет	белый	белый, с серым оттенком	соответствующий сорту и виду муки
Состояние поверхности	гладкая, без шероховатостей		гладкая, допускается шероховатость
Излом	стекловидный		стекловидный
Форма	соответствующая типу изделий		соответствующая типу изделий
Вкус	свойственный данному изделию, без постороннего вкуса		свойственный данному изделию, без постороннего вкуса
Запах	свойственный данному изделию, без постороннего запаха		свойственный данному изделию, без постороннего запаха
Состояние изделий после варки	не слипаются	не слипаются	изделия не должны слипаться между собой при варке до готовности
Влажность изделий, %	12,8	12,5	не более 13
Кислотность изделий, град	1,8	1,8	не более 4
Зола, нерастворимая в 10 %-м растворе HCl, %	0,13	0,11	не более 0,2
Сохранность формы сваренных изделий, %	100	100	не менее 100
Металломагнитная примесь, мг на 1 кг продукта	не обнаружено	не обнаружено	не более 3
Сухое вещество, перешедшее в варочную воду, %	5,4	5,6	не более 6

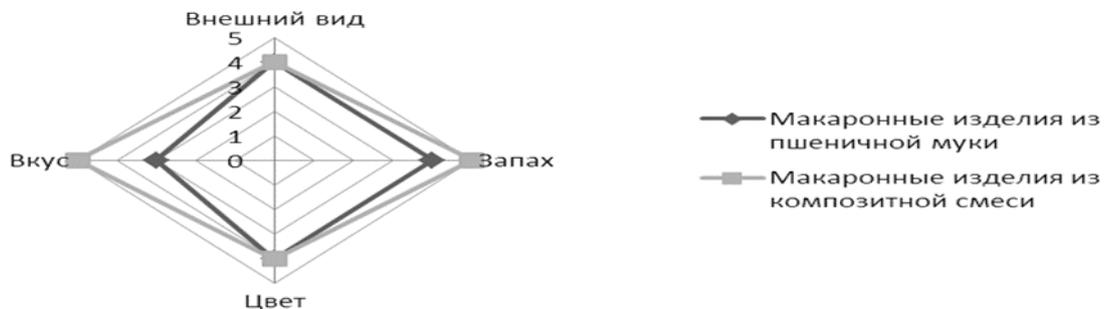


Рисунок 5.1 – Профилограммы органолептических показателей макаронных изделий

Установлено, что макаронные изделия из композитной смеси по органолептическим показателям (вкус, запах) получили более высокие оценки по сравнению с макаронными изделиями из пшеничной муки, что связано с включением в состав композитной смеси гречневой и льняной муки, а именно, включение данных видов муки способствовало приданию готовым изделиям легкого оригинального вкуса – сладковатого с легкой горчинкой. Более выраженный вкус и запах новых изделий по сравнению с прототипом обусловлен химическим составом включаемых добавок, а именно, жирнокислотным составом льняной муки, наличием эфирных масел, органических кислот.

5.1.2. Показатели безопасности макаронных изделий из композитной смеси

Требования к показателям безопасности макаронных изделий регламентируются согласно ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Макаронные изделия из разработанной композитной смеси были исследованы по таким показателям безопасности как токсичные элементы, микотоксины, пестициды, радионуклиды. Полученные данные приведены в таблице 5.2.

Результаты исследований свидетельствуют о соответствии разработанных макаронных изделий требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

5.1.3. Установление сроков хранения макаронных изделий из композитной смеси

В соответствии с МУК 4.2.1847-04 «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов» проведены органолептические, физико-химические и микробиологические исследования макаронных изделий (табл. 5.3, 5.4).

Таблица 5.2 – Показатели безопасности макаронных изделий из композитной смеси согласно ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»

<i>Определяемые показатели</i>	<i>Единицы измерения</i>	<i>Результаты исследований ± погрешность*</i>	<i>Величина допустимого уровня</i>
Токсичные элементы:			
Свинец	мг/кг	менее 0,01	не более 0,5
Кадмий	мг/кг	0,0130±0,0013	не более 0,1
Ртуть	мг/кг	менее 0,0025	не более 0,02
Мышьяк	мг/кг	менее 0,04	не более 0,2
Микотоксины:			
Афлатоксин В1	мг/кг	менее 0,003	не более 0,005
Дезоксиниваленол	мг/кг	менее 0,2	не более 0,7
Зеараленон	мг/кг	менее 0,1	не более 0,2
Т-2 токсин	мг/кг	менее 0,1	не более 0,1
Охратоксин А	мг/кг	менее 0,0004	не более 0,05
Пестициды:			
Гексахлорциклогексан (альфа-, бета-, гамма-изомеры)	мг/кг	менее 0,001	не более 0,5
ДДТ и его метаболиты	мг/кг	менее 0,005	не более 0,02
Гексахлорбензол	мг/кг	менее 0,001	не более 0,01
2,4-Д (кислота, соли, эфиры)	мг/кг	не обнаружено (менее 0,005 мг/кг)	не допускается
Ртутьорганические пестициды	мг/кг	не обнаружено (менее 0,01 мг/кг)	не допускается
Радионуклиды:			
Цезий-137	бк/кг	менее 5	не более 60
Стронций-90	бк/кг	менее 6	не более 30

Примечание: * – уровень оцененной неопределенности соответствует заданным пределам.

Таблица 5.3 – Результаты органолептических и физико-химических исследований макаронных изделий из композитной смеси в процессе хранения

Наименование показателей	Сроки хранения, мес.								
	1	3	6	9	12	15	18	21	24
Цвет	белый, с серым оттенком								
Состояние поверхности	гладкая, без шероховатостей								
Излом	стекловидный								
Форма	соответствующая типу изделий								
Вкус	свойственный данному изделию								
Запах	свойственный данному изделию								
Состояние изделий после варки	не слипаются								
Влажность изделий, %	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,4	12,2	12,2
Кислотность изделий, град	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	2,0	2,3	2,7
Зола, нерастворимая в 10 %-м растворе HCl, %	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Сохранность формы сваренных изделий, %	97	97	97	97	97	97	97	95	94
Металломагнитная примесь, мг на 1 кг продукта	не обнаружено								
Сухое вещество, перешедшее в варочную воду, %	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,8	6,0	6,4

У макаронных изделий из композитной смеси при хранении до 18 месяцев незначительно возросла кислотность – до 2,0 град, сухое вещество, перешедшее в варочную воду, возросло до 5,8 %. При хранении до 24 месяцев кислотность возросла до 2,7 град, сухое вещество, перешедшее в варочную воду, возросло до 6,4 %.

Таблица 5.4 – Результаты микробиологических исследований макаронных изделий из композитной смеси в процессе хранения

Наименование показателей	Допустимые уровни ТР ТС 021/2011*	Сроки хранения, мес.								
		1	3	6	9	12	15	18	21	24
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г, не более	5×10^4	2×10^2	3×10^2	6×10^2	7×10^2	7×10^2	8×10^2	9×10^2	2×10^3	3×10^3
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы), не допускаются в массе продукта (г)	0,1	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,06
Плесени, КОЕ/г, не более	100	7	10	13	19	29	33	46	54	66

Примечание: * – макаронные изделия быстрого приготовления с добавками на растительной основе.

По микробиологическим показателям исследуемые пробы макаронных изделий в течение 24 месяцев хранения соответствовали требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Показатели качества макаронных изделий при хранении не превышали нормы, установленные МУК 4.2.1847-04. На основании изучения органолептических, физико-химических и микробиологических показателей качества в процессе хранения было установлено, что срок хранения макаронных изделий из композитной смеси не должен превышать 18 месяцев.

5.2. Пищевая ценность макаронных изделий

5.2.1. Химический состав и пищевая ценность макаронных изделий из композитной смеси

Рассмотрение химических компонентов продуктов питания необходимо для определения возможности удовлетворения физиологических потребностей организма в них. Соответственно теория адекватного питания рассматривает не только наличие в продуктах полноценных белков, жиров и углеводов, но и поступление всех питательных веществ, включая минеральные вещества и витамины в оптимальных отношениях. Витамины группы В – группа водорастворимых витаминов, играющих большую роль в клеточном метаболизме, без них немыслима правильная работа организма человека. Они являются важнейшими энергетиками, поддерживающими жизнедеятельность клеток мозга и нервной системы, обеспечивающими организму защиту от свободных радикалов и способствующих нормальному обмену веществ, а также преимущественно потребность в них удовлетворяется за счет продуктов растительного происхождения, в разработанных макаронных изделиях определяли их содержание. Fe участвует в процессах кроветворения, нормализует работу щитовидной железы, регулирует иммунитет, участвует в тканевом дыхании. Клетчатка улучшает пищеварительную функцию кишечника, способствует выведению холестерина из организма, уменьшая вероятность возникновения сердечных заболеваний.

По химическому составу гречневая и льняная мука значительно отличаются от пшеничной муки высшего сорта по содержанию функционально значимых пищевых ингредиентов. При производстве макаронных изделий из композитной смеси содержание пищевых ингредиентов возрастает, поэтому представлялось целесообразным изучить химический состав макаронных изделий, а также степень удовлетворения суточной потребности в белках, жирах, углеводах, минеральных веществах и витаминах (табл. 5.5).

В ходе исследования было установлено, что по содержанию белков макаронные изделия из композитной смеси на 38,5 % превышают макаронные изделия из пшеничной муки, по содержанию жиров – на 3,4 %, а по содержанию углеводов уступают на 1,9 %.

Установлено, что содержание клетчатки в макаронных изделиях из композитной смеси (0,71 г/100 г) превышает показатель макаронных изделий из пшеничной муки (0,2 г/100 г) в 3,5 раза.

Содержание макро- и микроэлементов в макаронных изделиях из композитной смеси было относительно высоким по сравнению с макаронными изделиями из пшеничной муки, в частности, по таким показателям как: кальция на 20 %, фосфора – 14 %, магния – 22 %, калия – 41 %, натрия – 47 %, железа – 51 %, цинка – 141 %, меди – 5,4 %, марганца – 4,5 %.

В макаронных изделиях из композитной смеси увеличение содержания витаминов по сравнению с изделиями из пшеничной муки, составило: тиамин – 40 %, рибофлавин – 23 %, пиридоксин – 26 %, никотиновой кислоты – 21 %, токоферола – 10 %.

Проведен расчет процента удовлетворения суточной потребности в макаронных изделиях с учетом потребления в сутки 100 грамм макаронных изделий. Из расчетов следует, что макаронные изделия из композитной смеси удовлетворяют суточную потребность в железе на 15,55 %, витамине В₁ на 16,66 %, витамине В₂ на 8,88 %, витамине В₆ на 14,50 %.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что разработанные макаронные изделия являются обогащенными продуктами с повышенной пищевой ценностью в виду их удовлетворения суточной потребности [20, 106].

