

На правах рукописи



ГУМЕРОВ Тимофей Юрьевич

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ
КАЧЕСТВА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ДЛЯ
ЛИЦ, РАБОТАЮЩИХ В ОСОБО ВРЕДНЫХ УСЛОВИЯХ ТРУДА**

Специальность 4.3.3. Пищевые системы

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Казань – 2023

Диссертационная работа выполнена на кафедре технологии пищевых производств ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Научный консультант: доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии пищевых производств ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»
Мингалеева Замира Шамиловна

Официальные оппоненты: **Николаева Мария Андреевна**
доктор технических наук, профессор, профессор кафедры международной коммерции «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ»

Елисеева Людмила Геннадьевна
доктор технических наук, профессор, профессор кафедры товароведения и товарной экспертизы ФГБОУ ВО «Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова»

Леонова Светлана Александровна
доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», кафедра технологии общественного питания и переработки растительного сырья

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»

Защита диссертации состоится «01» марта 2024 г. в 10 ч. 00 мин. на заседании диссертационного совета по защите докторских и кандидатских диссертаций 24.2.353.05 при ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» по адресу: 302020, г. Орел, Наугорское шоссе, д. 29, ауд. 212.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на официальном сайте ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» (<http://oreluniver.ru>).

Отзывы на автореферат, заверенные печатью организации направлять в диссертационный совет по адресу: 302026 г. Орёл, ул. Комсомольская д. 95. E-mail: Simonenkova1@mail.ru

Объявление о защите диссертации и автореферат диссертации размещены на официальном сайте ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» <http://oreluniver.ru> и в сети интернет на сайте Министерства образования и науки РФ: <http://vak.ed.gov.ru> «27» ноября 2023 года.

Автореферат разослан «20» декабря 2023 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
к.т.н., доцент



А.П. Симоненкова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. В соответствии с утвержденными правительственными документами: «*Стратегия повышения качества пищевой продукции в РФ до 2030 года*», «*Стратегия социально-экономического развития Республики Татарстан до 2030 года*», «*Об актуальных проблемах оптимизации питания населения России: роль науки*», ФЗ «*О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения*», приказа № 291н от 12 мая 2022 года «*Об утверждении перечня вредных производственных факторов с вредными условиями труда на рабочих местах ...*» - рационализация питания на промышленных предприятиях, профилактика профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний являются важными в области стратегии развития здравоохранения, пищевой и перерабатывающей промышленности.

Обеспечение устойчивого снабжения населения высококачественной продукцией на объектах общественного питания промышленных предприятий особенно необходимо для коррекции пищевых рационов лиц, работающих в особо вредных условиях труда с целью формирования правильного, всесторонне сбалансированного питания с учетом физиологических рекомендуемых норм потребления.

Организация питания на промышленных предприятиях имеет большое значение в мероприятиях по снижению и профилактике неблагоприятных условий труда. Наиболее эффективным и доступным путем улучшения обеспечения трудящихся необходимыми нутриентами является разработка новых улучшенных видов продукции общественного питания. Поэтому разработка рецептур и технологий такой продукции является в настоящее время актуальной задачей.

Все это свидетельствует о необходимости внедрения наукоемких подходов и инновационных решений, направленных на оптимизацию питания рабочих коллективов промышленных предприятий с учетом принципов здорового питания, расширения ассортимента обогащенной продукции, отвечающей современным требованиям качества и безопасности.

Значительный теоретический и практический вклад в решение задач оптимизации питания работников в условиях воздействия особо вредных производственных факторов внесли Агбальян Е. В., Бейлин С. М., Жилиев Н. С., Кулкыбаев Г. А., Овчарова К. В., Скальная М. Г., Суюнов Ш. Н., Тихонов Д. А., Трихина В. В., Трофимов С. А., Чичкалюк В. А., Bao H., Hari S.K., Hilario Garcia A. L., Hu S., Pathak S., Schmitzer V., Silva Kahl V. F., Sircelj H., Thandavan S.P., Wang Z. и другие.

Анализ научной литературы с целью определения приоритетных направлений развития технологий пищевой продукции, показал перспективность инновационных подходов к применению злаковых культур и растительного сырья в технологических решениях по производству новых видов продукции для коррекции пищевых рационов, работающих в особо вредных условиях труда.

Степень разработанности темы исследования. Современному видению концептуального проектирования пищевых продуктов, совершенствованию их тех-

нологий, особенностям производства и рынка, посвящены работы Алёхиной Н. Н., Артемовой Е. Д., Давыденко Н. И., Дерканосовой Н. М., Ивановой Т. Н., Корячкиной С. Я., Лосевой А. И., Маюрниковой Л. А., Новоселова С. В., Пастушковой Е. В., Поляковой Е. Д., Янковской В. С. и др.

Как показывает анализ результатов научных исследований, малоизученными остаются вопросы организации лечебно-профилактического питания на крупных производственных объектах и оптимизации рационов питания лиц, работающих в особо вредных условиях труда. Это в свою очередь связано с низкой эффективностью использования имеющихся научных разработок. В связи с этим внедрение этапов рационализации питания (в том числе создание специализированной продукции) работающих в особо вредных условиях труда является актуальным и своевременным.

Объектами исследования являлась пищевая продукция – специализированные батончики с заданными свойствами (8 модификаций, обогащенные функциональными ингредиентами) для питания лиц, работающих в особо вредных условиях труда, которые обусловлены выделением в окружающую среду следующих ксенобиотиков: амино- и нитросоединения бензола; соединения свинца; хром и хромосодержащие соединения; радиоактивные вещества и ионизирующее излучение; сероуглерод; соединения фтора, щелочные металлы и хлор; ртуть и ее неорганические соединения; вредные соединения мышьяка и фосфора.

Цель и задачи исследований. Цель диссертационного исследования заключалась в научно-практическом обосновании формирования качества специализированных продуктов питания на основе зерна хлебных злаков и других растительных ингредиентов для коррекции рационов питания лиц, работающих в особо вредных условиях труда.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- провести анализ структуры профессиональной заболеваемости работников во вредных условиях труда,
- оценить качество питания в столовых производственных предприятий и выявить отношение работников к функциональным и специализированным пищевым продуктам;
- оптимизировать рецептурный состав специализированной продукции (8 модификаций) с использованием зерновой основы, других растительных компонентов и масел методом корреляционно-регрессионного анализа;
- разработать общую блок-схему производства и технологические схемы приготовления отдельных видов специализированных батончиков;
- исследовать химический состав и показатели качества специализированной продукции;
- установить биологическую ценность и биологическую эффективность специализированных батончиков, а также степень удовлетворения суточной потребности в макронутриентах разработанной продукции;
- определить витаминный и минеральный состав специализированной продукции;

- разработать методологию органолептической оценки специализированной продукции;
- провести оценку физико-химических показателей качества, антиоксидантной активности готовой продукции и их изменение в процессе хранения;
- выявить антитоксический эффект на тест-объекте *Paramecium caudatum* и жизнеспособность клеточной культуры *Saccharomyces cerevisiae* в среде с резазурином на экстрактах готовых образцов специализированных батончиков;
- определить эффективность доклинических исследований на лабораторных животных и клинических исследований работников (трудящихся) добровольцев;
- разработать техническую документацию и провести промышленную апробацию разработанной специализированной продукции;
- провести социально-экономическое обоснование, рассчитать конкурентный потенциал и себестоимость специализированных батончиков.

Научная концепция исследования. На основании выполненных исследований разработаны и обоснованы теоретические и практические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение, свидетельствующее о значительном вкладе в направление оптимизации питания населения и расширение ассортимента специализированной продукции, отвечающей современным требованиям качества и безопасности.

Научная концепция основывается на комплексном подходе к разработке пищевой продукции для лиц, работающих в особо вредных условиях труда, и учитывает:

- разработку отдельных видов специализированных батончиков направленного лечебно-профилактического действия, адаптированных к потребностям определенной категории работающих;
- оценку качества разработанных батончиков по органолептическим, физико-химическим показателям, химическому составу, биологической ценности и безопасности готовой продукции;
- внедрение на объекты общественного питания предприятий с промышленной ориентацией регионального развития разработанных батончиков с целью коррекции существующих пищевых рационов лиц, работающих в особо вредных условиях труда.

Научная новизна. Получены данные, характеризующие фактическое питание и обеспеченность нутриентами работающих на предприятиях с особо вредными условиями труда (АО «Нэфис Косметикс», ОАО «Казанский завод электроприбор», АО «Верхнекамская Калийная Компания»), которые подтверждают необходимость актуализации профилактических мероприятий с использованием фактора питания, направленного на повышение работоспособности и сохранения здоровья.

Сформулированы и обоснованы принципы разработки отдельных видов специализированной пищевой продукции (батончики) направленного лечебно-профилактического действия с целью исключения негативного влияния особо вредных факторов при работе с соединениями свинца; amino- и нитросоединениями бензола; хромом и его соединениями; радиоактивными веществами и ионизи-

рующим излучением; фтором, щелочными металлами, хлором; сероуглеродом; мышьяком, фосфором; ртутью и ее соединениями.

Разработана общая блок-схема приготовления специализированной продукции на предприятиях общественного питания, которая включает подготовку оборудования, разработку рецептур и технологического цикла производства.

Установлен общий химический состав образцов разрабатываемых батончиков, которые являются источником пищевого белка и пищевых волокон (ПВ).

Определены показатели безопасности пищевой продукции на основе хлебных злаков в соответствии с требованиями технического регламента Таможенного союза ТР ТС 021/2011.

Установлены показатели энергетической и биологической ценности, определены интервалы нормы за счет минорных компонентов пищи, а также биологически активных веществ различных видов специализированных батончиков.

На основе структурно-механических и геометрических признаков разработана методология и шкала балльной оценки исследуемых батончиков, с учетом которой представлена суммарная оценка органолептических показателей готовой продукции работниками предприятий. Методом QFD развертывания функции качества построены таблицы-матрицы «Дом качества».

Исследованы антитоксический эффект с определением индекса выживаемости *P.caudatum* и жизнеспособности клеточной культуры *S.cerevisiae* в среде с резазурином при добавлении экстрактов в разработанные батончики и модельные растворы токсикантов (МРТ). Определена антиоксидантная активность и её изменения в процессе хранения. Доклинические исследования батончиков на лабораторных животных (белые нелинейные крысы) подтвердили отсутствие хронической токсичности и показали положительную динамику прироста живой массы тела более чем на 2–4 % по сравнению с животными контрольной группы. Абсолютная масса внутренних органов достоверно не отличалась от контрольных показателей, увеличение общего белка в сыворотке крови коррелирует с массой тела животных, гепатоспецифические ферменты (АЛТ и АСТ), отражающие состояние печени и сердечной ткани не увеличивают своей активности. Доказана специализированная направленность и эффективность разработанной продукции (батончиков) в экспериментах и натуральных исследованиях путем включения их в рационы питания; исследованы биохимические и клинические показатели, подтверждающие снижение негативного воздействия ксенобиотиков на организм человека; обоснованы значения пищевого фактора в профилактике производственно-обусловленных неинфекционных заболеваний.

Методология и методы исследований. Исследования проводились с применением теоретических, эмпирических и практических методов современной нутрициологии, базирующихся на комплексе методов познания и естественнонаучных закономерностях. В работе применялись современные маркетинговые, социологические, органолептические, физико-химические, инструментальные, микробиологические и медико-биологические методы анализа, а также методы оценки качества, безопасности и функциональной направленности пищевой продукции.

Положения, выносимые на защиту: - результаты анализа структуры профессиональной заболеваемости работников во вредных условиях труда и оценки качества питания в столовых производственных предприятий;

- данные об оптимизации и совершенствовании рецептурного состава специализированных батончиков (8 модификаций) направленного лечебно-профилактического действия методом корреляционно-регрессионного анализа;

- совокупность экспериментальных данных по органолептическим, физико-химическим показателям, химическому составу, биологической ценности разработанных батончиков;

- экспериментальные данные по антиоксидантной активности, антитоксическому эффекту на тест-объекте *Paramecium caudatum* и жизнеспособности клеточной культуры *Saccharomyces cerevisiae* в экстрактах разработанных батончиков при оценке качества готовой продукции;

- результаты оценки безопасности, эффективности и специализированной направленности батончиков в экспериментальных и клинических исследованиях с включением их в программу по рационализации питания работающих в особо вредных условиях труда промышленных предприятий;

- результаты оценки конкурентного потенциала и социально-экономической эффективности разработанных батончиков.

Теоретическая и практическая значимость. *Теоретическая значимость* диссертационной работы состоит в обосновании эффективности принципов здорового питания за счет внедрения пищевой продукции с заданными характеристиками для обсуждения и дальнейшего изучения роли фактора питания с применением специализированных батончиков для питания лиц, работающих в особо вредных условиях труда.

Пищевые композиции, разработанные на основе злаковых культур, плодово-ягодного и овощного сырья, растительных масел, вкусоароматических добавок, могут быть использованы с целью обогащения незаменимыми нутриентами продуктов массового потребления (хлеб, пряники, галеты, сухарные изделия, печенье). Полученные зависимости и закономерности позволили сформировать новые знания, используемые в учебном процессе при реализации дисциплин для подготовки бакалавров и магистров по направлениям 19.03.02, 19.04.02 – «Продукты питания из растительного сырья», 19.03.04 и 19.04.04 – «Технология продукции и организация общественного питания», в программах повышения квалификации по направлениям «Адаптивная нутрициология для различных групп населения», «Техносферная безопасность», подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 4.3.3. *Пищевые системы*, а также при изучении дисциплины «Безопасность жизнедеятельности», выполнение курсовых работ (проектов), ВКР и диссертаций. Результаты исследований актуальны для совершенствования процессов моделирования технико-технологических и организационно-экономических решений в области разработки пищевой продукции, систем поддержки принятий управленческих решений при организации здорового питания лиц, работающих в особо вредных условиях труда.

Практическая значимость работы. На основании полученных материалов разработаны и утверждены комплекты технической документации: Продукт из зерновых культур «Батончики злаковые» – ТУ 10.61.33-001-112205-2021; Изделия, специализированные «Злаковые батончики» – ТУ 10.61.33-015-108111-2021; Продукт зерновой «Злаковый батончик» – ТУ 10.61.33-009- 23333135-2020; Изделия специализированные, обогащенные микронутриентами «Злаковые батончики» – СТО 49612599-001-2020. Разработаны и утверждены технико-технологические карты и технологические схемы на специализированную продукцию. Получена декларация соответствия требованиям технического регламента Таможенного союза ТР ТС 021/2011 ЕАЭС N RU Д-РУ.ЗА01.В.67168/21. Получено решение главного врача ГАУЗ «РЦОЗ и МП» Министерства Здравоохранения РТ о специализированном статусе рассматриваемой пищевой продукции. Промышленная апробация проведена на АО «Булочно-кондитерский комбинат» (г. Казань), АО «Данон-Россия» филиал «Чеховский» (Московская область), ООО «Атнинская пекарня» (РТ, с. Большая Атня), ООО «Кухня-Сити» (г. Казань); в испытательных лабораториях ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии РТ» и ФБУ «ЦСМ Татарстан». Разработанные специализированные батончики внедрены в рационы питания работающих на АО «Нэфис Косметикс», ОАО «Казанский завод Электроприбор» и АО «Верхнекамская калийная компания». Новизна и практическая значимость предлагаемых технических решений подтверждена 8 патентами РФ на изобретения (RU №№ 2649875, 2685900, 2681104, 2706192, 2649882, 2706159, 2712697, 2750121).

Степень достоверности результатов работы. Достоверность полученных результатов подтверждается применением современных методов анализа, сериями опытов, математической и статистической обработкой полученных результатов, апробацией результатов исследований в промышленности, доклинической и медико-клинической оценкой готовой продукции, а также обсуждением и публикацией материалов на конференциях, симпозиумах, публикациями статей в рецензируемых журналах Scopus, Web of Science, ВАК РФ..

Апробация результатов исследований. Основные положения и результаты диссертационного исследования представлены в рецензируемых журналах Scopus, Web of Science, ВАК РФ и обсуждены на конференциях, симпозиумах различного уровня в городах: Астрахань, Барнаул, Бийск, Воронеж, Казань, Краснодар, Курган, Курск, Майкоп, Махачкала, Минск, Москва, Омск, Пермь, Санкт-Петербург, Саратов, Светлый Яр, Севастополь, Сочи, Тюмень, Уфа, Химки (Московская область), Челябинск, Ярославль и др. в период с 2010 по 2023 г.

Публикации. По материалам диссертации опубликованы 92 научные работы, из них 2 монографии, 7 статей в изданиях, индексируемых в международных базах цитирования Scopus и Web of Science, 16 статей в журналах, включенных в перечень ВАК РФ, 4 учебных пособия, 55 публикаций в других центральных изданиях, материалах конференций международного и всероссийского уровней, сборниках научных трудов; получено 8 патентов на изобретения РФ.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация состоит из: введения, 8 глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена

на 296 страницах компьютерного текста, содержит 66 рисунков и 102 таблицы. Список литературы включает 512 наименований, в том числе 64 иностранных источника. Приложения к диссертации представлены на 92 страницах.

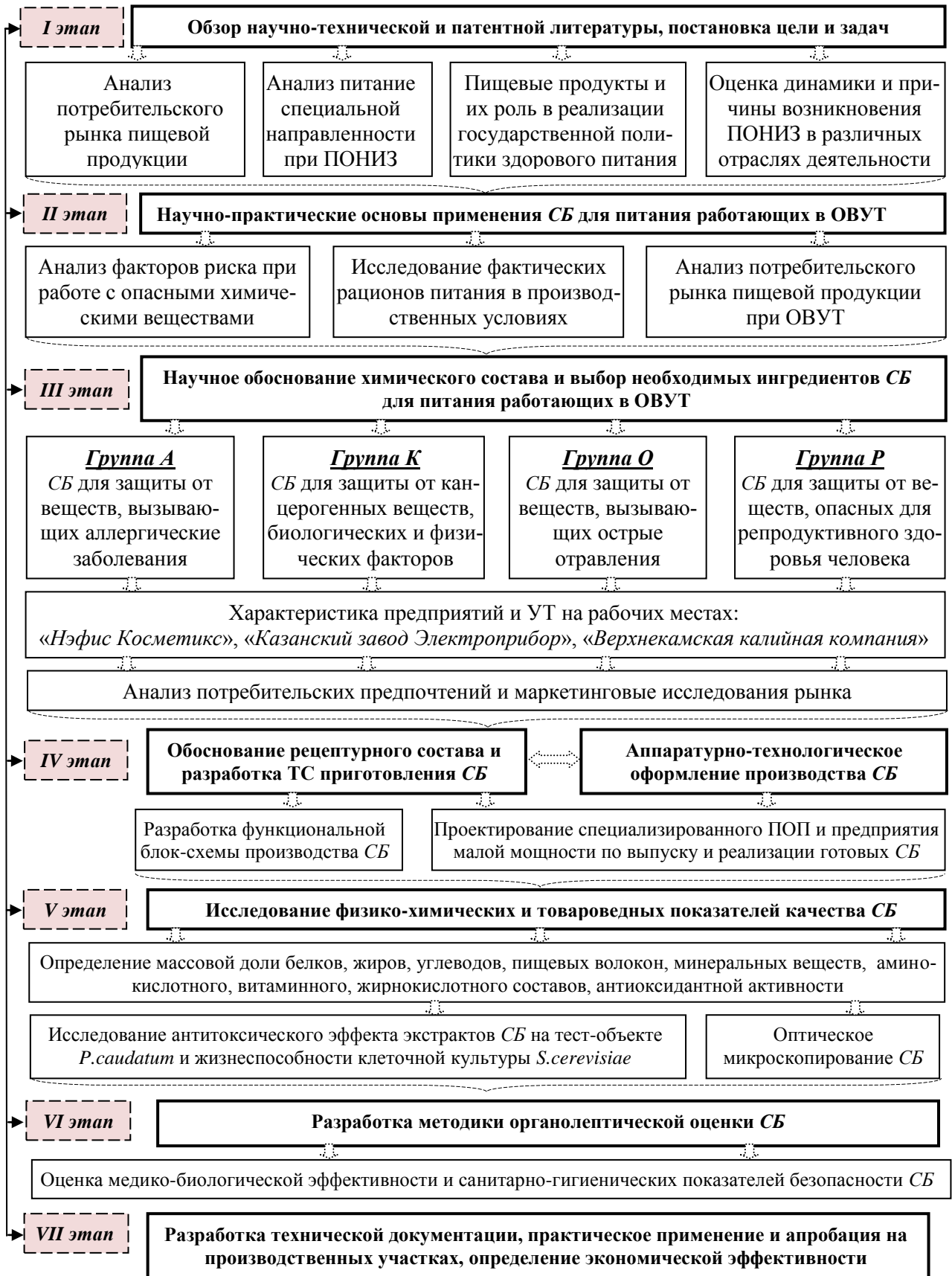
Основное содержание работы

Во **введении** обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи, научная новизна, теоретическая, практическая значимость и положения, выносимые на защиту.

Глава 1. Обзор литературы по теме исследования. Показана значимость рационов питания в системе профилактических мероприятий по снижению влияния неблагоприятных условий труда на здоровье работающих в производственных условиях. Рассмотрены динамика и причины возникновения профессиональных заболеваний в Российской Федерации, Республике Татарстан по различным сферам экономической деятельности. Проведенный анализ показал значительные трудовые потери, связанные с неудовлетворительными условиями труда и воздействием особо вредных производственных факторов (ОВПФ). Выявлено, что для оптимизации фактических пищевых рационов работников предприятий в условиях влияния ОВПФ перспективным и доступным является реализация направления по разработке и внедрению качественно новой пищевой продукции с заданными характеристиками.

Глава 2. Объекты и методы исследований. Структура диссертационной работы включает семь логически взаимосвязанных этапов, содержание которых отражено на рисунке 1. Основные этапы исследования проводились автором в лабораториях кафедры технологии пищевых производств и лабораторном комплексе «НаноАналитика» ФГБОУ ВО «КНИТУ», в специализированных лабораториях: а) федерального центра токсикологической, радиационной и биологической безопасности, б) центра гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан, в) государственного регионального центра стандартизации, метрологии и испытаний, г) АО «Булочно-кондитерский комбинат», д) АО «Данон Россия» филиал «Чеховский», е) ООО «Предприятие «Лабмед». Экспериментальные исследования осуществлялись с использованием общепринятых и стандартных методов оценки качества, безопасности и профилактической направленности специализированных батончиков (СБ). Установление оптимального состава образцов проводилось с использованием ротатабельного плана второго порядка Бокса-Хантера для двухфакторного анализа. Построение графиков по результатам статистической обработки проводили в программах «STATISTIKA» и «MS Excel».

Физико-химические показатели качества СБ определяли методами: атомно-абсорбционной спектрометрии (содержание микроэлементов); ВЭЖХ (содержание аминокислот); контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище; определения массовой доли нутриентов; ферментативно-гравиметрического анализа (содержание пищевых волокон); определения кислотности и золы, согласно установленными ГОСТами методами. Степень удовлетворения суточного потребления нутриентов определялась по МР 2.3.1.0253-21. Оптическая микроскопия СБ изучалась на микроскопе NIKON Eclipse LV 100 DA;



СБ – специализированные батончики; ПОНИЗ – производственно-обусловленные неинфекционные заболевания; ОВУТ – особо вредные условия труда; ТС – технологические схемы

Рисунок 1 – Структурная схема проведения исследований

содержание сахаров в готовых изделиях анализировались на хроматографе PerkinElmer Flexar. Антиоксидантная активность экстрактов образцов определялась феррицианидным методом, антитоксический эффект – на тест-объекте монокультуре *P. caudatum*. Хроническая токсичность *СБ* изучалась на белых нелинейных крысах.

Исследование жизнеспособности клеточной культуры *S. cerevisiae* проводилось на питательной среде с добавлением экстрактов *СБ*, резазурина и МРТ. Микробиологические показатели качества разработанной продукции определялись методами выявления и подсчета микроорганизмов. Санитарно-гигиенические показатели качества *СБ* изучались с помощью: ВЭЖХ, инверсионно-вольтамперометрического метода, беспламенной атомной абсорбции и иммуноферментного определения микотоксинов в продуктах питания.

Объектами исследования являлись специализированные батончики, вырабатываемые из базовых (клетчатка пшеничная, отруби овсяные), вспомогательных (различные виды муки и масел) и других ингредиентов, обогащенных витаминами, микро- и макронутриентами. Образцы были разделены на четыре группы по принципу защиты от воздействия особо вредных производственных факторов (ГОСТ 12.0.003-2015, приказ № 988н/1420н от 31.12.2020 г) (рисунок 2).



Рисунок 2 – Обозначение образцов

Глава 3. Маркетинговые исследования качества питания и профессиональных заболеваний лиц, работающих в особо вредных условиях труда. Представлены общие сведения и дана характеристика специальной оценки условий труда на рабочих местах промышленных предприятий (таблица 1). Проведены исследования потребительских предпочтений работников предприятий в отношении качества рационов питания, представленных в меню производственных столовых в соответствии с ГОСТ Р 54732-2011/ISO/TS 10004:2010, ГОСТ Р 56036-2014, ГОСТ Р ИСО 10004-2020 и ГОСТ Р ИСО 20252-2014. Маркетинговые исследования рынка и тематический патентный поиск позволили выявить, что специализированные батончики, разрабатываемые в данном диссертационном исследовании, не имеют аналогов. Выявление потребительских предпочтений работников предприятий, проводилось методом опроса 533 респондентов (с трех предприятий). Метод формирования выборки – выборочный, неслучайный, направленный.