Таблица 5.5 – Сравнительный химический состав макаронных изделий, в 100 г

Наименование показателя	Суточная потребность	Макаронные изделия из:		Удовлетворение суточной потребности при употреблении 100 г макаронных изделий из композитной смеси, %
		пшеничной муки	композитной смеси	
Белки, %	65,00	11,12	15,40	23,69
Жиры, %	70,00	0,56	0,57	0,81
Углеводы усвояемые, %	257,00	69,80	68,50	26,65
Клетчатка, %	20,00	0,20	0,71	3,55
Минеральные вещества, мг %				
кальций (Ca)	1000,00	47,42	56,90	5,69
фосфор (P)	800,00	198,25	225,97	28,24
магний (Mg)	400,00	41,31	50,40	12,60
калий (K)	2500,00	302,38	426,20	17,04
натрий (Na)	1300,00	3,19	4,67	0,35
железо (Fe)	18,00	1,85	2,80	15,55
цинк (Zn)	12,00	1,20	2,90	24,16
селен (Se)	0,05	0,002	0,009	18,00
йод (I)	0,15	0,000002	0,000061	0,04
медь (Cu)	1,00	0,37	0,39	39,00
марганец (Mn)	2,00	0,22	0,23	11,50
Содержание витаминов, мг %				
тиамин (B ₁)	1,50	0,18	0,25	16,66
рибофлавин (B ₂)	1,80	0,13	0,16	8,88
пиридоксин (B ₆)	2,00	0,23	0,29	14,50
никотиновая кислота (PP)	20,00	2,16	2,63	13,15
токоферол (E)	15,00	2,13	2,34	15,60
Энергетическая ценность, ккал/кДж	2100,0	311,3/1302,4	323,6/1353,9	15,40

Среднее содержание макро- и микроэлементов, витаминов в макаронных изделиях из композитной смеси соответствует принципам пищевой комбинаторики и МР 2.3.1.2432–08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» [83].

5.2.2. Определение аминокислотного состава белков макаронных изделий из композитной смеси

В целях определения биологической ценности макаронных изделий из композитной смеси исследовали аминокислотный состав белков (табл. 5.6).

Таблица 5.6 – Содержание аминокислот в макаронных изделиях из композитной смеси, мг/100

Наименование аминокислоты	Макаронные изделия из:			
	пшеничной муки		композитной смеси	
	сухие	сваренные	сухие	сваренные
Аспарагиновая	506	210	560	260
Глутаминовая	2890	1510	2885	1512
Серин	480	240	492	269
Глицин	350	190	375	201
Гистидин	295	140	312	146
Треонин	401	205	414	218
Аланин	596	313	619	317
Пролин	450	215	455	219
Аргинин	1010	607	1009	616
Тирозин	370	168	297	173
Валин	902	449	952	462
Метионин	150	80	166	95
Цистин	195	85	187	98
Изолейцин	550	206	545	207
Лейцин	854	459	857	471
Фенилаланин	503	248	504	259
Триптофан	110	70	115	74
Лизин	390	202	412	221
Сумма, г	11,002	5,597	11,156	5,818

Из полученных данных было установлено, что содержание отдельных аминокислот в сваренных макаронных изделиях из композитной смеси превышает содержание аминокислот в контроле: аланина – на 1,3 %; аргинина – на 1,5 %; аспарагина – на 24,0 %; валина – на 3,0 %; гистидина – на 4,0 %; глицина – на 6,0 %; лейцина – на 2,6 %; лизина – на 9,4 %; метионина – на 19,0 %; пролина – на

2,0 %; серина – на 12,0 %; тирозина – на 3,0 %; треонина – на 6,4 %; триптофана – на 5,5 %; фенилаланина – на 4,5 %; цистина – на 15,0 %.

Глава 6. ОБОСНОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИТНОЙ СМЕСИ И ОЦЕНКА ИХ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ

6.1. Анализ себестоимости и рекомендуемой цены реализации макаронных изделий из композитной смеси конечному потребителю

Производство данной продукции зачастую предполагает использование при изготовлении продукта новых нетрадиционных видов сырья, поэтому стоимость новых продуктов может значительно измениться по сравнению с существовавшими ранее аналогами. Применение композитной смеси при производстве макаронных изделий сопряжено с изменению себестоимости их производства и цены готовых изделий. Соответственно, при проведении исследований были рассчитаны расходы (см. Таблицу 6.1) на производство 1 тонны макаронных изделий из композитной смеси. Для определения цены использовался метод «Средние издержки плюс прибыль» (см. Таблицу 6.2) [10].

Таблица 6.1 – Калькуляция себестоимости 1 тонны макаронных изделий

<i>Статьи затрат</i>	<i>Макаронные изделия из композитной смеси</i>	<i>Контрольный образец</i>
	на 1 т, руб.	на 1 т, руб.
Сырье и основные материалы за вычетом возвратных отходов	26284,00	17630,00
Тара и упаковка	1102,70	1102,70
Транспортно-заготовительные расходы	1507,52	980,50
Топливо и энергия на технологические цели	1156,64	1156,64
Итого: материальные затраты	30050,86	20869,84
Затраты на оплату труда основных производственных рабочих	370,45	370,45
Отчисления в социальные фонды	110,50	110,50
Общепроизводственные расходы	1950,80	1950,80
Общехозяйственные расходы	1295,30	1295,30
Итого: производственная себестоимость	33777,91	24596,89
Коммерческие расходы	1703,78	1337,64
Всего: полная себестоимость	35481,69	25934,53

Таблица 6.2 – Расчет цены продукции по методу «Средние издержки плюс прибыль» за 1 тонну

<i>Статьи затрат</i>	<i>Макаронные изделия из композитной смеси</i>	<i>Контрольный образец</i>
Полная себестоимость, руб.	35481,69	25934,53
Норматив рентабельности, %	15	15
Прибыль, руб.	5322,25	3890,17
Отпускная цена, руб.	40803,94	29824,70
НДС, руб.	4080,39	2982,47
Отпускная цена с НДС, руб.	44884,33	32807,17
Отпускная цена с НДС 1 кг изделий, руб.	44,88	32,80

В результате исследования было выявлено, что отпускная цена разработанных изделий с НДС за 1 кг продукции превышает контрольный образец, при производстве которого используется только пшеничная мука высшего сорта на 36,8 % [10].

6.2. Интегральный показатель качества макаронных изделий из композитной смеси и расчет конкурентоспособности

Для проведения контроля качества товаров обычно учитываются базовые показатели, в качестве которых выбираются показатели, принимаемые за исходную (эталонную) величину. Базовые показатели для пищевых продуктов указаны в нормативных документах. Каждый конкретный базовый показатель характеризует лишь одно из свойств товара, поэтому для комплексной всесторонней оценки качества товаров необходимо использовать интегральный показатель J , рассчитываемой по формуле (6.1) как отношение качества товара к цене:

$$J = \frac{\sum \frac{q_i}{q_{0i}}}{n \cdot \frac{p}{p_0}} \quad (6.1)$$

где q_i – содержание i -го вещества в изучаемом продукте, г в 100 г продукта;
 q_{0i} – среднее содержание i -го вещества в аналогичных товарах, г в 100 г продукта;
 n – число сравниваемых характеристик;
 p – цена 100 г изучаемого товара, руб.;
 p_0 – средняя цена 100 г аналогичного товара, руб.

Отметим, что увеличение числа отдельных показателей пищевой ценности и качества (минеральные вещества, витамины и т. п.) в маркировке товара обуславливает более объективную оценку интегрального показателя качества. В Таблице 6.3 приведены показатели, которые необходимы для расчета интегрального показателя качества.

Таблица 6.3 – Показатели макаронных изделий для расчета интегрального показателя качества

Наименование показателя	Макаронные изделия из:	
	пшеничной муки	композитной смеси
Белки, %	11,12	15,40
Жиры, %	0,56	0,57
Углеводы усвояемые, %	69,80	68,50
Клетчатка, %	0,20	0,71
кальций (Ca)	47,42	56,90
фосфор (P)	198,25	225,97
магний (Mg)	41,31	50,40
калий (K)	302,38	426,20
натрий (Na)	3,19	4,67
железо (Fe)	1,85	2,80
цинк (Zn)	1,20	2,90
селен (Se)	0,002	0,009
йод (I)	0,000002	0,000061
медь (Cu)	0,37	0,39
марганец (Mn)	0,22	0,23
тиамин (B ₁)	0,18	0,25
рибофлавин (B ₂)	0,13	0,16
пиридоксин (B ₆)	0,23	0,29
никотиновая кислота (PP)	2,16	2,63
токоферол (E)	2,13	2,34
Цена, руб. за 100г	3,28	4,48

На основании представленных выше данных рассчитаем интегральный показатель качества, в долях (табл. 6.4).

Таблица 6.4 – Результаты расчета интегрального показателя качества макаронных изделий

Наименование продукта	Значение интегрального показателя качества, в долях
Макаронные изделия из композитной смеси	1,05
Контрольный образец	0,91

Из расчетов видно, что значения интегрального показателя качества макаронных изделий из композитной смеси составляет 1,05. Этот факт означает, что цена макаронных изделий из композитной смеси соответствует их качеству и они обладают потребительскими свойствами близкими к оптимальным. Значение интегрального показателя качества контрольного образца составляет 0,91, т.е. цена данных образцов соизмерима с их качеством [5].

Методика сравнительной оценки качественных и стоимостных параметров изделия применяется для анализа конкурентоспособности товара и даёт возможность выбора товара с наибольшей степенью соответствующего конкурентным условиям целевого рынка.

Показатель конкурентоспособности определяется по формуле:

$$K = I_{\text{ТЕХ}}/I_{\text{ЭКОН}}, \quad (6.2)$$

где K – показатель конкурентоспособности;
 $I_{\text{ТЕХ}}$ – сводный индекс технических параметров изделия;
 $I_{\text{ЭКОН}}$ – сводный индекс экономических параметров изделий.

Если $K > 1$, то товар превосходит по конкурентоспособности образец, а если $K < 1$, то товар уступает образцу.

Сводный индекс технических параметров определяется по формуле

$$I_{\text{ТЕХ}} = \frac{\sum A_{i\text{оп}} \cdot b_i}{\sum A_{i\text{контр}} \cdot b_i}, \quad (6.3)$$

где $A_{i\text{оп}}$ – показатель технического критерия товара, который сравнивается с эталонным;
 $A_{i\text{контр}}$ – показатель технического критерия контрольного товара;
 b_i – коэффициент значимости параметра.

Сводный индекс экономических параметров определяется по формуле:

$$I_{\text{ЭКОН}} = C_{\text{пр}}/C_{\text{кон}}, \quad (6.4)$$

где $C_{\text{пр}}$ – цена реализации разрабатываемого изделия, руб.;
 $C_{\text{кон}}$ – цена реализации контрольного изделия, руб.

Показатели конкурентоспособности разработанных макаронных изделий приведены в Таблице 6.3.

Рассмотрев полученные результаты, выявили, что показатель конкурентоспособности разработанных макаронных изделий из композитной смеси больше единицы, соответственно изделия превосходят по техническим

параметрам и конкурентоспособности контрольный образец, это говорит о возможном спросе у потребителей.

Таблица 6.3 – Показатели конкурентоспособности макаронной продукции

<i>Показатели</i>	<i>Макаронные изделия из композитной смеси</i>	<i>Контрольный образец</i>
Отпускная цена с НДС, руб. за 1 кг	44,88	32,80
Сводный индекс технических параметров	1,47	1,00
Сводный индекс экономических параметров	1,36	1,00
Интегральный коэффициент	1,08	1,00

Чтобы уточнить интегральный показатель конкурентоспособности новых видов макаронных изделий из композитной смеси был проведен мониторинг цен на существующие макаронные изделия с добавками (анализировали отпускные цены производителей, без оптовых и розничных наценок торговых посредников) [10]. Результаты исследования приведены в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Отпускные цены производителей

<i>Производитель продукции</i>	<i>Используемые добавки</i>	<i>Цена за 1 кг</i>
«Макфа» (Россия)	гречневая мука	92,32 руб.
«Рондапродукт» (Россия)	полба	270 руб.
«Ешь ЗдорОво» (Россия)	кукурузно-амарантовая мука	400 руб.
«Гурмайор» (Россия)	петрушка и чеснок	157,20 руб.
«Гурмайор» (Россия)	экстракт зеленого чая	228 руб.
«Гурмайор» (Россия)	шиповник	264 руб.
«Гурмайор» (Россия)	мука льняная, пшеничная клетчатка	360 руб.
«Беловодье» (Россия)	ячменная мука	440 руб.
«Беловодье» (Россия)	овсяная мука	340 руб.
«Макмастер» (Россия)	крахмал кукурузный, крахмал кукурузный набухающий, клюква, брусника, черная смородина	186 руб.
«Мак-Вар» (Украина)	льняной шрот	73,80 руб.
«Мак-Вар» (Украина)	семена тыквы	76,20 руб.

Продолжение Таблицы 6.4

<i>Производитель продукции</i>	<i>Используемые добавки</i>	<i>Цена за 1 кг</i>
«Tarall'ORO» (Италия)	базилик	1056 руб.
«La Molisana» (Италия)	чернила каракатицы	424 руб.
«Pasta Zara» (Италия)	томаты и шпинат	290 руб.
«Antico Pastificio Morelli» (Италия)	белые грибы	956 руб.
«Marabotto» (Италия)	шпинат, перец	888 руб.
«Alce Nero» (Италия)	крапива	616 руб.
«Felicia Bio» (Италия)	кукурузная, рисовая, гречневая мука и мука киноа	990 руб.
«EURO-NAT» (Франция)	куркума и мак	1168 руб.

Как видно из таблицы 6.4, минимальная цена на макаронные изделия с использованием добавок составляет 73,80 руб. («Мак-Вар» (Украина)), что на 65 % превышает стоимость разработанных нами макаронных изделий из композитной смеси, максимальная цена – 1168 руб. («EURO-NAT» (Франция)), больше на 2502 % [10].

Проведенные экономические расчеты показали целесообразность использования макаронных изделий из композитной смеси.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность применения гречневой и льняной муки и минерально-витаминного комплекса в производстве обогащенных биологически активными веществами макаронных изделий, одновременно характеризующихся высокими качественными показателями.

1. Проведены исследования потребительских предпочтений и мотиваций на потребительском рынке макаронных изделий в городе Челябинске. Установлено, что:

– макаронные изделия являются популярным продуктом питания, из 1368 респондентов 99,12 % употребляют макаронные изделия;

– 74,26 % (79,92 % мужчин и 68,46 % женщин) участвующих в маркетинговых исследованиях считают, что за счет употребления макаронных изделий можно улучшить качество питания;

– 86,40 % (91,88 % мужчин и 80,80 % женщин) из числа опрошенных респондентов хотели бы употреблять макаронные изделия, способствующие профилактике заболеваний;

– 94,02 % мужчин и 86,61 % женщин хотели бы употреблять макаронные изделия, обладающие высокой пищевой и биологической ценностью;

– макаронных изделий с добавками в гипермаркетах г. Челябинска незначительно, их удельный вес колеблется от 4,17 % (гипермаркет «Магнит») до 6,67 % (гипермаркет «Ашан»).

2. Проведен сравнительный анализ растительных компонентов, используемых в композитной смеси. Установлено, что гречневая и льняная мука превосходит пшеничную муку высшего сорта по таким важным показателям, как витамины группы В: В₁ в льняной муке составляет 1,80 мг/100 г, что на 90,6 % больше, чем в пшеничной муке высшего сорта, содержание В₂ в гречневой и льняной муке одинаково, оно составляет 0,18 мг/100 г, что на 77,7 % больше, чем в пшеничной муке высшего сорта. Показатели содержания минеральных веществ в гречневой и льняной муке значительно превосходят показатели пшеничной

муки высшего сорта, а именно: содержание Fe в гречневой муке составляет 4000,00 мг/100 г, что на 70 % превышает показатели пшеничной муки высшего сорта; содержание Zn в льняной муке составляет 4800,00 мг/100 г, что на 85 % превышает показатели пшеничной муки высшего сорта; содержание Mg в льняной муке составляет 431,00 мг/100 г, что на 96 % превышает показатели пшеничной муки высшего сорта.

С помощью математической обработки данных было выявлено оптимальное соотношение муки пшеничной – 86–90 %, муки гречневой – 8–10 %, муки льняной – 2–4 %. Данный результат показал пять мер сравнения, что свидетельствует об адекватности полученных данных.

Экспериментально установлено, что при использовании минерально-витаминного комплекса в количестве 0,1 %, в макаронных изделиях значительно увеличилось содержание витаминов и микроэлементов: B₁ – на 13,6 %, B₂ – 166 %, B₆ – 38 %, Fe – 86,6 %, Zn – 262,5 %.

3. Экспериментально установлено изменение реологических свойств макаронного теста из композитной смеси по сравнению с тестом из пшеничной муки. В ходе исследования было определено, что время релаксации теста из композитной смеси составляет 210 с, что на 10 % меньше по сравнению с показателями контрольной пробы. Скорость прессования макаронных изделий из композитной смеси при влажности 30,0–31,0 % превосходит показатели макаронных изделий из пшеничной муки на 10–10,8 %. Полученные данные свидетельствуют, что разработанная композитная смесь соответствует технологическому регламенту производства макаронных изделий.

4. Предложен комплекс мероприятий по обеспечению пищевой безопасности. Для достижения этой цели была предложена система ХАССП. При анализе технологии производства макаронных изделий из композитной смеси было определено восемь контрольных критических точек.

5. Разработан учебно-исследовательский комплекс «Имитатор работы автоматизированной линии производства макаронных изделий», который

является неотъемлемой частью в образовательной деятельности моделированного обучения.

6. Проведены исследования показателей качества, сохраняемости и пищевой ценности макаронных изделий с улучшенными потребительскими свойствами. По таким показателям безопасности как токсичные элементы, микотоксины, пестициды, радионуклиды макаронные изделия из композитной смеси соответствуют требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Установлен срок хранения макаронных изделий из композитной смеси – 18 месяцев.

Установлено, что пищевая ценность макаронных изделий из композитной смеси превышает пищевую ценность изделий из пшеничной муки по показателям витаминной (тиамина на 40 %, рибофлавина – 23 %, пиридоксина – 26 %, никотиновой кислоты – 21 %, токоферола – 10,0 %), минеральной (кальция на 20 %, фосфора – 14 %, магния – 22 %, калия – 41 %, натрия – 47 %, железа – 51 %, цинка – 141 %, меди – 5,4 %, марганца – 4,5 %), биологической (аспарагина на 24 %, серина – 12 %, цистина – 15 %, триптофана – 5,5 %, лизина – 9,4 %) ценности и содержанию клетчатки в 3,5 раза.

При употреблении 100 грамм макаронных изделий из композитной смеси установлено удовлетворение суточной потребности в железе на 15,55 %, витамине В₁ на 16,66 %, витамине В₂ на 8,88 %, витамине В₆ на 14,50 %. Таким образом, можно сделать вывод о том, что разработанные макаронные изделия являются обогащенными продуктами с повышенной пищевой ценностью в виду их удовлетворения суточной потребности.

7. Расчет экономической эффективности производства макаронных изделий из композитной смеси показал, что отпускная цена разработанных изделий с НДС за 1 кг продукции превышает контрольный образец, при производстве которого используется только пшеничная мука высшего сорта, на 36,8 %. Однако такая цена компенсируется за счет высокой пищевой и биологической ценности данных изделий. Макаронные изделия из композитной смеси превосходят по техническим

параметрам и конкурентоспособности контрольный образец, это говорит о возможном спросе у потребителей.

Разработан и утвержден пакет нормативной и технической документации на макаронные изделия из композитной смеси (СТО, ТИ). Проведена промышленная апробация новых макаронных изделий из композитной смеси на промышленной технологической площадке ООО «Рант» (г. Челябинск); выпущены и реализованы опытные партии продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аптрахимов, Д. Р. Анализ показателей ассортимента макаронных изделий, реализуемых в гипермаркетах города Челябинска / Д. Р. Аптрахимов, М. Б. Ребезов // Проблемы и приоритеты развития науки в XXI веке : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (30 декабря 2017 г.). – Смоленск : МНИЦ «Наукосфера», 2017. – С. 10-12.

2. Аптрахимов, Д. Р. Анализ рынка макаронных изделий в Российской Федерации / Д. Р. Аптрахимов, М. Б. Ребезов // Актуальные проблемы производства продуктов питания: состояния и перспективы развития : материалы Междунар. науч.-практ. конф. посвящ. 75-летию чл.-кор. КазАСХН, д. т. н., проф. Е.Т. Тулеуова. – Семей : Гос. ун-т им. Шакарима. – 2017. – С. 243-248.

3. Аптрахимов, Д. Р. Влияние гречневой и льняной муки на качество макаронных изделий / Д. Р. Аптрахимов, М. Б. Ребезов, Ф. Х. Смольникова // Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продуктов питания : материалы Всерос. науч.-практ. конф. (17 мая 2017 г.) – Курган : Курган. ГСХА, 2017. – С. 20–23.

4. Аптрахимов, Д. Р. Инновационные макаронные изделия / Д. Р. Аптрахимов // Качество продукции, технологий и образования : материалы XI Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 10-летию каф. стандартизации, сертификации и технологии продуктов питания / [редкол.: Н. И. Барышникова (отв. ред.)]. – Магнитогорск : ИЦ МГТУ им. Г. И. Носова, 2016. – С. 85–87.

5. Аптрахимов, Д. Р. Интегральный показатель качества макаронных изделий из композитной смеси / Д. Р. Аптрахимов // Роль и значение науки и техники для развития современного общества : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (26 ноября 2018 г, г. Волгоград). – Уфа : ОМЕГА САЙНС, 2018. – Т. 1. – С. 46–48.