Таблица 1 – Характеристика предприятий

Название	Общие сведения	Оценка условий труда
I – «Нэфис Косметикс» г. Казань, ул. Тукая, 150	Широкий ассортимент бытовой химии, парфюмерно-косметических средств и продукции производственно-технического назначения	3 класс вредности – тяжесть и напряженность трудового процесса; химический фактор и микроклимат (146 чел)
II – «Казанский завод электроприбор» г. Казань, ул. Ершова, 20	Производство, ремонт и обслуживание систем и приборов для воздушных судов всех типов, спецтехники, агрегатов для газоперекачивающих станций	3 класс вредности – тяжесть и напряженность трудового процесса; химический фактор (231 чел)
III – «Верхне-камская Калийная Компания» г.Березники, ул. Гагарина, 10	Ведущий производитель минеральных удобрений, калийно-магниевых солей и реализация калийной сырьевой базы	3 класс вредности – тяжесть и напряженность трудового процесса; химический фактор (156 чел)

Для проведения исследования были разработаны анкеты, включающие как закрытые, так и открытые вопросы. Обработка анкет проводилась с помощью программы Microsoft Excel. На рисунке 3 представлены данные опроса респондентов.

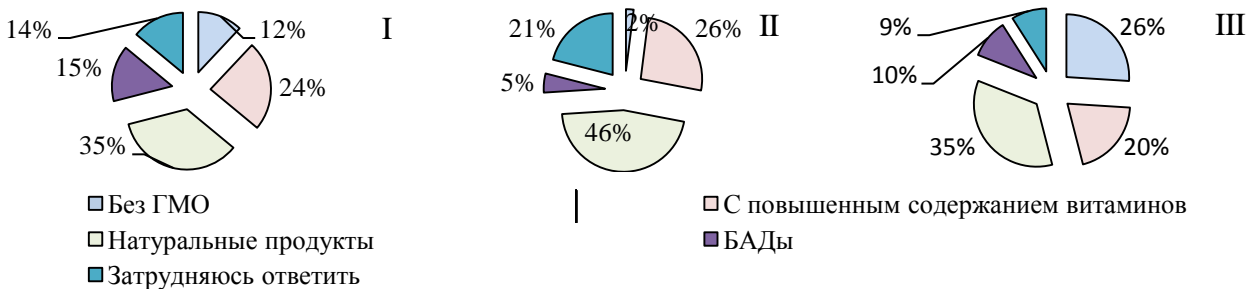


Рисунок 3 – Результаты опроса работников предприятий о предпочтениях специализированных пищевых продуктов

Установлено, что наиболее популярными ответами респондентов об ассортименте специализированных пищевых продуктов являются «Продукты натуральные» и с «Повышенным содержанием витаминов». При этом отмечено количество работников, которые затруднялись ответить: 14 %, 21 % и 9 % для I, II и III предприятий соответственно. Анализ отношения работников к специализированным продуктам питания показал, что большинство из них положительно относятся к подобной продукции. На рисунке 4 показано распределение ответов респондентов и их отношение к продуктам, обогащенным функциональными пищевыми ингредиентами.

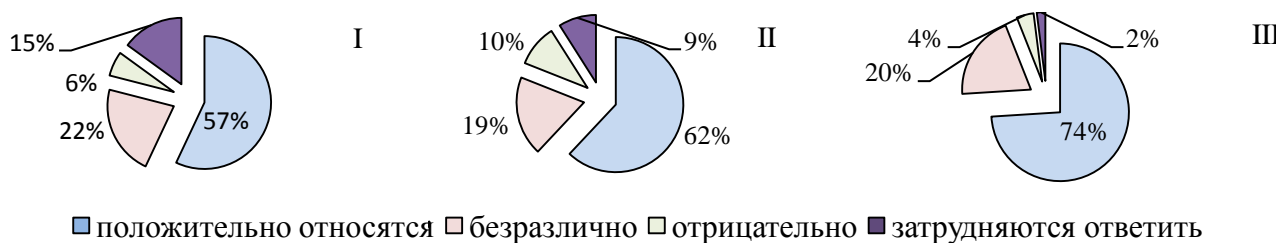
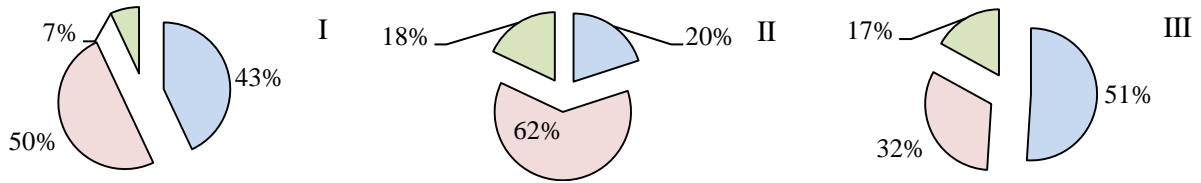


Рисунок 4 – Отношение респондентов к продуктам с функциональными ингредиентами

Предпочтения респондентов по выбору функциональных пищевых ингредиентов для обогащения продуктов питания свидетельствует о необходимости дополнения к существующим рационам питания продуктов с заданными свойствами и обогащенными функциональными ингредиентами (рисунок 5).



■ витамины и минеральные вещества ■ антиоксиданты и пищевые волокна ■ белковые добавки

Рисунок 5 – Предпочтения работников предприятий по выбору пищевых ингредиентов для обогащения продуктов питания

Анализ полученных при опросе данных позволил установить, что для уменьшения профессиональных заболеваний и улучшения условий труда на рабочих местах необходимо внедрять в рационы питания работников пищевую продукцию с заданными характеристиками. К подобной продукции можно отнести специализированные батончики, повышающие адаптивные и защитные системы организма, усиливающие детоксикационные свойства и препятствующие всасыванию чужеродных и токсичных элементов.

Глава 4. Оптимизация и совершенствование рецептурного состава и технологии батончиков. Разработаны пищевые композиции на основе зерновых культур, вкусоароматических добавок, различных видов растительных масел, плодово-ягодного и овощного сырья для внедрения на предприятия с особо вредными условиями труда. На этапе разработки пищевой композиции и выбора сырьевых компонентов уделялось предпочтение более доступному сырью, и учитывался физико-химический состав всех ингредиентов.

Рецептурный состав *СБ* определен с помощью метода корреляционно-регрессионного анализа. Значимость коэффициентов уравнений регрессии оценивали с использованием критерия Стьюдента, а оптимальное соотношение рецептурных ингредиентов *СБ* – путем геометрической интерпретацией полученных функций и изучением поверхностей откликов.

Поверхности откликов, характеризующие зависимости баллов органолептического анализа от количества базовых и вспомогательных компонентов – *Z1* и количество смеси ягодно-овощных ингредиентов, масла и вкусоароматических добавок – *Z2*, представлены на рисунке 6.

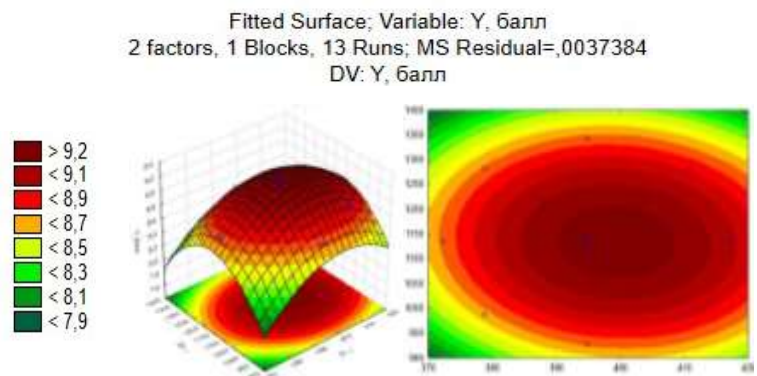


Рисунок 6 – Поверхность отклика, характеризующая зависимость баллов органолептического анализа от количества ингредиентов

Рецептурные составы *СБ* представлены в таблицах 2 и 3, технологические режимы приготовления в таблице 4. Данные подтверждены 8 патентами РФ.

Таблица 2 – Рецептурный состав специализированных батончиков группы А и К

Наименование сырья		Масса, г		Наименование сырья		Масса, г	
		брутто	нетто			брутто	нетто
А1/ А2				К1 / К2			
Отруби пшеничные		100 / 150	100/150	Отруби пшеничные		135/159,2	135/159,2
Клетчатка овсяная		70 / 90	70 / 90	Клетчатка овсяная		60/44,6	60/44,6
мука	кукурузная /расторопши	50 / 80	50 / 90	мука	льняная/кунжутная	50/19,1	50/19,1
	полбяная / ячменная	40 / 80	40 / 80		чечевичная/гречневая	85/51	85/51
лук репчатый / семена льна		65 / 50	60 / 50	имбирь / семена тыквы		40/24,4	35/22,3
артишоки / фенхель		80 / 45	70 / 45	анис / курага		30/70,5	30/63,7
сельдерей / авокадо		80 / 45	70 / 45	репа / финики		75/70,2	70/63,7
кориандр / хлорелла		20 / 65	20 / 65	шпинат / изюм светлый		31/33,6	30/31,8
люцерна молотая / терн		30 / 60	30 / 60	брюква / свекла свежая		99/65,3	95/63,7
укроп / тыква		54 / 50	50 / 50	груши / ч/п рябина		68/43,1	65/41,4
морковь / петрушка		75 / 40	60 / 40	чернослив / ламинария		70/63,7	70/63,7
брокколи / майоран		83 / 30	80 / 30	шиповник / смородина		53/192,1	50/191,1
голубика / кедровые ядра		50 / 40	50 / 40	спирулина / яблоко		50/99,5	50/95,5
крыжовник / морошка		40 / 50	40 / 50	рябина / мед		17/44,6	15/44,6
ежевика/ малина		50 / 40	50 / 40	укроп / -		32/-	30/-
сассапариль / батат		100 / 45	100 / 45	зеленый горошек / -		60/-	60/-
Масло арахисовое / соевое		60 / 40	60 / 40	льняное / сливочное		70/44,6	70/44,6

Таблица 3 – Рецептурный состав специализированных батончиков группы О и Р

Наименование сырья		Масса, г		Наименование сырья		Масса, г	
		брутто	нетто			брутто	нетто
1		2	3	4		5	6
О1/ О2				Р1 / Р2			
Отруби пшеничные		160 / 100	160 / 100	Отруби пшеничные		100/100	100/100
Клетчатка овсяная		80 / 50	80 / 50	Клетчатка овсяная		60/60	60/60
мука	Гороховая /бурого риса	60 / 60	50 / 60	мука	рисовая/амарантовая	50/60	50/60
	маш / пшенная	45 / 70	40 / 70		арахисовая/нутовая	35/60	35/60
кунжут / салат-латук		60 / 30	60 / 25	кунжут / тмин черный		25 / 30	25 / 30
бадьян / ламинария		10 / 125	10 / 125	хлорелла / кардамон		15 / 30	15 / 30
жимолость / петрушка		62 / 75	55 / 70	кокосовая стр. / редис		30/85	30/75
кумкват / морковь		40 / 70	30 / 60	финики / спирулина		55/50	50 / 50
корень дягиля / имбирь		50 / 60	40 / 50	изюм/орех бразильский		53 / 36	50/35

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
ламинария / чеснок	40 / 35	40 / 30	свекла / пастернак	60 / 70	50 / 60
семена подсолнуха/ спаржа	40 / 60	40 / 60	шиповник / фасоль стр.	50 / 70	50 / 60
кольраби / сассапариль	75 / 100	60 / 100	хлорелла / базилик	50 / 83	50 / 75
лимонная цедра / яблоко	20 / 55	20 / 40	клубника / ирга	167 / 83	165 / 75
черника / тмин	90 / 30	90 / 30	яблоко / портулак	115 / 45	100 / 40
грейпфрут / семена льна	110 / 55	90 / 55	мед / корень лопуха	70 / 65	70 / 55
баклажан / куркума	85 / 35	70 / 35	кинза / брусника	32 / 80	30 / 75
Масло кукурузное/льняное	65 / 50	65 / 50	сливочное / кунжутное	70 / 60	70 / 30

Таблица 4 - Технологические режимы приготовления образцов

Показатели	A1 / A2	K1 / K2	O1 / O2	P1 / P2
Выход теста, г	1171,8 / 1169	1214,6 / 1292,8	1229,5 / 1191,6	1215,9 / 1261,1
Влажность теста, %	33,9 / 32,7 ± 1,0	36,5 / 35,9 ± 1,0	31,4 / 32,4 ± 1,0	33,6 / 32,9 ± 1,0
Температура начальная, °С	28-29 / 28-29	28-29 / 28-29	28-29 / 28-29	28-29 / 28-29
Время отлежки, мин	24-29 / 25-30	25-30 / 22-27	22-27 / 25-30	25-30 / 22-25
Температура отлежки, °С	35-40 / 35-40	35-40 / 35-40	35-40 / 35-40	35-40 / 35-40
Время выпечки, мин	15-18 / 16-20	20-22 / 15-20	18-25 / 15-20	18-22 / 16-20
Температура выпечки, °С	180-185 / 180-185		180-185 / 180-185	
Кислотность изделия, град	1,5 / 2,4	1,8 / 1,9	2,3 / 1,9	1,3 / 2,1
Влажность изделия, %	8,2 / 7,8 ± 0,5	9,0 / 8,8 ± 0,5	7,4 / 7,7 ± 0,5	8,1 / 7,9 ± 0,5
Выход готового изделия, г	1040,5 / 1035,2	1073,7 / 1147,9	1102,5 / 1073,2	1081,9 / 1123,4
Упек, %	9,4 / 9,6	9,8 / 9,4	8,5 / 8,1	9,2 / 9,1

Как видно из таблиц 2–4, рецептурные составы образцов характеризуются индивидуальными технологическими режимами приготовления. Необходимо отметить, выход теста и готовых изделий зависит от ингредиентного состава; упек и влажность не превышают 10 %. Пищевая продукция вырабатывается в виде отдельных батончиков массой 0,03 кг и упаковывается с соблюдением требований и действующих нормативно-правовых актов. Полученные рецептуры *СБ* определяют целесообразность разработки технологии их приготовления в условиях предприятия, а также дальнейшего исследования на соответствие безопасности и определения физико-химических и органолептических показателей качества. На рисунке 7 представлена блок-схема производства специализированных батончиков.