6. Аптрахимов, Д. Р. К вопросу о потребительских предпочтениях макаронных изделий / Д. Р. Аптрахимов, М. Б. Ребезов, Ф. Х. Смольникова // Техника. Технологии. Инженерия. – 2016. – № 1. – С. 54–57.

7. Аптрахимов, Д. Р. Минерально-витаминный комплекс (премикс) для обогащения макаронных изделий / Д. Р. Аптрахимов, М. Б. Ребезов // Инновационные подходы и технологии для повышения эффективности производств в условиях глобальной конкуренции : конф., посвящ. памяти чл.-кор. КазАСХН, д. т. н., проф. Е. Т. Тулеуова (1 марта 2016 г.). – Семей : Гос. ун-т им. Шакарима. – 2016. – С. 520–522.

8. Аптрахимов, Д. Р. Обзор рынка макаронных изделий / Д. Р. Аптрахимов, М. Б. Ребезов // Современное бизнес-пространство: актуальные проблемы и перспективы. – 2014. – № 2 (3). – С. 116–118.

9. Аптрахимов, Д. Р. Обоснование оптимального соотношения компонентов для производства макаронных изделий / Д. Р. Аптрахимов, М. Б. Ребезов // Современное исследование основных направлений гуманитарных и естественных наук : материалы междунар. науч.-практ. конф. (3 марта 2017 г.). – Казань : Казанский кооперативный институт, 2017. – Т. 1. – С. 362–367.

10. Аптрахимов, Д. Р. Обоснования экономической эффективности производства макаронных изделий из композитной смеси / Д. Р. Аптрахимов, М. Б. Ребезов // Продовольственная безопасность в контексте новых идей и решений : материалы междунар. науч.-практ. конф. (10 марта 2017 г.). – Семей : Гос. ун-т им. Шакарима, 2017. – Т. 2. – С. 57–59.

11. Аптрахимов, Д. Р. Потребительские предпочтения макаронных изделий студентами / Д. Р. Аптрахимов, М. Б. Ребезов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 4/7 (46). – С. 128–131.

12. Аптрахимов, Д. Р. Разработка мероприятий по обеспечению безопасности производства макаронных изделий / Д. Р. Аптрахимов, М. Р. Мардар, Ф. Х. Смольникова // АПК России. – 2016. – Т. 23, № 2. – С. 453–458.

13. Аптрахимов, Д. Р. Региональное изучение потребительских предпочтений макаронных изделий (на примере г. Челябинска) / Д. Р. Аптрахимов, М. Б. Ребезов // АПК России. – 2016. – Т. 23, № 5. – С. 996–1002.

14. Аптрахимов, Д. Р. Результаты исследования разработанных макаронных изделий / Д. Р. Аптрахимов // Качество продукции, технологий и образования :

материалы XI Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 10-летию каф. стандартизации, сертификации и технологии продуктов питания / [редкол.: Н. И. Барышникова (отв. ред.)]. – Магнитогорск : ИЦ МГТУ им. Г. И. Носова, 2016. – С. 47–49.

15. Аптрахимов, Д. Р. Реологические свойства макаронного теста и сваренных макаронных изделий / Д. Р. Аптрахимов, М. Б. Ребезов, Ф. Х. Смольникова // АПК России. – 2016. – Т. 23, № 4. – С. 845–851.

16. Аптрахимов, Д. Р. Совершенствование технологии макаронных изделий с добавлением растительного сырья (патентный поиск) / Д. Р. Аптрахимов, М. Б. Ребезов, Ф. Х. Смольникова // Молодой ученый. – 2015. – № 13. – С. 90–92.

17. Аптрахимов, Д. Р. Сравнительная характеристика растительных компонентов разработанных макаронных изделий / Д. Р. Аптрахимов, М. Б. Ребезов, Ф. Х. Смольникова // Молодой ученый. – 2016. – № 21. – С. 111–114.

18. Аптрахимов, Д. Р. Учебный комплекс «Имитатор работы автоматизированной линии производства макаронных изделий» / Д. Р. Аптрахимов, В. И. Боган // Педагогика высшей школы. – 2015. – № 3. – С. 57–60.

19. Аптрахимов, Д. Р. Формирование минерально-витаминной ценности макаронных изделий / Д. Р. Аптрахимов, М. Б. Ребезов // Трансляционная медицина : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (17 декабря 2017 г). – Орел : ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», 2017. – № 2. – С. 9–11.

20. Аптрахимов, Д. Р. Химический состав и пищевая ценность макаронных изделий из композитной смеси / Д. Р. Аптрахимов // Проблемы и перспективы развития науки в России и мире : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (25 ноября 2018 г, г. Волгоград). – Уфа : АЭТЕРНА, 2018. – Т. 2. – С. 11–12.

21. Беньковский, Б. Производство макарон в России / Б. Беньковский // Хлебопродукты. – 2005. – № 7. – С. 18–19.

22. Бобренёва, И. В. Использование мер сравнения при разработке функциональных продуктов питания / И. В. Бобренёва, Э. С. Токаев,

М. В. Прусак-Глотов, С. В. Николаева // Мясная индустрия. – 2008. – №10. – С. 74.

23. Волгарев, М. Н. Углеводы в питании населения России / М. Н. Волгарев, А. К. Батулин, М. М. Гаппаров // Вопросы питания. – 1996. – № 2. – С. 3–6.

24. Волчков, А. Н. Разработка технологии макаронных изделий повышенной пищевой и биологической ценности с изолятами растительных белков [Электронный ресурс] : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Волчков Алексей Николаевич ; Воронеж. гос. технол. акад. – Орел, 2009. – 233 с. – Режим доступа: <https://dlib.rsl.ru/01004361747>, по паролю. – ЭБД РГБ.

25. Гаврилова, О. М. Приготовление хлеба с использованием гречневой муки / О. М. Гаврилова, И. В. Матвеева, П. И. Вакуленчик // Хлебопечение России. – 2007. – № 3. – С. 14–16.

26. Гаврилова, О. М. Сохранение свежести хлеба из смеси пшеничной и гречневой муки / О. М. Гаврилова, И. В. Матвеева // Хлебопечение России. – 2008. – № 3. – С. 18–20.

27. Глазунов, А. А. Овощные макаронные изделия / А. А. Глазунов, И. К. Иванова, М. А. Калинина // Индустрия продуктов здорового питания – третье тысячелетие (человек, наука, технология, экономика) : междунар. науч.-практ. конф. : тез. докл., 24-25 февр. 1999 г. – Москва, 1999. – Ч. 1. – С. 144–145.

28. Гречиха [Электронный ресурс] // РОССЕЛЬХОЗ.рф : информ. портал о сел. хоз-ве. – Режим доступа: <http://россельхоз.рф/stati/rastenievodstvo/grichiha.html>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 28.06.15).

29. Гришин, А. С. Новое в технике и технологии макаронного производства / А. С. Гришин. – Москва : Изд-во ГосНИИХП, 1995. – 27 с.

30. Гуськов, К. П. Реология пищевых масс / К. П. Гуськов, Ю. А. Мачихин, С. А. Мачихин. – Москва : Пищевая пром-сть, 1970. – 207 с.

31. Доронин, А. Ф. Функциональное питание / А. Ф. Доронин, Б. А. Шендеров. – Москва : ГРАНТЬ, 2002. – 296 с.

32. Дранкова, Н. А. ХАССП в современной ситуации, после вступления России в Таможенный союз и ВТО / Н. А. Дранкова, В. Ф. Сопин // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16, № 6. – С. 233–236.

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

34. Дудкин, М. С. Пищевые волокна и новые продукты питания / М. С. Дудкин, Л. Ф. Щелкунов // Вопросы питания. – 1998. – № 2. – С. 35–41.

35. Евсеенко, Т. П. Совершенствование технологии макаронных изделий, обогащенных яичными продуктами : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Евсеенко Татьяна Петровна ; Нац. ун-т пищевых технол. – Киев, 2005. – 22 с.

36. Еремин, Ю. Н. Перспективные продукты питания с бета-каротином / Ю. Н. Еремин, В. В. Зырянов // Пищевая промышленность. – 1996. – № 6. – С. 26–27.

37. Жабина, С. Б. Потребительские свойства и конкурентоспособность макаронных изделий нового вида : дис. ... канд. техн. наук / Жабина С. Б. – Москва : МТИИП. – 1988. – 160 с.

38. Жумабекова, З. Ж. Мука сорго – ценное сырье для производства макаронных изделий / З. Ж. Жумабекова // Прогрессивные технологии и оборудование для пищевой промышленности : междунар. науч.-техн. конф. : тез. докл. 17-20 сент. 1997 г. / [редкол.: В. К. Битюков (науч. ред.) и др.]. – Воронеж : ВГТА, 1997. – С. 16–11.

39. Зайцев, В. И. Минеральные вещества зерна пшеницы и продуктов ее переработки / В. И. Зайцев, В. Г. Хомец // Известия вузов. Пищевая технология. – 1982. – № 2. – С. 35–38.

40. Заявка 60-46943 Япония, МКИ А 23 L 1/33. Способ приготовления макарон с использованием пасты из креветок и рыбного филе, содержащего костные компоненты / К. К. Дзэнгеге (Япония). – № 57 – 152593 ; заявл. 09.03.82 ; опубл. 18.10.85, Бюл. № 1.

41. Заявка 62-25335 Япония, МКИ А 23 L 1/16. Способ приготовления макарон, содержащих рыбу / Ао Сумико (Япония). – № 56136135 ; заявл. 01.09.81 ; опубл. 02.06.87.

42. Зубцов, В. А. Льняное семя, его состав и свойства / В. А. Зубцов, Л. Л. Осипова, Т. И. Лебедева // Российский химический журнал. – 2002. – Т. 46, № 2. – С. 14–16.
43. Иванова, Н. К. Пути улучшения качества макаронных изделий / Н. К. Иванова, М. А. Калинина, Т. И. Шнейдер // Хлебопечение России. – 1998. – № 5. – С. 20–21.
44. Иванская, А. Твердые намерения [Электронный ресурс] / А. Иванская // Агробизнес. – 2010. – Режим доступа: www.agro-business.ru, свободный. – Загл. с экрана.
45. Ильина, О. Пищевые волокна – важнейший компонент хлебобулочных и кондитерских изделий / О. Ильина // Хлебопродукты. – 2002. – № 9. – С. 34–36.
46. К вопросу о каталитическом ускорении процесса свертывания крови // Доклады АН СССР. – 1953. – LXXXIX, № 3. – С. 535–538.
47. Казаков, Е. Д. Состав, структура и свойства клейковины / Е. Д. Казаков // Хлебопродукты. – 2001. – № 9. – С. 18–19.
48. Казаков, Е. Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Е. Д. Казаков, В. Л. Кретович. – Москва : Колос, 1980. – 319 с.
49. Казаков, Е. Д. Пищевая ценность хлеба, крупы и макаронных изделий / Е. Д. Казаков. – Москва : ЦНИИТЭИ Минзага, 1979. – 32 с.
50. Казеннова, Н. К. Разработка технологических средств стабилизации качества макаронных изделий : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 ; Гос. науч.-исслед. ин-т хлебопекар. пром-сти / Казеннова Надежда Константиновна. – Москва, 2002. – 174 с.
51. Казеннова, Н. К. Пути улучшения качества макаронных изделий / Н. К. Казеннова, М. А. Калинина, Т. И. Шнейдер // Хлебопечение России. – 2000. – № 3. – С. 27.
52. Камышева, И. М. Разработка технологии комплексной переработки семян амаранта на пищевые цели : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.06 / Камышева Ирина Михайловна ; РАСХН, Гос. науч. учреждение Всерос. науч.-исслед. ин-т жиров. – Санкт-Петербург, 2000. – 197 с.

53. Кекк, В. В. Исследование рынка макаронных изделий в г. Челябинске / В. В. Кекк, Л. С. Прохасько, Д. Р. Аптрахимов // Молодой ученый. – 2015. – № 4. – С. 200–203.

54. Кекк, В. В. Оценка качества макаронных изделий / В. В. Кекк, Л. С. Прохасько, Д. Р. Аптрахимов // Молодой ученый. – 2015. – № 5. – С.155–158.

55. Ключкин, В. В. Основные направления переработки и использования пищевых продуктов из семян люпина и амаранта / В. В. Ключкин // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1997. – № 9. – С. 30–33.

56. Коденцова, В. М. К обоснованию уровня обогащения витаминами и минеральными веществами пищевых продуктов массового потребления / В. М. Коденцова, О. А. Вржесинская // Вопросы питания. – 2011. – Т. 80, № 5. – С. 64–70.

57. Коденцова, В. М. Обоснование уровня обогащения пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами / В. М. Коденцова, О. А. Вржесинская, В. Б. Спиричев // Вопросы питания. – 2010. – Т. 79, № 1. – С. 23–33.

58. Козьмина, Н. П. Исследование липидов пшеницы и их влияние на хлебопекарные свойства / Н. П. Козьмина, В. Г. Байков, А. П. Нечаев // НТИ. Сер. Хлебопекарная, макаронная и дрожжевая промышленность. – 1969. – Вып. 4. – С. 8–10.

59. Колева, П. Исследование технологических макаронных свойств болгарских сортов твердой пшеницы : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Колева Пенка ; Моск. акад. пищевых производств. – Москва, 1996. – 98 с.

60. Колпакова, В. В. Агрегирующая способность белков пшеницы и оценка по ней хлебопекарного достоинства зерна / В. В. Колпакова, В. И. Жарина, О. С. Хориков // Пути повышения качества зерна и зернопродуктов, улучшения ассортимента крупы, муки и хлеба : сб. докл. Всесоюз. науч. конф. 17-19 окт. 1989 г. : в 2 т. / Гос. ком. СССР по науке и технике, Всесоюз. науч.-произв. об-ние «Зернопродукт», ВНИИ зерна и продуктов его переработки. – Москва, 1991. – Т. 1. Качество и технологические свойства зерна, методы и средства их оценки. – С. 60–63.

61. Конарев, В. Г. Белки пшеницы : науч. тр / В. Г. Конарев ; ВНИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова. – Москва : Колос, 1980. – 351 с.

62. Коргина, Т. В. Расширение ассортимента макаронных изделий за счет использования растительного сырья / Т. В. Коргина, Г. А. Осипова, Д. С. Сечина // Хлебопродукты. – 2014. – № 2. – С. 39–41.

63. Коршунова, А. Ф. Новый источник ферментов / А. Ф. Коршунова, О. А. Симакова, В. А. Гинцевич // Зерно и хлеб. – 1998. – № 1. – С. 23–25.

64. Корячкина, С. Я. Способ повышения биологической ценности макаронных изделий из хлебопекарной муки / С. Я. Корячкина, Г. А. Осипова // Хлебопечение России. – 2002. – № 6. – С. 15–17.

65. Краснов, А. Е. Информационные технологии пищевых производств в условиях неопределенности / А. Е. Краснов, О. Н. Красуля, Большаков О. В., Шленская Т. В. // ВНИИМП – Москва, 2001.

66. Лазарев, М. И. Новые формы бета-каротина и витаминов при производстве продуктов питания / М. И. Лазарев // Пищевая промышленность. – 1998. – № 11. – С. 46–47.

67. Лилишенцева, А. Н. Перспективные направления создания комбикормовых продуктов / А. Н. Лилишенцева, Д. А. Сафронова, Н. В. Комарова // Пищевая промышленность. – 2008. – № 2. – С. 16–18.

68. Луценко, У. Н. Разработка показателей оценки свойств амарантовой муки для использования в хлебопекарном производстве : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Луценко Ульяна Николаевна ; Моск. гос. акад. пищевых производств. – Москва, 1995. – 25 с.

69. Лязина, И. А. Сравнительная оценка качества зерна и макарон из мягких и твердых сортов пшеницы / И. А. Лязина, А. Д. Имырь, Г. Ф. Пшенишнюк // Хлебопекарная и макаронная промышленность. – 1987. – № 5. – С. 17–19.

70. Макароны повышенной биологической ценности / В. В. Мартиросян [и др.] // Пищевая промышленность. – 2005. – № 11. – С. 74–75.

71. Манкеева, Н. А. Использование добавок при производстве макаронных изделий / Н. А. Манкеева, А. В. Красникова. – Москва : ЦНИИТЭИПищепром,

1986. – 16 с. – (Хлебопекарная и макаронная промышленность : обзор. информ. / М-во хлебопродуктов СССР, ЦНИИ информ. и техн.-экон. исслед.).

72. Мартиросян, В. В. Разработка технологии макаронных изделий с применением муки амаранта и сетарии : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Мартиросян Владимир Викторович ; Пятигор. гос. техн. ун-т. – Пятигорск, 2006. – 227 с.

73. Мартянова, А. Влияние сухой пшеничной клейковины на хлебопекарные свойства муки / А. Мартянова, Е. Пищугина // Хлебопродукты. – 2002. – № 8. – С. 14–17.

74. Мартянова, А. Контроль свойств сухой пшеничной клейковины / А. Мартянова, Е. Пищугина, А. Коваль // Хлебопродукты. – 2002. – № 6. – С. 20–23.

75. Марченкова, И. С. Углеводный состав пищевых продуктов, наиболее широко используемых в питании населения России (хлебобулочные, макаронные и кондитерские изделия) / И. С. Марченкова, А. К. Батулин, М. М. Гаппаров // Вопросы питания. – 2002. – № 6. – С. 26–29.

76. Мачихина, Л. И. Создание технологии производства новых продуктов питания из семян льна / Л. И. Мачихина [и др.] // Хлебопродукты. – 2012. – № 6. – С. 54–58.

77. Медведев, Г. М. Роль яйцепродуктов при производстве макаронных изделий / Г. М. Медведев, С. В. Лазарев // Прогрессивные пищевые технологии – третьему тысячелетию : тез. докл. междунар. науч. конф. 19-22 сент. 2000 г. / Куб. гос. технол. ун-т. – Краснодар, 2000. – С. 106–107.

78. Медведев, Г. М. Технология макаронного производства : учеб. для вузов по специальности «Технология хлеба, кондит. и макарон. изделий» / Г. М. Медведев. – Москва : Колос, 1998. – 270 с.

79. Медведев, Г. М. Технология макаронных изделий : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 260202 «Технология хлеба, кондитер. и макарон. изделий» направления подгот. дипломир. специалиста 260200 «Пр-во продуктов питания из растит. сырья» / Г. М. Медведев. – Санкт-

Петербург : Гиорд, 2005. – 307 с. — (Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий; Ч. 3).

80. Мещерякова, В. А. К обоснованию дифференцированного применения пищевых волокон для коррекции нарушенного холестерина обмена / В. А. Мещерякова, Р. В. Народецкая, Т. А. Цагикян // Пищевые волокна в рациональном питании человека : сб. науч. тр. / ЦНИИТЭИ Минхлебопродукта СССР, 1989. – С. 107–111.

81. Миневич, И. Э. Разработка технологических решений переработки семян льна для создания функциональных пищевых продуктов: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Миневич Ирина Эдуардовна ; Моск. гос. ун-т технологий и упр. – Москва, 2009. – 27 с.

82. Мичем, Д. К. Липиды / Д. К. Мичем // Пшеница и оценка ее качества / ред.: Н. П. Козьмина, Л. Н. Любарский. – Москва : Колос, 1968. – С. 307–345.

83. МР 2.3.1.2432-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации : метод. рекомендации. – Москва : Федер. центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2008. – 30 с.

84. Мысаков, Д. С. Изучение химического состава гречневой муки и её влияния в смеси с пшеничной мукой на качество хлеба [Электронный ресурс] / Д. С. Мысаков, Е. В. Крюкова, О. В. Чугунова // Интернет-журнал «Науковедение». – 2015. – Т. 7, № 5. – С. 144–154. – Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/72TVN515.pdf>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 28.06.15).

85. Назаров, Н. И. Технология макаронного производства / Н. И. Назаров. – Москва : Пищевая пром-сть, 1969. – 399 с.

86. Нативная пшеничная клейковина: получение и применение // Хлебопродукты. – 2000. – № 11. – С. 41–43.

87. Нечаев, А. П. Липиды зерна / А. П. Нечаев, Ж. Я. Сандлер. – Москва : Колос, 1975. – 159 с.

88. Никулина, Е. Облепиховый шрот для хлебобулочных и макаронных изделий / Е. Никулина, Г. Иванова // Хлебопродукты. – 2006. – № 5. – С. 40–42.

89. Об Основах государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации на период до 2020 года [Электронный ресурс] : [распоряжение Правительства РФ от 25.10.2010 г., № 1873-р] // СПС Гарант. – Режим доступа : <http://www.garant.ru/>.

90. Об утверждении Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года [Электронный ресурс] : [распоряжение Правительства РФ от 17.04.2012, № 559-р]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_128940/.

91. Осипова, Г. А. Использование мясных продуктов в производстве макаронных изделий / Г. А. Осипова, С. Я. Корячкина // Известия вузов. Пищевая технология. – 2004. – № 2-3. – С. 42–45.

92. Осипова, Г. А. Научно-практическое обоснование технологий макаронных изделий, обогащенных бета-каротином, йодом и кальцием : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Осипова Галина Александровна. – Москва, 2000. – 28 с.

93. Осипова, Г. А. Производство макаронных изделий с использованием альтернативного сырья / Г. Осипова, А. Волчков // Хлебопродукты. – 2008. – № 2 – С. 38–39.