Батончики формировались следующим образом: овощное пюре и ягодная масса готовились отдельно из промытого и очищенного сырья. Все ингредиенты, согласно рецептуре соединялись, затем добавлялось масло и тщательно перемешивалось в течение 5-7 мин при $T = 32-35$ °С до однородной массы. Полученная масса равномерно выкладывалась на противень, распределялась толщиной 9-

10 мм, отлеживалась и выпекалась в пекарном шкафу. Остывший корж нарезали и упаковывали по размеру батончика.

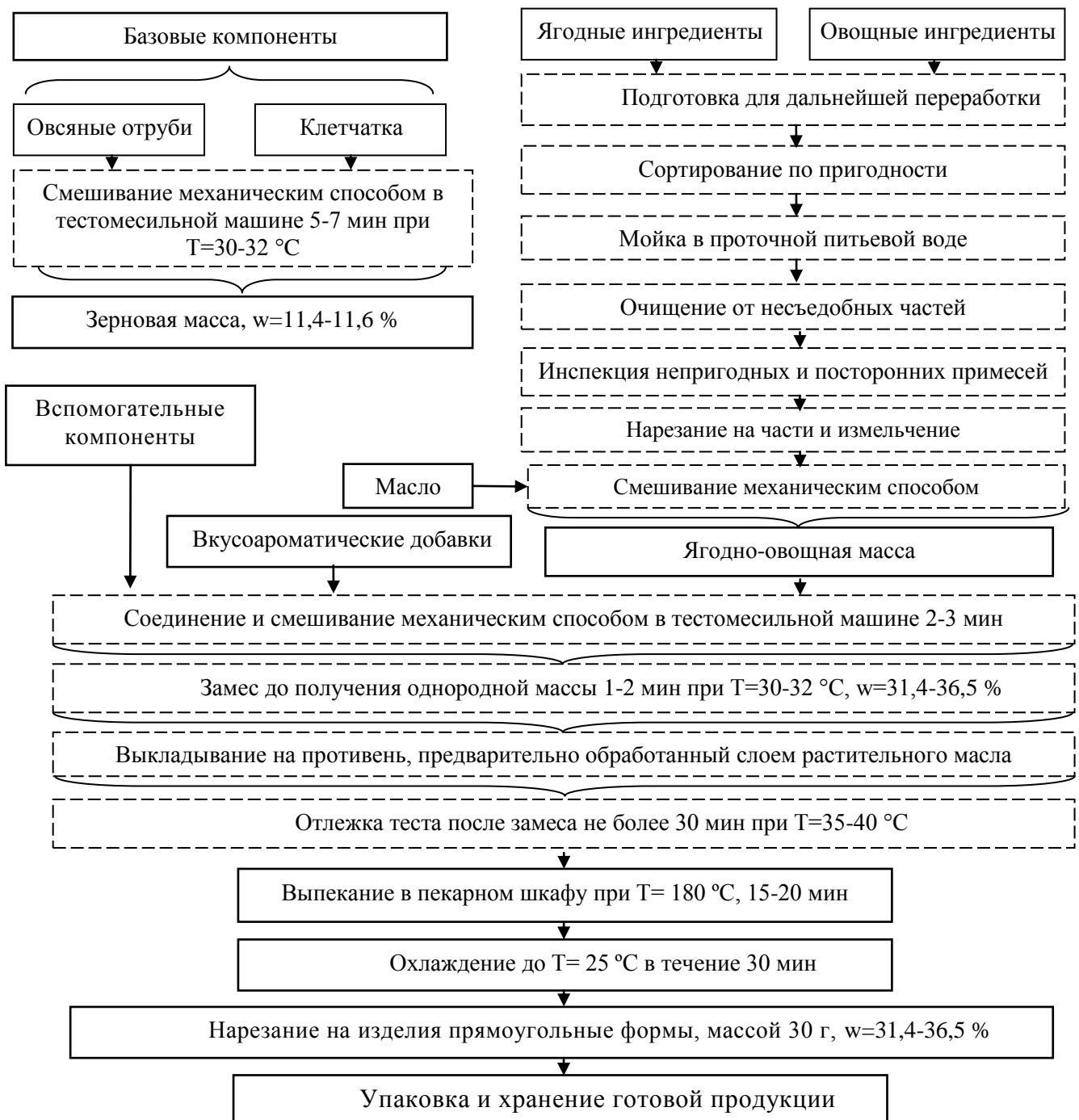


Рисунок 7 – Блок-схема производства специализированных батончиков

На основании представленных данных разработаны технологические схемы приготовления *СБ*. Установлено, что *СБ* характеризуются устойчивой структурой с равномерным распределением рецептурных компонентов. При массе батончиков 30 г крошливость составила менее 3%. В работе представлен проект по модернизации предприятия общественного питания в условиях промышленного объекта и проект отдельного предприятия малой мощности (мини-пекарня) по выпуску и реализации специализированной продукции с учетом специфики обслуживания

потребителей. Расход сырья на производство 100 кг пищевой продукции в производственных условиях, представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Расход сырья на производство 100 кг продукции

Ингредиенты	Образцы батончиков							
	A1	A2	K1	K2	O1	O2	P1	P2
Базовые и вспомогательные, кг	26	40	33	27,4	33	28	25,5	28
Фруктово-ягодные и овощные, кг	53	33,5	49	55,1	43,5	25,5	46,5	44
Масло, кг	6,0	4,0	7,0	4,5	6,5	5,0	7,0	6,0
Вкусоароматические, кг	15	22,5	11	13,1	17	41,5	22	22

Исследование химического состава специализированных батончиков. Проанализировав содержание макроэлементов, установлено, что все образцы, приготовленные в соответствии с разработанными рецептурами можно отнести к продукции, являющейся источником пищевого белка, так как его количество на 100 г составляет не менее 5 % от суточной (физиологической) нормы потребления (рисунок 8).

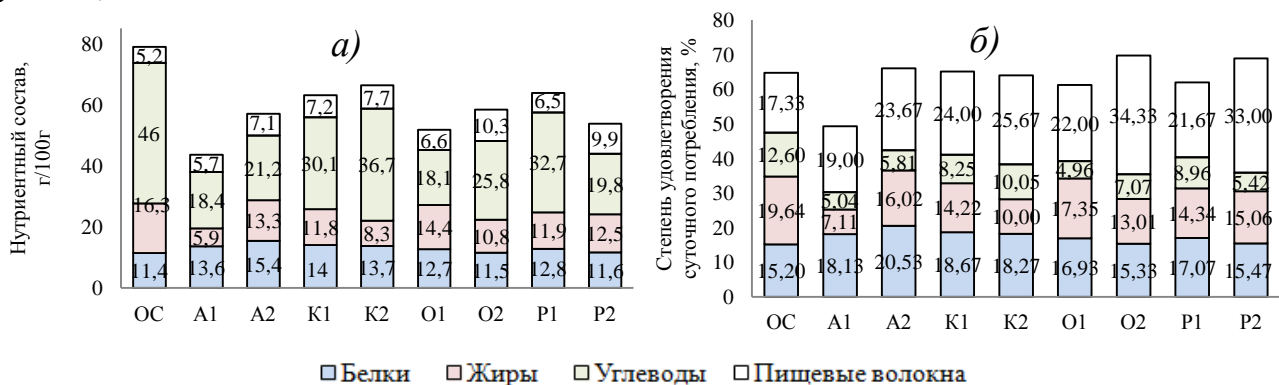


Рисунок 8 - Фактическое содержание а) нутриентный состав, б) степень удовлетворения суточной нормы потребления, % (согласно МР 2.3.1.0253-21)

В исследуемых образцах *СБ* содержание белка составляет 11,4-15,4 г/100 г, что соответствует 15-20 % суточной нормы потребления. По содержанию жира образец сравнения (ОС) характеризуется максимальным значением (16,3 г/100 г изделия), а для остальных образцов *СБ* находится в интервале от 5,9 до 14,4 г/100 г изделия. Степень удовлетворения суточной нормы потребления жира для всех образцов находится в интервале 7,1 – 17,4 %.

Для более детального изучения количественного содержания простых сахаров образцы были проанализированы на жидкостном хроматографе PerkinElmer Flexar. Полученные данные представлены в таблице 6. Максимальное содержание углеводов характерно для образца сравнения – 46,0 г/100 г изделия, а минимальное – для образцов А1, О1 и Р2 (18,4 г, 18,1 г, 19,8 г /100 г изделия, соответственно).

Употребление исследуемых *СБ* позволит обеспечить до 12 % суточной нормы потребления углеводов. Наибольшее содержание пищевых волокон обнаружено в образцах О2 и Р2 (10,3 и 9,9 г/100 г, соответственно), наименьшее в ОС (5,2 г/100 г), а для всех остальных - в интервале 5,5 – 7,7 г /100 г изделия. Максималь-

ная степень удовлетворения суточной нормы соответствует образцу O2, а для всех остальных образцов данный показатель составляет от 17 до 33 %.

При этом, согласно ГОСТ Р 55577-2013 образцы ОС и А1 можно отнести к пищевой продукции, являющейся *источником пищевых волокон*, а все остальные – к пищевой продукции с *высоким содержанием пищевых волокон*. Расчётные значения энергетической ценности исследуемых образцов представлены на рисунке 9.

На основе проведенных исследований выявлено, что разработанные рецептуры *СБ* отличаются высоким содержанием белка, пищевых волокон, меньшим количеством жира и простых сахаров.

Исследование биологической ценности и эффективности специализированных батончиков. Определены аминокислотный (АК) состав, аминокислотный скор (АКС) и биологическая ценность (БЦ) образцов *СБ* (таблицы 7 и 8).



Рисунок 9 – Энергетическая ценность специализированных батончиков

Из представленных таблиц 7 и 8 следует, что минимальное значение БЦ характерно для образца О1, а для всех остальных образцов находится в интервале 67–79 %. Максимальное значение индекса незаменимых аминокислот соответствует образцу О2. В работе установлено, что степень удовлетворения суточной потребности за счет употребления 100 г исследуемых образцов составила по валину/лейцину от 3 % (образцы ОС/А1) до 10 % (образцы О2/К1). Для остальных образцов – от 4 до 20 %. Наибольшее содержание всех заменимых АК наблюдается в образцах О2 и К1, а незаменимых в образцах О2 и А2. Образец ОС характеризуется минимальным их количеством (на 7-14 % меньше по сравнению со всеми исследуемыми образцами). Установлено, что у образцов ОС, К1 и К2 первой лимитирующей АК является валин, а для всех остальных (А1, А2, О1, О2, Р1 и Р2) – лейцин. При этом, образец О2 характеризуется наибольшим значением АКС по валину (63,3 %), а образец К1 наибольшим значением АКС по лейцину (40,7 %) и БЦ (80,4 %).