94. Осипова, Г. А. Способы повышения биологической ценности макаронных изделий : монография / Г. А. Осипова, С. Я. Корячкина, А. Н. Волчков. – Орел : Полиграф. центр ИП Киселев, 2010. – 158 с.

95. Осипова, Г. А. Теоретическое и экспериментальное обоснование разработки новых видов макаронных изделий повышенной пищевой ценности : дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.01 / Осипова Галина Александровна ; ФГБОУ Гос. ун-т учеб.-науч. производств. комплекс. – Орел, 2012. – 418 с.

96. Осипова, Г. А. Технология макаронного производства : учеб. пособие для вузов / Г. А. Осипова. – Орел : ОрелГТУ, 2009. – 152 с.

97. Панжин, Д. Макаaronное производство в России: сырьевые и технологические тенденции / Д. Панжин // Хлебопродукты. – 2006. – № 11. – С. 28–29.

98. Пат. 2138970 Российская Федерация. МПК А 23 L 1/16. Способ изготовления макаронных изделий / Т. И. Шнейдер, А. А. Глазунов, Н. К. Иванова, С. П. Коник, М. А. Байков, В. Л. Белоусов ; заявитель и патентообладатель : ЗАО «Макаaron-сервис» и ООО «ТЕПРОС-ВНП». – № 99103117/13 ; заявл. 23.02.1999 ; опубл. 10.10.1999.

99. Пат. 2147202 Российская Федерация. МПК А 23 L 1/16, А 21 D 2/00. Корректирующая добавка для макаронного теста и способ производства макаронных изделий / Т. И. Шнейдер, М. А. Калинина., Н. К. Иванова ; заявитель и патентообладатель ГосНИИХП и ЗАО «Макаaron-сервис». – № 98117962/13 ; заявл. 01.10.1998 ; опубл. 10.04.2000.

100. Пат. 2163455 Российская Федерация. МПКА 23 L 1/16. Способ производства макаронных изделий / Л. Ю. Савватеева, Е. В. Савватеев, А. Н. Карталов, И. А. Деревенских, А. В. Симачев, Л. В. Соловьева. – № 99112439/13 ; заявл. 08.06.1999 ; опубл. 27.02.2001.

101. Пат. 2166863 Российская Федерация. МПК А 23 L 1/16, А 23 L 1/30. Способ производства макаронных изделий / А. А. Глазунов, Т. И. Шнейдер, Н. К. Казеннова, М. А. Подгаецкая, Д. В. Шнейдер, А. А. Сердечкина, М. А. Калинина, В. Н. Голубев ; заявитель и патентообладатель ГосНИИХП. – № 2000110299/13 ; заявл. 25.04.2000 ; опубл. 20.05.2001.

102. Пат. 2166864 Российская Федерация. МПК А 23 L 1/16, А 23 L 1/30. Способ производства макаронных изделий / А. А. Глазунов, Т. И. Шнейдер, Н. К. Казеннова, М. А. Подгаецкая, Д. В. Шнейдер, А. А. Сердечкина, М. А. Калинина ; заявитель и патентообладатель ГосНИИХП. – № 2000110300/13; заявл. 25.04.2000 ; опубл. 20.05.2001.

103. Пат. 2262270 Российской Федерации. МПК А23L1/16. Способ производства макаронных изделий / С. Я. Корячкина, Г. А. Осипова, Т. В. Киселева ; заявитель и патентообладатель Орловский государственный

технический университет (ОрелГТУ). – № 2004106177/13 ; заявл. 02.03.2004; опубл. 20.10.2005.

104. Пат. 2277801 Российская Федерация. МПК А 23 L 1/16. Способ производства макаронных изделий / В. Д. Малкина, В. В. Мартиросян, У. Н. Диденко, Е. В. Жиркова ; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО МосГУТиУ. – № 2005121504/13 ; заявл. 11.07.2005 ; опубл. 20.06.2006.

105. Пат. 2289953 Российской Федерации. МПК А23L1/16. Состав теста для производства макаронных изделий / С. Я. Корячкина, Г. А. Осипова, И. В. Мотченко ; заявитель и патентообладатель Орловский государственный технический университет (ОрелГТУ). – № 2005124500/13 ; заявл. 01.08.2005 ; опубл. 27.12.2006.

106. Пат. 2624210 Российская Федерация. МПК А 23 L 7/109. Макароны изделия / М. Б. Ребезов, Д. Р. Аптрахимов, М. Ж. Кизатова и др. ; заявитель и патентообладатель : ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)». – № 2015157456/15 ; заявл. 31.12.2015 ; опубл. 03.07.2017 г.

107. Пашенко, Л. П. Биомодификация шрота амаранта для целей хлебопечения / Л. П. Пашенко // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2000. – № 3. – С. 20–21.

108. Петербургский, А. В. Практикум по агрохимии / А. В. Петербургский. – изд. 2-е переработ. и доп. – Москва : Сельхозгиз, 1952. – 440 с.

109. Петров, Г. И. Влияние агрометеорологических условий на формирование урожая озимой пшеницы в сухостепной полосе Ставрополя / Г. И. Петров. – Буденновск : Изд-во «Прикумье», 1996. – 250 с.

110. Петрова, Е. В. Использование люпиновой муки при изготовлении макаронных изделий / Е. В. Петрова, Н. К. Казеннова, А. А. Глазунов, Т. И. Шнейдер // Пищевая промышленность. – 2004. – № 5. – С. 18–20.

111. Петровский, К. С. Гигиена питания / К. С. Петровский, В. Д. Ванханен. – Москва : Медицина, 1982. – 528 с.

112. Петрухин, С. Разработки макаронных изделий лечебно-профилактического назначения / С. Петрухин, Т. Богатырева, О. Сидорова // Хлебопродукты. – 2000. – № 2. – С. 24–26.

113. Пищевая химия / А. П. Нечаев, С. Е. Траубенберг, А. А. Кочеткова ; под ред. А. П. Нечаева. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 2007. – 640 с.

114. Пищевые волокна: новый взгляд на традиционные добавки // Бизнес пищевых ингредиентов. – 2008. – № 3. – С. 3–4.

115. Пищевые волокна в продуктах питания / Л. Г. Ипатова и др. // Пищевая промышленность. – 2007. – № 5. – С. 8–10.

116. Погожаева, А. В. Пищевые волокна в лечебно-профилактическом питании / А. В. Погожаева // Вопросы питания. – 1998. – № 1. – С. 39–42.

117. Позняковский, В. М. Гигиенические основы питания, безопасность и экспертиза пищевых продуктов / В. М. Позняковский. – Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2002. – 556 с.

118. Поландова, Р. Д. Приоритеты развития ассортимента хлебобулочных и макаронных изделий / Р. Д. Поландова, Т. И. Шнейдер // Хлебопечение России. – 2000. – № 4. – С. 3–4.

119. Просеков, А. Ю. Основы детского, диетического и лечебно-профилактического питания : учеб. пособие / А. Ю. Просеков. – Кемерово : КемТИПП, 2005. – 140 с.

120. Ребезов, М. Б. Интегрированные системы менеджмента качества на предприятиях пищевой промышленности / М. Б. Ребезов, Н. Н. Максимюк, О. В. Богатова и др. – Магнитогорск : Магнитогор. гос. ун-т, 2009. – 357 с.

121. Рец, Е. Новый взгляд на проблему пищевых волокон (по страницам World Grain, 2004) / Е. Рец // Хлебопродукты. – 2005. – № 6. – С. 77.

122. Росляков, Ю. Ф. Цветокорректирующие добавки для макаронных изделий профилактического действия / Ю. Ф. Росляков, И. И. Уварова, Н. А. Шмалько // Пищевая промышленность. – 2004. – № 5. – С. 21.

123. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / под ред. И. М. Скурихина, В. Д. Тутельяна. – Москва : Брандес, Медицина, 1998. – 340 с.

124. Рыбак, А. И. Изготовление макаронных изделий, обогащенных белковыми добавками / А. И. Рыбак, Г. Ф. Пшенишнюк, Д. И. Шеремецкая. – Москва : ЦНИИТЭИПищепром, 1989. – 27 с. – (Хлебопекарная и макаронная промышленность : обзор. информ. / М-во хлебопродуктов СССР, ЦНИИ информ. и техн.-экон. исслед.).

125. Соболева, Е. В. Основы технологии пищевых продуктов. Лабораторные работы / Е. В. Соболева, М. М. Данина М.М. // Учеб.-метод. пособие. СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ. – 2013. – 56 с.

126. Спиричев, В. Б. Научная концепция «D3+12 витаминов» – эффективный путь обогащения пищевых продуктов / В. Б. Спиричев, Л. Н. Шатнюк // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. – 2013. – № 1. – С. 24–28.

127. Степура, М. В. Сравнительная оценка биологической ценности белков растительного сырья / М. В. Степура, Е. Н. Хапрора // Известия вузов. Пищевая технология. – 2010. – № 4. – с. 34–35.

128. Титов, В. Н. Жирные кислоты. Физическая химия, биология и медицина / В. Н. Титов, Д. М. Лисицын. – Москва : Триада, 2006. – 670 с.

129. Толстова, Е. Г. Система ХАССП как методологическая основа обеспечения безопасности продуктов питания / Е. Г. Толстова // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2014. – № 1 (29). – С. 130–133.

130. Химический состав пищевых продуктов : справочник. В 2 кн. Кн. 2. Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / под ред. И. М. Скурихина, М. Н. Волгарева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Агропромиздат, 1987. – 360 с.

131. Цыганова, Т. Б. Справочное пособие по контролю за качеством хлебобулочных и макаронных изделий : учеб. пособие / Т. Б. Цыганова, И. В. Матвеева ; Госхлебинспекция при Правительстве РФ. – Москва, 1999. – 111 с.
132. Черненко, Т. В. Состав липидов и углеводов семян *Amaranthus caudatus* / Т. В. Черненко [и др.] // Химия природных соединений. – 1997. – № 6. – С. 797–799.
133. Чернов, М. Е. Макаaronное производство / М. Е. Чернов. – Москва : Мир, 1992. – 208 с.
134. Чиркова, Т. В. Амарант – культура XXI века / Т. В. Чиркова // Соровский Образовательный Журнал. – 1999. – № 2. – С. 3–9.
135. Чокинэ, В. К. Серосодержащие аминокислоты в диагностике, целенаправленном поддержании и формировании здоровья / В. К. Чокинэ, С. Н. Гараева // Buletinul ASM. Stiintelevietii. – Nr. 3, (315). – 2011. – С. 15–35.
136. Шмалько, Н. А. Разработка технологии хлебобулочных изделий функционального назначения с использованием продуктов переработки семян амаранта : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Шмалько Наталья Анатольевна ; Кубан. гос. технолог. ун-т. – Краснодар. – 2005. – 24 с.
137. Шмалько, Н. А. Использование продуктов переработки семян амаранта в производстве макаронных изделий специального назначения улучшенного качества / Н. А. Шмалько, И. И. Уварова, Т. В. Белоусова // Труды КубГТУ. Т. IX. – Сер. Технологии пищевых производств. – Вып. 1. – С. 209–214.
138. Шнейдер, Д. В. Разработка рецептур макаронных изделий повышенной пищевой ценности / Д. В. Шнейдер, Е. В. Дудченко, Е. А. Зайцева // Хлебопечение России. – 2009. – № 3. – С. 20–21.
139. Шнейдер, Т. И. Использование амаранта в макаронных изделиях / Т. И. Шнейдер, Е. В. Петрова // Пищевая промышленность. – 2002. – № 7. – С. 76–77.
140. Шнейдер, Т. И. Сравнительная характеристика биологической ценности макаронных изделий / Т. И. Шнейдер, Е. В. Петрова, Р. Д. Поландова // Хлебопечение России. – 2002. – № 4. – С. 26–27.