Таблица 6 – Количественное содержание простых сахаров в образцах *СБ*

Образцы	Содержание сахаров, мг/г		
	фруктоза	глюкоза	сахароза
А1	61,3	58,1	64,6
А2	68,4	55,2	88,4
К1	32,2	129,7	139,1
К2	83,2	144,7	164,3
О1	48,6	58,8	73,6
О2	76,5	87,3	94,2
Р1	59,8	69,8	197,4
Р2	54,3	63,9	79,8

Таблица 7 – Содержание заменимые / незаменимые АК, мг/100 г продукта

АК	ОС	А1	А2	К1	К2	О1	О2	Р1	Р2
Ala / Val	118/117	142/146	152/255	271/214	146/148	136/138	369/364	105/211	148/192
Asp / Ile	146/213	182/451	191/595	357/294	197/239	75/475	531/283	253/284	111/570
Gly / Leu	114/222	360/212	421/236	187/299	153/272	210/214	323/531	132/259	430/398
Glu / Lys	128/222	145/265	175/433	151/285	203/241	134/373	771/302	459/284	155/383
Pro / Met	115/125	370/119	415/121	145/169	114/118	353/113	351/124	104/114	398/113
Ser/Met+ Cys	116/239	312/217	512/240	181/288	151/229	295/221	281/236	117/248	345/217
Tyr / Thr	280/114	96/384	146/601	149/182	106/332	117/355	128/228	119/177	115/587
Cys / Trp	114/115	98/194	119/129	119/156	111/317	108/162	112/191	134/229	104/115
Arg* / Phe	133/216	182/112	153/241	251/169	147/115	116/107	386/201	227/95	128/275
His*/Phe+Tyr	118/496	124/208	154/387	167/318	231/221	120/224	144/329	156/214	145/390

* частично заменимые

Таблица 8 – Показатели биологической ценности образцов

Образцы	Аминокислотный скор, %								БЦ, %	Индекс незаменимых АК, %
	Val	Ile	Leu	Lys	Met+ Cys	Thr	Trp	Phe+ Tyr		
ОС	21,3	48,4	28,4	36,7	62,1	25,9	104,6	75,2	70,96	0,44
А1	18,5	33,3	11,6	29,3	45,6	24,6	142,6	25,5	70,18	0,31
А2	33,1	64,1	31,2	51,1	44,5	65,1	83,8	41,9	79,32	0,49
К1	30,6	52,5	40,7	37,1	58,8	32,5	111,4	34,9	80,4	0,46
К2	21,6	25,4	23,7	28,4	47,8	46,2	158,4	26,9	74,32	0,37
О1	37,5	73,8	24,1	53,4	49,7	69,9	127,6	29,4	65,91	0,51
О2	63,3	61,5	41,1	47,8	58,6	49,6	166,1	47,7	74,16	0,60
Р1	32,9	23,1	19,9	26,3	55,4	54,1	178,9	27,9	67,67	0,40
Р2	50,3	79,8	36,7	60,0	53,5	83,4	99,1	56,1	71,84	0,53

Изучив витаминный состав анализируемых образцов выявлено, что образец О2 отличается наибольшим содержанием жирорастворимых витаминов – ретинола, филлохинона и токоферола. Минимальное количество витаминов характерно для ОС. Наибольшее содержание тиамин наблюдается в образцах А1, А2 и К2, рибофлавина в образцах К1 и Р2, биотина, пантотеновой и никотиновой кислот в образце О2, фолиевой кислоты в образце Р2, а аскорбиновой кислоты в образце Р1. Максимальная степень удовлетворения суточной нормы потребления (100 г готового продукта) по ретинолу, филлохинону, токоферолу, пиридоксину, биотину, пантотеновой и никотиновой кислотам характерна для образца О2, а минимальная – ОС; по тиамину – для образцов А2 и К2, а по рибофлавину и фолиевой кислоте – для образца Р2; по аскорбиновой кислоте для образца Р1. Предложенные составы разработанных СБ отличаются повышенным содержанием всех заменимых и незаменимых АК и витаминов, обладают более высокими значениями АКС по валину и лейцину, а также БЦ по сравнению с образцом сравнения. При этом к категории «функциональные пищевые продукты» можно отнести образец О2 по содер-

жанию жирорастворимых витаминов, образцы А1, К2, О2 и Р1 по количеству триптофана и все остальные образцы (кроме ОС) по филлохинону.

Исследование жирнокислотного состава специализированных батончиков. Определение содержания основных жирных кислот (ЖК) – насыщенных, мононенасыщенных и полиненасыщенных, позволяет оценить их функции и баланс, а также прогнозировать профилактику различных заболеваний, которые активно развиваются при воздействии ОБУТ. В данном разделе определено общее содержание ЖК, приведено их сравнение с формулой «идеального» жира и проанализирован жирнокислотный состав образцов СБ (таблица 9).

Таблица 9 – Фактическое содержание жирных кислот в образцах

Образцы РСП, г/100 г	ОС	А1	А2	К1	К2	О1	О2	Р1	Р2
	ЖК, г/100 г продукта Соотношение жирных кислот в образцах, %								
<u>Насыщенные</u> max 33,6	-	<u>0,163</u> 29,96	<u>1,22</u> 31,32	<u>0,9</u> 27,02	<u>0,234</u> 31,25	<u>1,307</u> 30,39	<u>1,2114</u> 30,45	<u>2,013</u> 28,31	<u>3,58</u> 29,99
<u>Мононенасыщенные</u> min 30,2	-	<u>0,328</u> 30,29	<u>2,232</u> 57,30	<u>2,075</u> 62,30	<u>0,435</u> 58,09	<u>2,468</u> 58,40	<u>2,369</u> 59,54	<u>4,308</u> 60,59	<u>7,09</u> 59,40
<u>Полиненасыщенные</u> 20,2-37	-	<u>0,053</u> 9,74	<u>0,4434</u> 11,38	<u>0,356</u> 10,68	<u>0,0799</u> 10,67	<u>0,4507</u> 10,67	<u>0,3982</u> 10,01	<u>0,789</u> 11,10	<u>1,267</u> 10,61
формула «идеального» жира					30:60:10				
Жирнокислотный состав образцов									
Насыщенные, г/100 г продукта									
14:0 Миристиновая	-	0,04	0,045	0,032	0,025	0,024	0,25	0,78	0,90
16:0 Пальмитиновая	-	0,07	0,72	0,49	0,15	0,78	0,61	0,23	0,87
18:0 Стеариновая	-	0,04	0,29	0,31	0,077	0,23	0,31	0,73	1,35
20:0 Арахидиновая	-	0,07	0,09	0,042	0,060	0,14	0,029	0,24	0,26
22:0 Бегеновая	-	0,06	0,07	0,034	0,021	0,05	0,028	0,043	0,12
Мононенасыщенные, г/100 г продукта									
16:1 Пальмитолеиновая	-	0,3	0,16	0,25	0,10	0,20	0,25	0,93	1,94
18:1 Олеиновая	-	0,33	2,18	2,05	0,43	2,47	2,12	3,39	5,15
Полиненасыщенные, г/100 г продукта									
18:2 Линолевая	-	0,047	0,39	0,15	0,076	0,39	0,17	0,78	1,19
18:3 Линоленовая	-	0,03	0,058	0,21	0,030	0,053	0,23	0,025	0,078

В исследуемых образцах максимальное содержание всех насыщенных ЖК характерно только для образца Р2, при этом больше всего содержится стеариновой кислоты 1,35 г/100 г продукта, все остальные насыщенные ЖК для данного образца содержатся в интервале 0,12 – 0,90 г/100 г продукта, что не является превышением суточной нормы. Полученные данные позволяют оценить количественный и качественный состав ЖК, их баланс с целью возможного прогнозирования и профилактики заболеваний, активно развивающихся при воздействии ОБУТ.

Исследование минерального состава специализированных батончиков. Проанализировав фактическое содержание нутриентов в исследуемых специализированных батончиках, выделены образцы, являющиеся «источником» и «с высоким содержанием» минеральных веществ, так как с учетом термической обработки их содержание составляет не менее 15 % и 30 %, соответственно от суточной нормы потребности на 100 г продукта.

За счет употребления 100 г исследуемых образцов степень удовлетворения суточной нормы потребления по калию меняется от 5 до 15 %, кальцию – от 4 до 19 %; магнию – от 8 до 36 %; фосфору – от 6 до 17 %; натрию – от 2,5 до 27 %; хлору – от 3 до 15 %; железу – от 7 до 62 % (рисунок 10 а). Максимальная степень удовлетворения суточной нормы потребления по калию и хлору составляет 15 % для образца P1; кальцию – 19 % для образца P2; магнию – 36 %; фосфору – 17 %; натрию – 27 % и железу – 62 % для образца O2 (рисунок 10 б).

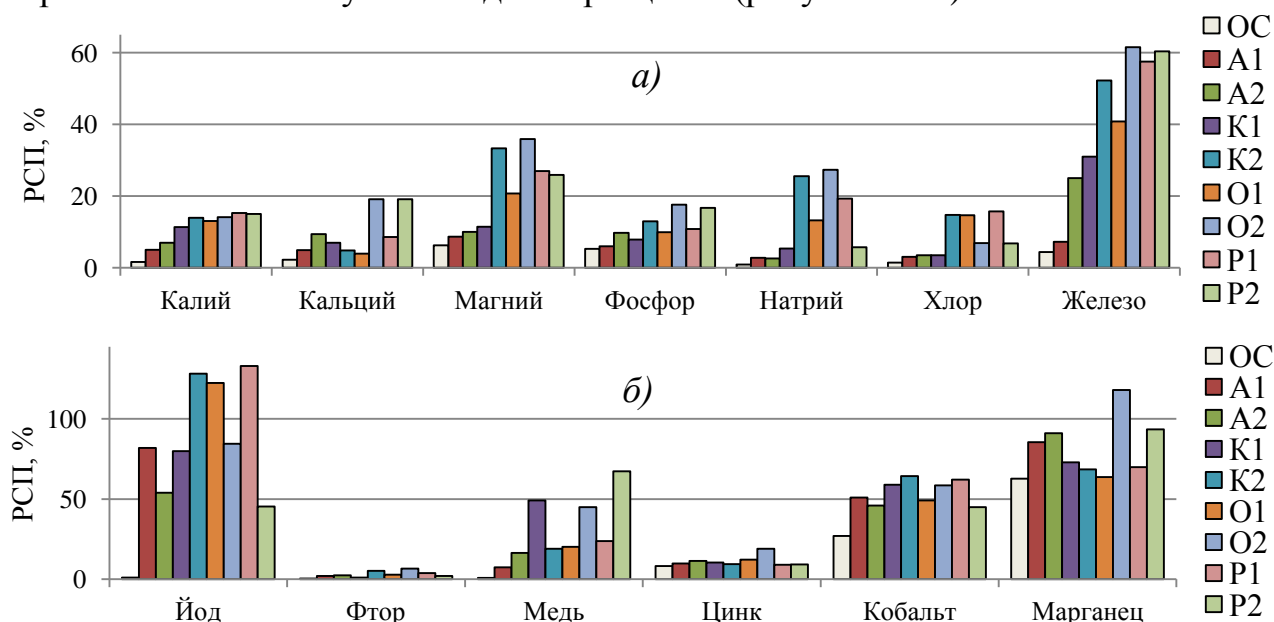


Рисунок 10 – Степень удовлетворения суточной нормы потребления
а) макроэлементов б) микроэлементов

Максимальная степень удовлетворения суточной нормы потребления составляет: для образца P1 по йоду 133 %; для образца P2 по меди 67,5 %; для образца K2 по кобальту 64 %; для образца O2 по фтору – 6,5 %, цинку 19 % и марганцу 118 %.

Глава 5. Оценка качества и потребительских свойств специализированных батончиков. *Разработка методологии органолептической оценки специализированных батончиков на основе гранулометрического анализа и оптической микроскопии.* Механические признаки СБ определялись по ГОСТ ISO 5492-2014 и ГОСТ ISO 11036-2017. Основным подходом для исследования органолептических характеристик являлось влияние ингредиентного состава на структурные признаки готового продукта. Вкусовая чувствительность определялась с учетом четырех показателей – порог обнаружения, порог распознавания, дифференциальный порог и порог насыщения, а показатели вкуса и эталонные вещества пищевой чистоты по

ГОСТ ISO 3972-2014. При идентификации свойств пищевой продукции были определены реологические показатели батончиков на приборе Структурометр СТ-2 (таблица 10).

Таблица 10 – Реологические свойства образцов

A1	A2	K1	K2	O1	O2	P1	P2
Величина глубины погружения h, мм							
11,1	10,9	11,5	11,4	10,4	10,6	11,3	10,7
Предельное напряжение сдвига неразрушенной структуры Θ_0 , Па							
868,4	900,5	809,1	823,3	989,3	952,3	837,9	934,5

В соответствии с классификацией материалов по предельному напряжению сдвига, рассматриваемые образцы батончиков относятся к твердым, но не со способностью к размазыванию, так как показатель Θ_0 находится в диапазоне 800-1000 Па. Органолептические характеристики *СБ* определялись группой экспертов, которыми установлены коэффициенты значимости (K_{3H}) и дифференцированные показатели качества ($D_{ПК}$) (таблица 11).