141. Юрчак, В. Г. Влияние улучшающих добавок на коллоидные процессы в макаронном тесте / В. Г. Юрчак // Хлебопечение России. – 2002. – № 5. – С. 41–42.
142. Юрчак, В. Г. Макароны изделия с добавками антиоксидантного действия / В. Г. Юрчак, Т. И. Левадная // Хлебопечение России. – 2000. – № 4. – С. 34–35.
143. Al-Kandari, D. Incorporating HACCP into national food control systems-analyzing progress in the united arab emirates / D. Al-Kandari, D. J. Jukes // Food Control. – 2011. – Т. 22, № 6. – P. 851–861.
144. Alto Consulting Group – The review of the Russian market of macaroni products according to data for July 2015 [Electronic resource] // Alto Consulting Group – Development of business plans. Marketing research of markets. – Access mode: <http://alto-group.ru/new/478-obzor-rossijskogo-rynka-makaronnyx-izdelij-po-dannym-na-iyul-2015-goda.html>, free. – Ver. from the screen (date of circulation 01.09.2017).
145. Bob, Mitchell. How to HACCP / Bob Mitchell // British Food Journal. – 1992. – Т. 94, № 1. – P. 16–20.
146. Brannan, R. G. Peroxynitrite; a potential initiators of lipid oxidation in food / R. G. Brannan, B. J. Connoly, E. A. Decker // Trends Food Sci. TechnoL. – 2001. – № 12. – P. 164–173.
147. Caperuto, L. C. Performance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) flour in the manufacture of gluten-free spaghetti / L. C. Caperuto, J. Amaya-Farfan, C. R. O. Camargo // J. Sc. FoodAgr. – 2001. – Vol. 81, № 1. – P. 95–101.
148. Chiang, B. G. Gelatinization on starch in Extruded Product / B. G. Chiang, I. A. Jonsson // Cereal.Chem. – 1977. – № 3. – P. 436–443.
149. Clabe, E. F. Macaroni made with nonfat milk / E. F. Clabe, R. Anderson, P. Goldman // Gereal Science Today. – 1967. – Vol. 12, № 12. – P. 510–511.
150. Connor, W. E. Importance of ω -3 fatty acids in health and disease / William E. Connor // Am J ClinNutr. – 2000. – № 71. – P. 171–175.
151. Cox, C. A. Whey howder / C. A. Cox // Food process industria. – 1973. – Vol. 42, № 49/51. – P. 311–313.

152. Dallon, G. Fattori che influenzano sulle caratteristiche oli cottura della paste alimentari e possibilita di migliorare le qualita con opportune tecnologie / G. Dallon // Jecn. Molit. – 1983. – Vol. 34, № 8. – P. 553–565.

153. De Romana, D. L. Sensory trial to assess the acceptability of zinc fortificants added to iron-fortified wheat products / D. L. De Romana, K. H. Brown, J.-X. Guinard // J. Food Sc. – 2002. – Vol. 67, № 1. – P. 461–465.

154. Delcour, J. A. Fractionation and reconstitution experiments provide insight into the role of gluten and starch interactions in pasta quality / J. A. Delcour, J. Vansteelandt, M.-C. Hythier // J. agr. Food Chem. – 2000. – Vol. 48, № 9. – P. 3767–3773.

155. Denett, K. Pole of starch in bread formation / K. Denett, G. Sterling, Calif Davis // Starke. – 1979. – Vol. 31, № 6. – P. 209–213.

156. Deneva, M. Mogucnosti pravljenja testenine od nekih bugarskih genotipova durum pšenice / M. Deneva // Zdravstveno bezbedna hrana. – Novi Sad. – 2000. – № 2. – P. 259–262.

157. Dexter, J. E. Spaghetti stickiness: some factors influencing stickiness and relationship to other cooking quality characteristics / J. E. Dexter, R. R. Matsuo, B. C. Mirban // J. Food Sci. – 1983. – Vol. 48, № 5. – P. 1545–1551, 1559.

158. Dimmler, R. J. Gluten the key to wheat's utility / R. J. Dimmler // Baker's Digest. – 1963. – Vol. 37, № 1. – P. 52–57.

159. Durr, P. Larricohicchimento proteicodella pasta / P. Durr // Molini de Italia. – 1973. – Vol. 24, № 11. – P. 425–427.

160. Fisher, N. Lipid Roinding in Flours, Dough and Bread / N. Fisher // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 1973. – Vol. 2, № 2. – P. 147–155.

161. Gierschner, K. Pectin and pectic enzymes in fruit and vegetable technology / K. Gierschner // Gordian. – 1981. – № 7/8. – P. 171–176 ; № 9. – P. 205–209.

162. Green, R. M. A glans a look ahea / R. M. Green // Macaroni journal. – 1967. – Vol. 48, № 9. – P. 4–7.

163. Grosskvutz, J. A lipoprotein model of wheat gluten structure / J. Grosskvutz // Cereal Chemistry. – 1961. – Vol. 38, № 3. – P. 336.

164. Grzybowski, R. A. Cooking properties of spaghetti: factors affecting cooking quality / R. A. Grzybowski, B. J. Donnelly // *J. Agric. Food Chem.* – 1979. – № 27. – P. 380–384.

165. Huebner, F. R. Polysaccharide interactions with wheat proteins and flour doughs / F. R. Huebner, J. S. Wall // *Cereal chem.* – 1979. – Vol. 56, № 2. – P. 68–73.

166. IndexBox Russia. Marketing & consulting [Электронный ресурс] : сайт. – Access mode: <http://www.indexbox.ru/news/rost-proizvodstva-makaronnyih-isdeliy-v-rossii-v-yanvare-maye-2016-goda-smenilsya-padeniem/>, free. – Ver. from the screen (date of circulation 01.09.2017).

167. Irvine, G. N. Kinetic studies of the lipoxidase system of wheat / G. N. Irvine, J. A. Anderson // *Cereal Chem.* – 1953. – P. 247–255.

168. Kling, C. Durumanbau – auch eine Frage der Qualität / C. Kling // *DLG – Mitteilungen.* – 1985. – T. 100, № 4. – P. 189–195.

169. Kordonowy, R. K. Quality of pasta with the addition of bran of hard wheat / R. K. Kordonowy, S. V. Long. – 1985. – Vol. 62, № 4. – P. 301–308.

170. Kovacs, E. T. Structure of functional foods of pseudo-cereal based products / E. T. Kovacs, E. Berghofer, R. Schonlecher, H. Glattes // *Veröffentl. Arbeitsgemeinschaft. Getreideforsch. e.v.* – Detmold, 2000. – Bd. 283. – P. 51–60.

171. Kovacs, E. T. Einfluss der Zugabe eines proteinhaltigen Ballaststoffes aus Lupinen auf die Qualität von Teigwaren / E. T. Kovacs, E. A. Weissmann, K. Kabok, P. Zahonyi // *Veröffentl. Arbeitsgemeinschaft. Getreideforsch. e.v.* – Detmold, 1997. – Bd. 268. – P. 87–96.

172. McDonald, C. E. Lipxygenase and lutein bleaching activity of durum wheat semolina / C. E. McDonald // *«Cereal Chem.»*. – 1979. – № 2. – P. 82–99.

173. Melland, R. The effects of bleach treatment on pasta made from a series of barley genotypes / R. Melland, R. K. Newman, C. F. McGuire, R. F. Eslick // *Cereal Res. Communic. Szeged.* – 1984. – T. 12, № 3/4. – P. 201–207.

174. Miller, S. H. Distribution of (1-3), (1-4)- β -D-glucan in kernels of oats and barley using microspectrofluorometry / S. H. Miller, F. G. Fulcher // *Cereal Chem.* – 1994. – № 71. – P. 64.

175. Neki rezultati ispitivanja kvaliternih taltora nasih tjestenina // *Kemija u industriji*. – 1964. – T. 13, № 8. – P. 596–608.

176. Norton, Ch. HACCP – developing and verifying a flow diagram for food production / Ch.Norton // *Food Management*. – 2003. – № 5. – P. 8081.

177. Norton, C. Some other common hazards: HACCP step-by-step-part VII / C. Norton // *Food Management*. – 2002. – T. 37, № 10. – P. 70.

178. Oat beta-glukan reduced blood cholesterol concentration in hypercholesterolemic subjects / J. T. Braaten [et al.] // *Eur. J. Clin. Invest.* – 1994. – № 48. – P. 465.

179. Pangloli, P. Storage conditions affect quality of noodles with added soy flour and sweet potato / P. Pangloli, J. L. Collins, M. P. Penfield // *Intem. J. Food. Sc. Technol.* – 2000. – Vol. 35, № 2. – P. 235–242.

180. Rasmay, N. M. H. High-protein macaroni from legume flours and their protein concentrates / N. M. H. Rasmay, G. A. el-Shatanovi, K. E. W. Hassan // *Ann.agr.Sc.* – 2000. – Vol. 45, № 2. – P. 555–570.

181. Rasmay, N. M. High-protein macaroni from legume flours and their protein concentrates / N. M. Rasmay, G. A. ElShatanovi, K. E. Hassan // *Ann. Agr. Sc.* – 2000. – Vol. 45, № 2. – P. 555–570.

182. Rayas-Duarte, P. New wheai grains and products quality of spaghetti containing buckwheat, amaranth and lupin flours / P. Rayas-Duarte, C. M. Mock, L. D. Satterlee // *Cereal Chemistry*. – 1996. – Vol. 73, № 3. – P. 381–387.

183. Rugg-Gunn, A. J. Diet and dental caries / A. J. Rugg-Gunn // *In Prevention of Dental Disease* / ed. J. J. Murray. – 2-nd Ed. – Oxford. – 1989. – P. 4–114.

184. Sensidoni, A. Study of the Maillard reaction in model systems under conditions related to the industrial process of pasta thermal VHT treatment / A. Sensidoni, D. Peressini, C. M. Pollini // *J.Sc.FoodAgr.* – 1999. – Vol.79, № 2. – P. 317–322.