Таблица 11 – Коэффициенты значимости и $D_{ПК}$ готовой продукции

Показатели	K_{3H}	Оценка в баллах	Оценка в баллах с учетом K_{3H}	Уровень качества	$D_{ПК}$
Форма	0,15	1-5	0,15-0,75	Отлично	5-4,3
Цвет	0,11	1-5	0,11-0,55	Хорошо	4,2-3,1
Вкус и запах	0,25	1-5	0,25-1,25	Удовлетворительно	3,0-2,1
Поверхность	0,14	1-5	0,14-0,7	Технический брак	менее 2,0
Консистенция	0,22	1-5	0,22-1,1		
Вид в изломе	0,13	1-5	0,13-0,65		

Органолептическая оценка *СБ*, проведенная работниками всех трех предприятий, составила не менее 4,3 балла, что соответствует категории продуктов отличного качества. Не менее важным показателем качества готовой продукции является исследование гранулометрического состава сыпучих компонентов (таблица 12). Данный показатель оказывает высокое влияние на физические и структурно-механические свойства изделий, в значительной мере влияет на органолептические показатели, биохимические и коллоидные процессы на стадиях приготовления и выхода готовой продукции. Установлено, гранулометрический состав сухих компонентов образцов не выровнен по крупности. Средний эквивалентный диаметр частиц находится в диапазоне от 93,7 до 216,8 мкм. В мелких фракциях сухих компонентов (размер частиц – 10-50 мкм) содержится больше крахмала, меньше сахаров и водорастворимых веществ.

Фракции с размером частиц более 100 мкм содержат больше белка. Установлена взаимосвязь между гранулометрическим составом и органолептической оценкой готовой продукции.

Таблица 12 – Гранулометрический состав сухой фракции образцов

Образцы	Размер фракций в мкм, содержание в %									Средний размер частиц, мкм	Удельная площадь см ² /см ³
	1-10	10-50	50-100	100-200	200-300	300-500	500-700	700-1000	≥1000		
A1	2,57	35,57	20,77	15,36	6,14	7,89	6,06	4,37	1,28	179,1	1412,0
A2	2,95	38,19	20,73	16,24	60,6	5,7	3,52	2,63	0,92	138,4	1916,3
K1	3,55	52,12	12,0	12,94	9,27	8,71	1,42	0,03	0,01	104,6	1969,4
K2	3,85	47,35	12,37	12,92	8,26	7,92	1,33	0,01	0,02	97,3	2600,4
O1	2,03	21,63	16,94	21,44	13,68	15,56	6,15	2,5	0,07	199,9	1070,8
O2	2,13	25,32	18,74	22,41	12,2	12,17	4,15	0,88	0,06	160,3	1393,2
P1	1,26	17,21	12,65	25,33	18,41	16,39	6,16	2,53	0,07	216,8	869,7
P2	1,68	17,35	12,45	24,42	17,38	15,96	6,19	2,5	0,07	211	1128,9

Образцы группы А и К имеют более высокие органолептические показатели с преобладанием частиц сухой фракции размером 10-50 мкм и 50-100 мкм. При анализе полученных данных большое внимание уделялось согласованности мнений работников предприятий. Для этого был определен коэффициент конкордации по сумме квадратов отклонений суммы рангов каждого объекта экспертизы от средних арифметических (рисунок 11). Коэффициенты конкордации, полученные по результатам мнений работников предприятий составили более 0,9, то есть согласованность оценок – высокая.

Методом оптической микроскопии исследованы структуры образцов СБ при приборном увеличении в 50 раз (микроскоп NIKON Eclipse LV100DA). Анализ рисунков показал,

что во всех образцах присутствуют частицы различного диаметра, микроструктура образцов представляет собой крупнопористую твердую массу с перегородками различной толщины (рисунок 12).

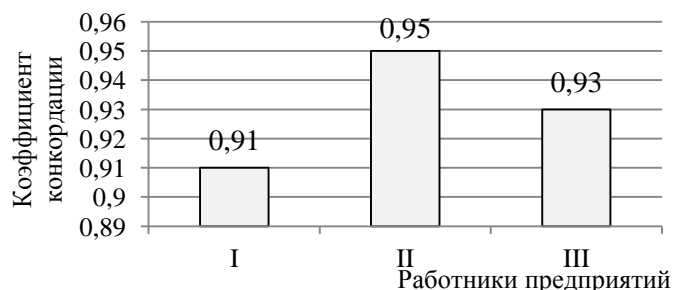


Рисунок 11 – Результаты обработки согласованности мнений

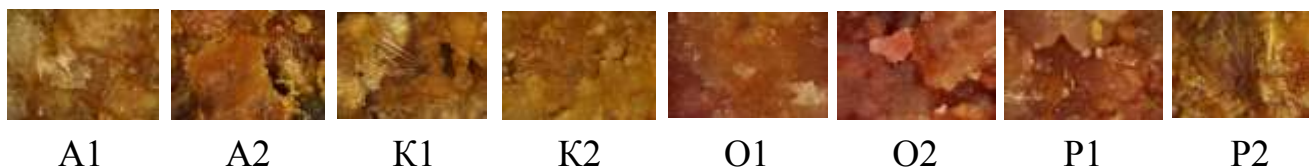


Рисунок 12 – Оптическое изображение структуры образцов

Преобладающими компонентами во всех СБ определена углеводная фракция (клетчатка и гранулы крахмала), при этом белковые компоненты довольно равномерно распределены по всей массе анализируемых образцов, занимая 35-

40 % от общего объема. В незначительной части идентифицированы несвязанные липиды, встречающиеся в виде отдельно жировых капель.

На завершающем этапе разработки методологии органолептической оценки *СБ* была применена методика QFD развертывания функции качества с построением таблиц-матриц «Дом качества». Полученные результаты позволили выявить важные характеристики качества разработанных *СБ*, установить взаимосвязь между приоритетами потребителя, техническими характеристиками и рецептурными составами готовой продукции. Построение таблиц-матриц «Дом качества» определяет целесообразность применения разработанных рецептов *СБ* в качестве пищевых композиций для обогащения необходимыми нутриентами и другие продукты питания массового потребления. Таким образом, разработанная методология органолептической оценки позволит оперативно охарактеризовать качество *СБ* и рекомендовать их для питания работающих в особо вредных условиях труда.

Определение кислотности. Проведен сравнительный анализ кислотности образцов *СБ* (рисунок 13) и изучена динамика её изменения в процессе хранения в течение 30 суток при температуре не выше 20 °С и относительной влажности не более 75 % (рисунки 14 и 15).

Из данных представленных на рисунке 13 следует, что кислотность образцов меняется от 1,2 до 2,4 град. и зависит от ингредиентного состава. Образец сравнения характеризуется минимальным значением кислотности (1,2 град.), а образец А2 – максимальным (2,4 град.), который содержит ингредиенты кислотного характера: плоды фенхеля, тёрна, мякоть авокадо, морошку, малину. При этом, согласно ГОСТ 31805-2018, все образцы можно отнести к изделиям с пониженной кислотностью, так как не превышают по данному показателю 3 град. В процессе хранения образцов кислотность незначительно увеличивается, но не превышает нормируемых значений (рисунки 14-15). Максимальное кислотонакопление характерно для образцов А2, О1 и Р2.

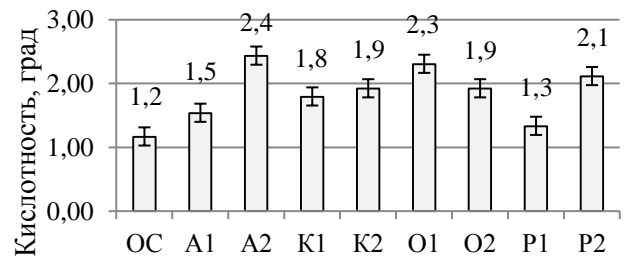


Рисунок 13 – Кислотность исследуемых образцов

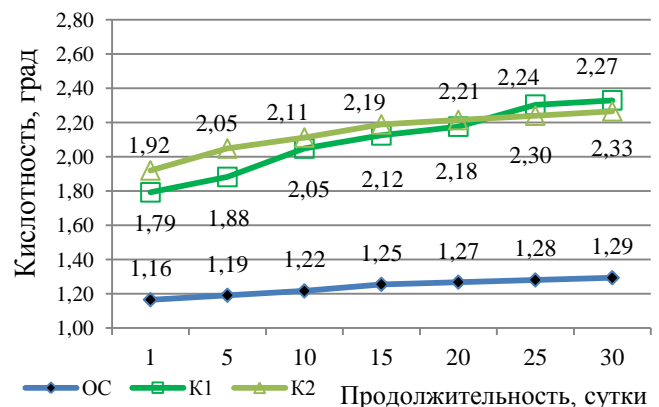
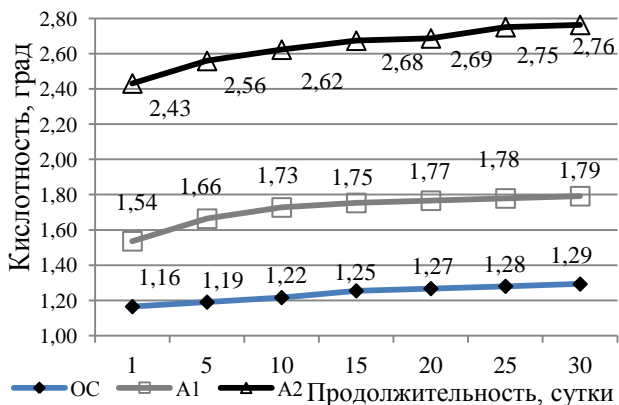


Рисунок 14 – Изменение кислотности образцов группы А и К при хранении

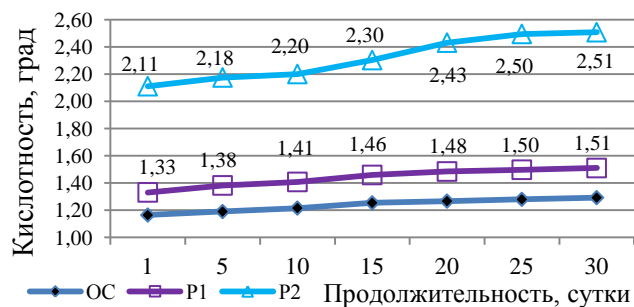
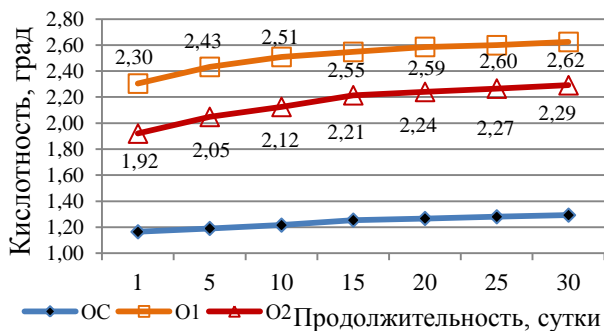


Рисунок 15 – Изменение кислотности образцов группы О и Р при хранении

По данным рисунков 14 и 15 видно, что повышение кислотности происходит в течение 20 суток хранения, после чего заметного изменения кислотности не наблюдается. К окончанию сроков хранения кислотность исследуемых образцов меняется не более чем на 0,5 %. На рисунке 16 представлены данные по влажности готовых изделий. Влажность готовых изделий наблюдается в интервале 7,4 – 9,0 %, а для образца сравнения составляет 12 %.



Рисунок 16 – Влажность образцов

Определение антиоксидантной активности. Определено общее содержание фенольных веществ (ФВ), флавоноидов (Фл) и антоцианов (Ан), определена антирадикальная активность (АРА), восстанавливающая силы (ВС) и антиоксидантная активность (АА) экстрактов образцов СБ (таблица 13). Изучена динамика изменения АА при хранении в течение 30 суток (рисунок 17).

Установлено, что фенольные вещества преобладают в образцах группы О и Р (186, 195, 163 и 179 мг галловой кислоты / 100 г продукта, соответственно).

По показателю общего содержания флавоноидов лидирующую позицию занимают все образцы с незначительным отличием. При этом образец сравнения характеризуется минимальным значением (40 мг катехина / 100 г продукта, соответственно). Максимальное значение антоцианов характерно для образцов А2 и Р2 (201 и 183), меньшие значения наблюдаются у образцов А1, К1, К2, Р1, О1, О2 (175, 155, 147, 159, 115, 119 мг цианидин-3-гликозида /100 г образца, соответственно). Антирадикальная активность для всех образцов находится в высоком интервале 82-96 мг/мл. Восстанавливающая сила определяет способность антиоксидантов тормозить катализирующее действие ионов металлов в реакциях окисления. Преобладающее значение характерно для образцов группы О и Р (22-26 ммоль Fe²⁺/1 кг образца).

Таблица 13 – Показатели антиоксидантной активности образцов

№	ФВ	Фл	Ан	АРА	ВС	АА
ОС	40	29	63	29	5	15
А1	151	110	238	109	20	58
А2	123	90	194	88	17	47
К1	161	118	255	116	22	62
К2	156	115	247	113	21	60
О1	186	137	295	134	25	71
О2	195	143	309	141	26	75
Р1	163	120	259	118	22	62
Р2	179	131	283	129	24	68

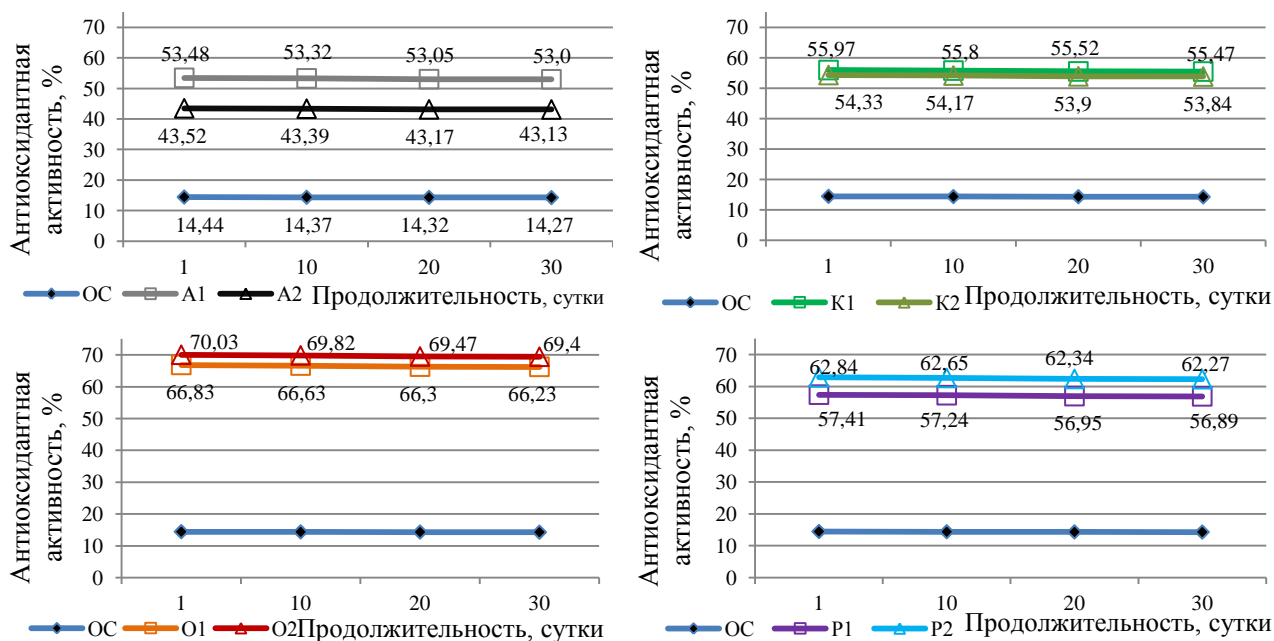


Рисунок 17 – Изменение АА экстрактов образцов *СБ* в процессе хранения

Наименьшее значение составило для образца сравнения (5 ммоль Fe^{2+} /1 кг образца). Антиоксидантная активность опытных образцов оказалась выше по сравнению с ОС. Анализируя данные рисунка 17 следует отметить, что при хранении образцов *СБ* в течение 30 суток АА незначительно изменяется в результате естественных процессов разрушения биологически активных веществ.

Таким образом, в результате проведенного исследования, установлено, что все образцы *СБ* характеризуются высокими показателями антиоксидантной активности (содержание фенольных веществ, флавоноидов, антоцианов). Это обусловлено многокомпонентным рецептурным составом *СБ*, состоящих из базовых, вспомогательных, плодово-ягодных и овощных ингредиентов. При хранении в течение 30 суток данный показатель уменьшается не более чем на 1 % по сравнению с образцом сравнения.

Исследование антитоксического эффекта. Для определения токсикологических показателей был применен метод регистрации выживаемости тест-объекта *Paramecium caudatum* в контрольном образце (КО) с добавлением модельных растворов токсикантов. Характеристика модельных растворов токсикантов представлена в таблице 14. Острую токсичность модельных растворов определяли по показателю летальной концентрации (ЛК) в течение

Таблица 14 – Характеристика модельных растворов токсикантов

Токсикант	Максимальная разовая ПДК в воздухе рабочей зоны / в воде (ГН 2.1.5.689-98), мг/м ³	Класс опасности по ГОСТ 12.1.005 / Нормативный документ
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	0,01 по хromу / 0,05	I / ГОСТ 4220-75
$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	0,01 по свинцу / 0,01	I / ГОСТ 12.1.005-88
реактив Несслера	0,005 по ртути / 0,0005	I / ПБ №8132, от 22.02.2019, ГОСТ 4658-73
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0,5 по меди / 0,5	II / ГОСТ 4165-78

определяли по показателю летальной концентрации (ЛК) в течение

24 ч тестирования по физиологической чувствительности тест-объекта. Установлено, что значения ЛК50 модельных растворов токсикантов находилось в диапазоне от 170 до 250 мг/дм³. Это определило пригодность подготовленного тест-объекта для тестирования. Выбор диапазона концентраций токсикантов проводился предварительным тестированием на тест-объекте в течение 24 ч (таблица 15).

Таблица 15 – Предварительные концентрации токсикантов

Показатели	K ₂ Cr ₂ O ₇					Pb(NO ₃) ₂					CuSO ₄ *5H ₂ O					р-в Несслера				
	0,01	0,1	1,0	10,0	100,0	0,01	0,1	1,0	10,0	100,0	0,5	0,1	10,0	50,0	100,0	0,005	0,05	0,1	0,5	5,0
<i>C_m</i> , мг/дм ³	0,01	0,1	1,0	10,0	100,0	0,01	0,1	1,0	10,0	100,0	0,5	0,1	10,0	50,0	100,0	0,005	0,05	0,1	0,5	5,0
<i>A</i> , шт.	10	8	7	1	0	10	8	7	1	0	10	9	7	3	0	8	2	0	0	0
<i>Пг</i> , %	0	20	30	90	100	0	20	30	90	100	0	10	30	70	100	20	80	100	100	100

C_m - концентрация токсикантов; *A* - среднеарифметическое количество выживших тест-объектов в емкостях из трёх параллельно повторяющихся опытов; *Пг* - к показателям гибели тест-объектов относятся - деформация тела, разрыв пелликулы, лизис клетки

Результаты окончательного тестирования позволили определить, что 50 %-ной гибели тест-объекта соответствуют следующие массовые концентрации токсикантов: K₂Cr₂O₇ и Pb(NO₃)₂ ЛК50 = 5,0 мг/дм³; CuSO₄*5H₂O ЛК50 = 25,0 мг/дм³ и для реактива Несслера ЛК50 = 0,0125 мг/дм³. На рисунке 18 представлены диаграммы сравнительного анализа индекса выживаемости в образцах тест-объекта и исследуемых экстрактов *СБ* при воздействии на них модельных растворов токсикантов.

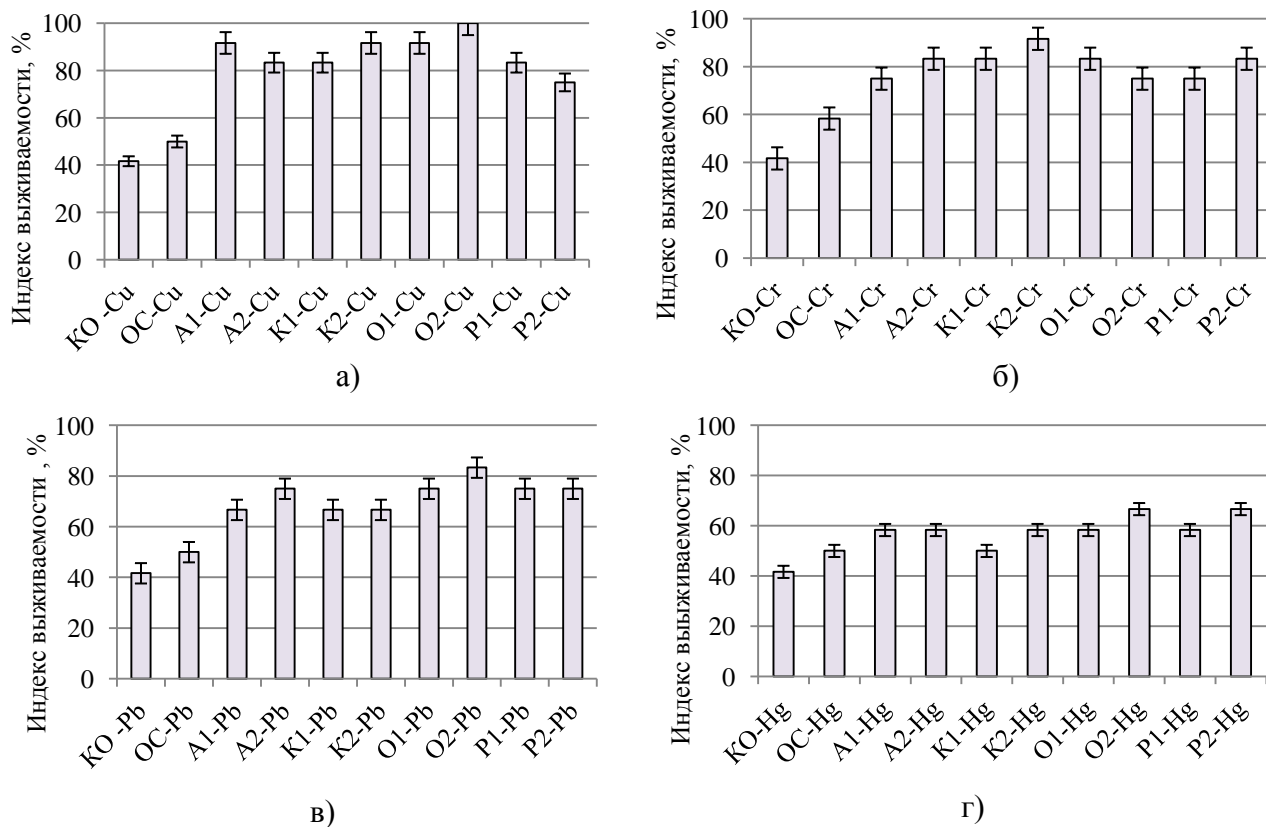


Рисунок 18 – Индекс выживаемости тест-объектов с добавлением токсикантов: а) CuSO₄*5H₂O; б) K₂Cr₂O₇; в) Pb(NO₃)₂; г) р-в Несслера

По данным рисунка 18 видно, что каждый токсикант проявляет токсический эффект на тест-объекты и обладает биоцидным действием, вызывая их гибель. В результате исследования определены индексы выживаемости: для сульфата меди – 20 %; дихромата калия – 11 %; нитрата свинца – 7 %; реактива Несслера – 2,8 %. Выживаемость инфузорий (в процентах от общего количества *P. caudatum*) в контрольном образце составила 40 %, а в образце сравнения 46 %, что оказалось минимальным значением по сравнению с остальными образцами.

Так, в образцах с исследуемыми экстрактами данный показатель изменяется в большую сторону от 67 до 97 % и свидетельствует об отсутствии биоцидного действия по отношению к клеточной культуре *P. caudatum*. Максимальные значения индекса характерны для образцов O2, P2 и K2 (97, 95 и 92 % выживаемости, соответственно).

Одним из современных методов оценки безвредности, разработанных СБ является изучение генотоксичности тест-объектов при воздействии на них химических и биологических соединений. В связи с этим, актуальным остается решение вопросов связанных с изучением безопасности пищевой продукции, особенно вырабатываемой с использованием ингредиентов растительной природы.

Исследование жизнеспособности клеточной культуры S. cerevisiae. Методом исследования *in vitro* проведен цитологический тест по определению жизнеспособности клеточной культуры для прогнозирования выживаемости и пролиферации. Изучение жизнеспособности проводилось на жидкой питательной среде *Сабуро* (ГОСТ ISO 11133-2016) с добавлением дрожжевой суспензии, красителя резазурина, экстрактов исследуемых образцов СБ и модельных растворов токсикантов. Данный метод сопровождается изменением цвета исследуемой жидкости (экстракт; экстракт + дрожжевая суспензия клеток; экстракт + дрожжевая суспензия клеток + токсикант) от синего индиго до яркого флуоресцентного красного, который диффундирует из клеток в культуральную среду. Жизнеспособные клетки непрерывно превращают резазурин в резорурфин, тем самым генерируя количественную меру жизнеспособности клеток. Количественное содержание клеточных культур (%) в дрожжевой суспензии (контрольный образец – КО) и с добавлением экстрактов представлено в виде диаграммы на рисунке 19.