185. Spirichev, V. B. To the Sub stantiation of the Joint Use of Vitamin D and the Rest of the 12 Vitamins Necessary for the Creation and Realization of the Vital

Functions of its Hormone-Active Form (The Vitamin D + 12 Vitamins Approach) / V. B. Spirichev // Journal of Nutritional Therapeutics. – 2013. – Vol. 2, № 1. – P. 1–7.

186. Standardization of cooking quality analysis in macaroni and pasta product / M. G. O'Egidio [et al.] // Cereal Foods World. – 1982. – Vol. 27, № 8. – P. 367–368.

187. Structure of functional foods of pseudo-cereal based products / E. T. Kovacs, E. Berghofer, R. Schonlechner, H. Glattes // Veröffentl. Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung. V. – Darmstadt, 2000. – Bd. 283. – P. 51–60.

188. Taira, H., Buckwheat / H. Taira // Encyclopedia of Food Technology / A. H. Johnson, M. J. Peterson (Eds.). – AVI Publications Corporation, Westport, Connecticut. – 1974. – P. 139–157.

189. Teillet, P. The biochemical basis of pasta cooking quality. Its consequences for durum wheat breeders / P. Teillet // Sci. alim. – 1984. – Vol. 4, № 4. – P. 551–566.

190. Underwood, E. J. Trace elements in human and animal nutrition / E. J. Underwood. – New York : Academic Press, 1977. – 545 p.

191. Willett, W. Nutritional Epidemiology / W. Willett. – Oxford University Press, 1990. – 112 p.

192. Wood, P. J. Large-scale preparation and properties of oat fractions enriched in (1-3) (1-4)- β -D-glucan / P. J. Wood [et al.] // Cereal Chem. – 1989. – № 66. – P. 97.

193. Wood, P. J. Physiological effects of β -D-glucan rich fractions from oats / P. J. Wood [et al.] // Cereal Food World. – 1989. – № 34. – P. 878.

194. Wu, Y. U. Protein-enriched spaghetti fortified with corn gluten meal / Y. U. Wu, G. A. Hareland, K. Warner // J. Agr. Food Chem. – 2001. – Vol. 49, № 8. – P. 3906–3910.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А (информационное) Стандарт организации

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «РАНТ»

СТО 9149013-001-2016

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ



МАКАРОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ
ИЗ КОМПОЗИТНОЙ СМЕСИ

Челябинск
2016

ПРЕДИСЛОВИЕ

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184–ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения стандартов организации – ГОСТ 1.4–2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения».

Сведения о стандарте организации

1. РАЗРАБОТАН ООО «РАНТ»
2. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ от «9» января 2016 г.
3. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Разработчики:

- д.с.-х.н., профессор



Ребезов Максим Борисович

- аспирант



Аптрахимов Денис Рафаилович

**Приложение Б
(информационное)
Технологическая инструкция по производству макаронных изделий из
композитной смеси**



ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ ТИ 9149013-001-2016
по производству макаронных изделий из к СТО 9149013-001-2016
композитной смеси Введена в первые

Настоящая технологическая инструкция предусматривает изготовление макаронных изделий из пшеничной, гречневой и льняной муки и минерально-витаминного комплекса, упакованных в потребительскую тару, предназначенных для реализации в розничной торговле.

Макаронные изделия из композитной смеси вырабатываются в следующем ассортименте:

- «Полезный продукт»;
- «Русское поле».

I. ХАРАКТЕРИСТИКА СЫРЬЯ И МАТЕРИАЛОВ

Для производства макаронных изделий из композитной смеси используется следующее сырье и вспомогательные материалы:

- | | |
|----------------------------------|---|
| - мука пшеничная высшего сорта | ГОСТ Р 52189-2003 и ГОСТ 31491-2012; |
| - мука гречневая | ГОСТ 31645-2012; |
| - мука льняная | ТУ 9146-004-31496822-2009; |
| - минерально-витаминный комплекс | ГОСТ Р 53494-2009; |
| - вода | СанПиН 2.1.4.1074-01 и ГОСТ Р 51232-98. |

Приложение В
(обязательное)
Акт апробаций на предприятии

Утверждаю:

Управляющий ООО «РАНТ»

М.А. Донец

10 марта 2016 г.



АКТ

производственных испытаний

г. Челябинск

Мы, комиссия в составе заместителя управляющего по производству Андрианова Р. А., начальника лаборатории Зарипова С.А. и представителей института экономики, торговли и технологий, Южно-Уральского государственного университета зав. кафедрой «Прикладная биотехнология», докт. с.-х. наук, профессора Ребезова М.Б., аспиранта Аптрахимова Д.Р., составили настоящий акт о том, что 10 марта 2016 г. была проведена выработка опытной партии макаронных изделий из композитной смеси, содержащей муку пшеничную высшего сорта, муку гречневую, муку льняную и минерально-витаминный комплекс в соотношении 89,9:8:2:0,1.

Для производства макаронных изделий использовали макаронную линию ТЕКО 070.00.000-03PE (производитель ЗАО НПФ «ТЕКО») для производства коротких изделий. В состав линии производительностью 100 кг/час входят: мукопросеиватель, пресс-автомат М-100, статические сушильные шкафы СЕ 24, система пневмотранспортировки и бункер накопитель.

Макаронные изделия выработывали без изменения аппаратно-технологической схемы в виде вермишели обыкновенной при следующих технологических параметрах: влажность теста – 31 %; температура воды для замеса теста – 40 %, продолжительность замеса – 15 мин. Рецепт

макаронных изделий с добавлением муки гречневой, муки льняной и минерально-витаминного комплекса.

Результаты исследований выработанных макаронных изделий представлены в таблице.

Таблица – Показатели качества макаронных изделий

Наименование показателей	Макаронные изделия из композитной смеси
Цвет	белый, с серым оттенком
Состояние поверхности	гладкая, без шероховатостей
Излом	стекловидный
Форма	соответствующая типу изделий
Вкус	свойственный данному изделию, без постороннего вкуса
Запах	свойственный данному изделию, без постороннего запаха
Состояние изделий после варки	не слипаются
Влажность, %	12,5
Кислотность, град	1,8
Зола, нерастворимая в 10 % HCl, %	0,11
Сохранность формы сваренных изделий, %	100
Металломагнитная примесь, на 1 кг продукта	не обнаружено
Сухое вещество, перешедшее в варочную воду	5,6

Макаронные изделия из композитной смеси по органолептическим и физико-химическим показателям соответствуют требованиям ГОСТ Р 54656-2011 и СТО 9149013–001–2016.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Макаронные изделия из композитной смеси по органолептическим и физико-химическим показателям соответствовали требованиям ГОСТ Р 54656-2011 и СТО 9149013–001–2016.

2. Производственный процесс осуществлялся по режимам и технологиям, принятым на предприятии без изменения машинно-аппаратной схемы.

Управляющий по производству

Начальника лаборатории

Зав. кафедрой, профессор

Аспирант кафедры ПБ

Андрианов Р. А.

Ушилов С. А.

Ребезов М. Б.

Аптрахимов Д. Р.

**Приложение Г
(обязательное)
Патент № 2624210 «Макаронные изделия»**

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2624210

Макаронные изделия

Патентообладатель: *федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)" (ФГАОУ ВО "ЮУрГУ (НИУ)") (RU)*

Авторы: *Ребезов Максим Борисович (RU), Антрахимов Денис Рафаилович (RU), Кизатова Майгуль Жалеловна (KZ), Мардар Марина Ромиковна (UA), Смольникова Фариды Харисовна (KZ)*

Заявка № 2015157456

Приоритет изобретения 31 декабря 2015 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 03 июля 2017 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 31 декабря 2035 г.

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Г.П. Излиев



Приложение Д
(обязательное)
Математическая обработка данных

n	Sn	Xn	Sn-Xn	(Sn-Xn)^2	Sn*Xn	Sn^2	Xn^2					
1	0,92	0,91	0,01	0,0001	0,8372	0,8464	0,8281					
2	1,3	1,25	0,05	0,0025	1,625	1,69	1,5625					
3	1,01	0,99	0,02	0,0004	0,9999	1,0201	0,9801					
4	1,05	1,02	0,03	0,0009	1,071	1,1025	1,0404					
5	1,16	1,11	0,05	0,0025	1,2876	1,3456	1,2321					
6	0,9	0,86	0,04	0,0016	0,774	0,81	0,7396					
7	1,21	1,05	0,16	0,0256	1,2705	1,4641	1,1025					
8	1,08	1,02	0,06	0,0036	1,1016	1,1664	1,0404					
				0,0372	8,9668	9,4451	8,5257			0,998477676	0,997929975	241,0430108
				0,192873015	$\sum_{n=1}^8 S_n X_n$	3,07329	2,91988	0,999238548	μ	μ	μ	
			ρ	по формуле	$\sqrt{\sum_{n=1}^8 (x_n - s_n)^2}$			по формуле	по формуле	по формуле		
					$\sqrt{\sum_{n=1}^8 x_n^2} \sqrt{\sum_{n=1}^8 s_n^2}$			$\frac{\sum_{n=1}^8 S_n X_n}{\sqrt{\sum_{n=1}^8 S_n^2} \sqrt{\sum_{n=1}^8 X_n^2}}$	$\frac{\left(\sum_{n=1}^8 S_n X_n\right)^2}{\sum_{n=1}^8 S_n^2 \sum_{n=1}^8 X_n^2}$	$\frac{2 \sum_{n=1}^8 S_n X_n}{\sum_{n=1}^8 S_n^2 + \sum_{n=1}^8 X_n^2}$	$\frac{\sum_{n=1}^8 S_n X_n}{\sum_{n=1}^8 (X_n - S_n)^2}$	

Приложение Е
(информационное)
Шкала органолептической оценки макаронных изделий

Таблица Д.1 – Шкала балловой оценки сваренных макаронных изделий

Показатель	Макаронные изделия из:		Кол-во баллов
	пшеничной муки	композитной смеси	
Внешний вид	поверхность гладкая, форма правильная, изделия не слипаются		5
	форма правильная, поверхность шероховатая, края слегка разрыхленные, изделия не слипаются		4
	форма правильная, поверхность гладкая, макаронные изделия слегка слипаются или их незначительная часть потеряла форму		3
	макаронные изделия слипаются с образованием комьев, или заметное количество их потеряло форму, или имеют трещины		2
	большая часть изделий потеряла форму, слипается или превратились в результате варки в осколки		1
Цвет	типичный для данного вида		5
	незначительно потемневший или посветлевший в процессе варки		4
	значительно посветлевший или потемневший в процессе варки		3
	неоднотонный		2
	сероватый		1
Запах	типичный для данного вида, хорошо выраженный		5
	хороший, но недостаточно выраженный		4
	слабо выраженный		3
	невыраженный, «пустой»		2
	посторонний		1
Вкус	типичный, очень хорошо выраженный		5
	типичный, хорошо выраженный		4
	типичный, слабо выраженный		3
	«пустой» вкус		2
	посторонний привкус		1