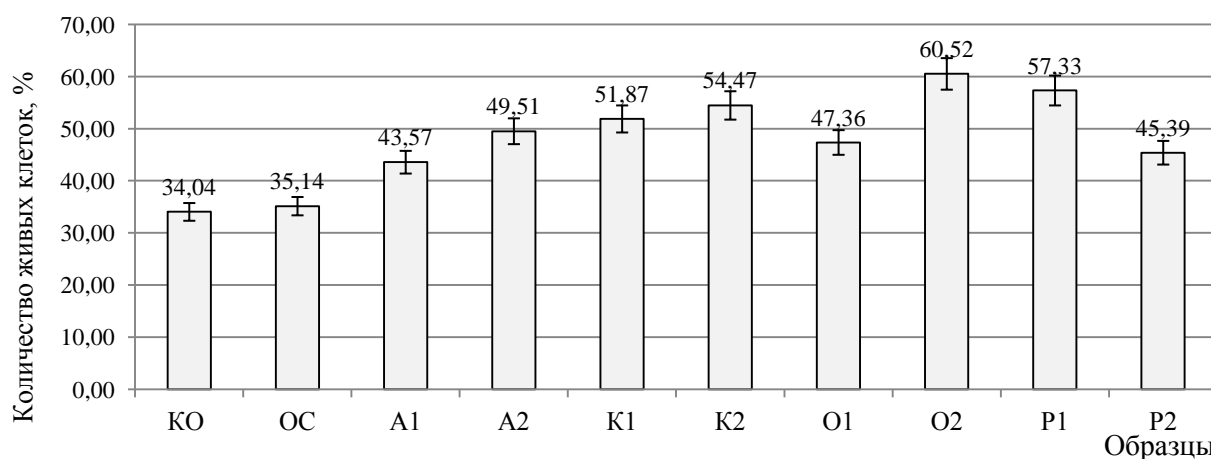


Рисунок 19 – Количество живых клеток в экстрактах образцов

Установлена положительная тенденция на увеличение количества живых клеток (после 12 часового инкубирования) в растворах, содержащих экстракты исследуемых *СБ*. Максимальное количество живых клеток определено для образцов К2, О2 и Р1 (54,5; 60,5 и 57,3 % соответственно). В остальных образцах *СБ* количество живых клеток составило в интервале 43-52 %. Полученные результаты свидетельствуют о благоприятном воздействии экстрактов *СБ* на рост дрожжевых клеток *S.cerevisiae*,

их количество увеличивается от 30 % до 78 % относительно КО. Далее, исследование продолжено в направлении изучения влияния модельных растворов токсикантов на количественное изменение клеточной структуры *S.cerevisiae*

(рисунок 20). Добавление модельных растворов токсикантов в дрожжевую суспензию приводит к уменьшению пролиферации клеток из-за созданных неблагоприятных условий жизнедеятельности. Это объясняется цитотоксичностью вводимых токсикантов, которые запускают процесс апоптоза клетки. Для предотвращения апоптоза клеток *S.cerevisiae* было исследовано влияние экстрактов *СБ* на действие токсикантов, вносимых в дрожжевую суспензию (рисунок 21).

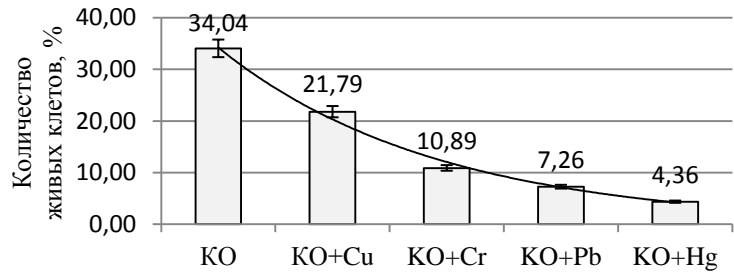


Рисунок 20 – Количество жизнеспособных клеток в дрожжевой суспензии при добавлении токсикантов

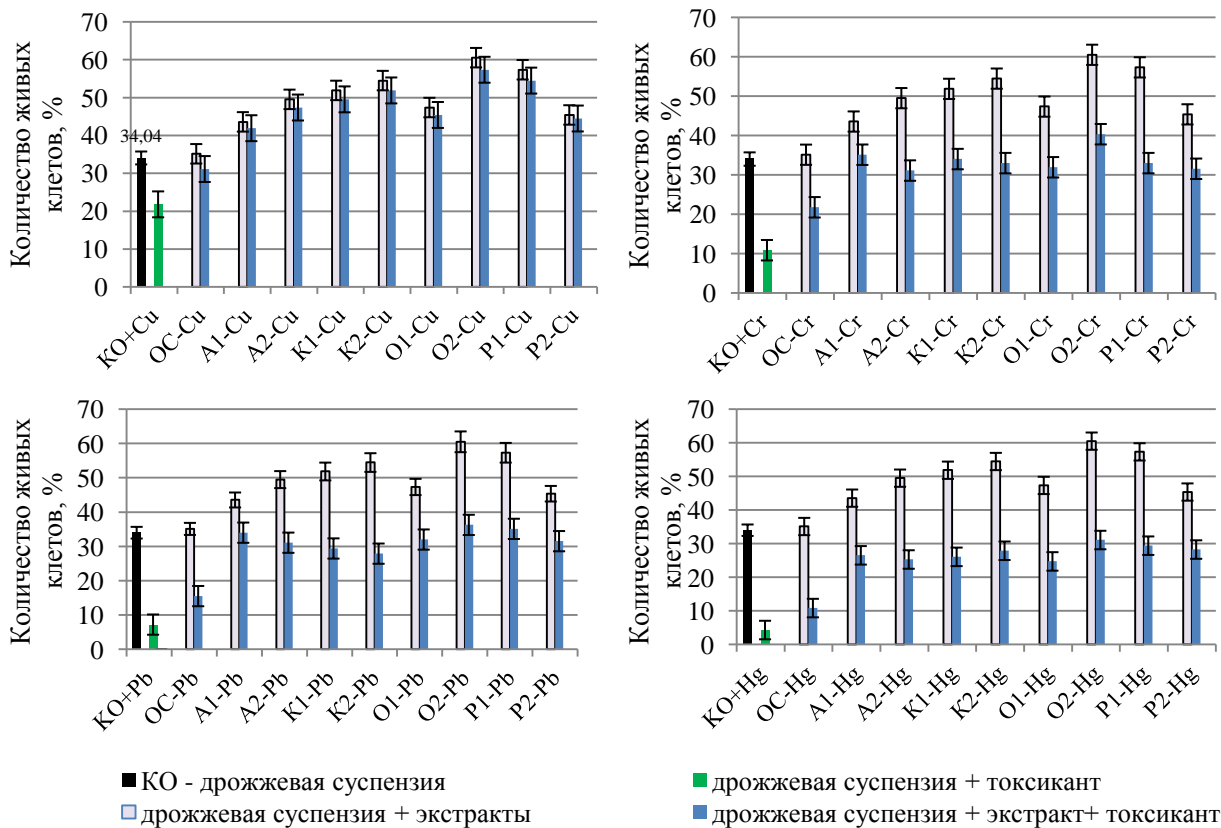


Рисунок 21 - Количество жизнеспособных клеток в дрожжевой суспензии при добавлении экстрактов образцов и модельных растворов токсикантов

Из полученных результатов следует, что добавление токсикантов ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ / $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ / $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ / р-в Несслера) в дрожжевую суспензию вызывает уменьшение жизнеспособных клеток в КО на 36 % / 68 % / 78 % / 87 %, а в образце сравнения на 11 % / 38 % / 55 % / 69 %, соответственно. При этом добавление исследуемых экстрактов *СБ* в дрожжевые суспензии снижает цитотоксичность вводимого токсиканта и приводит к увеличению клеточных структур на 92 % / 69 % / 62 % / 46 %, соответственно. Таким образом, установлено, что исследуемые экстракты *СБ* уменьшают цитостатический эффект токсикантов, снижают процесс апоптоза клеток, а также положительно влияют на дальнейший рост дрожжевых клеток. Данное явление объясняется наличием в экстрактах *СБ* биологически активных компонентов, стимулирующих активный рост и развитие клеточной культуры, блокируя негативное действие токсикантов.

Исследования показателей безопасности СБ и обоснование их сроков хранения. Для подтверждения показателей безопасности *СБ* были проведены санитарно-гигиенические и микробиологические исследования. Исследования проведены в лабораториях ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан», ФБУ «ЦСМ Татарстан» и АО «Данон-Россия филиал «Чеховский».

Установлено, что содержание токсичных элементов и тяжелых металлов в образцах *СБ* не превысило допустимых уровней, согласно ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Микробиологические показатели не превышают допустимых уровней по содержанию бактерий группы кишечных палочек, дрожжей и плесени и КМАФАМ. В исследуемых образцах не обнаружены патогенные микроорганизмы, (бактерии рода *Salmonella*), отсутствуют трансгенная ДНК (промотор 35S NOS) и признаки зараженности вредителями хлебных запасов. Разработанные *СБ* не оказывают вредное воздействие и не создают угрозу жизни здоровья человека. Обоснование сроков годности проектируемых *СБ* проводилось по МУК 4.2.1847–04 «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов» и является завершающим этапом разработки продукции. Были определены точки контроля (ТК) образцов *СБ* по установленному коэффициенту резерва (1,5): ТК 1 = 0, ТК 2 = 15, ТК 3 = 30, ТК 4 = 45 и ТК 5 = 54 суток.

На основании совокупности методов исследований образцов *СБ*, во время их хранения, установлено отсутствие существенных изменений кислотности и антиоксидантной активности образцов, а также микробиологической порчи. Органолептические показатели во время хранения образцов (54 сут.) снижались от 0,1 до 0,3 балла, что является допустимым результатом и не превышает 0,5 балла на момент окончания срока хранения по сравнению с оценкой свежеработанного продукта.

Глава 6. Оценка медико-биологической эффективности специализированных батончиков.

Доклинические исследования. Изучение хронической токсичности готовой продукции проводилось доклиническими испытаниями на 144 лабораторных животных (белые нелинейные крысы), поделенных на 8 групп по 18 голов в каждой. Тест на хроническую токсичность осуществлялся в течение 30 суток. *Первая* (контрольная) группа животных получала рацион питания без добавления *СБ*. Животным

опытных групп в корм добавляли *СБ* в измельченном виде: *второй* группе – 1 %, *третьей* группе – 3% от рациона, соответственно. В течение всего периода клинических наблюдений гибели животных и каких-либо признаков интоксикации выявлено не было. Изучение динамики живой массы животных в ходе опыта показало, что испытываемые *СБ* положительно влияли на прирост массы тела: на 2,18 и 4,22 % во *второй* и *третьей* группах к концу эксперимента, соответственно. Установлено, что абсолютная масса внутренних органов, а также биохимические исследования сыворотки крови животных, получавших длительное время исследуемые *СБ*, достоверно не отличались от аналогичных показателей животных контрольной группы. Таким образом, результаты исследования подтверждают безвредность исследуемых *СБ* и отсутствие потенциальной опасности развития хронической токсичности при их употреблении.

Клинические исследования. Для интерпретации результатов клинических исследований сформированы три группы работников-добровольцев: I группа – АО «Нефис Косметикс» (цех №18 РСУ); II группа –ОАО «Казанский завод электроприбор» (цех инженерно-опытного производства); III группа –АО «Верхнекамская Калийная Компания» (околоствольная шахта). В каждой группе работников присутствовало по 30 мужчин основных профессий, в ежедневный рацион которых было добавлено по 60 г *СБ* (2 шт.). Одновременно исследовалась контрольная группа аналогичной численности работников, подвергающихся влиянию таких же вредных производственных факторов, но не употребляющих *СБ*. Исследования оценки уровня здоровья и физической работоспособности работников проводились до и после оптимизации рационов питания. Экспресс-оценка физического здоровья по методике Г.Л. Апанасенко, оценка уровня здоровья по адаптационному потенциалу (формула Р.М. Баевского) и оценка состояния здоровья по методике В.П. Войтенко выявили максимальное число работников с неудовлетворительным состоянием здоровья из-за постоянного стресса и влияния производственных факторов. Полученные данные трех методов исследования расценивается как критические, способные ускорить прогрессирующий рост и клинические проявления производственно-обусловленных заболеваний. Проведены лабораторные исследования биоматериалов работников на содержание токсических микроэлементов (*Hg, Cd, Zn, Cr, Pb*) до и после добавления в рационы питания *СБ* в три этапа: начальный (1 день), промежуточный (30-ый день) и завершающий (60-ый день). Установлено, что на начальном этапе у всех работников наблюдается превышение токсических микроэлементов в крови относительно референсных значений (РфЗ) в среднем на 10 %. В последующем, систематическое употребление *СБ* в составе рационов позволило уменьшить концентрацию токсичных микроэлементов в крови до показателей нормы, что свидетельствует об их детоксикационном действии. Кроме того, определены показатели углеводно-липидных изменений у работников предприятий (таблица 16). По данным таблицы 16 видно, что значения всех показателей до употребления *СБ* имеют завышенные результаты, а при добавлении их в рационы питания наблюдается изменение в сторону диапазона РФЗ, проявляя тем самым положительный эффект.

Таблица 16 – Значения углеводно-липидного обмена работников предприятий

Показатели	Работники предприятия						РфЗ, ммоль/л
	I		II		III		
	до	после	до	после	до	после	
Глюкоза	5,9±0,02	5,7±0,01	6,1±0,02	5,5±0,01	5,9±0,02	5,2±0,01	4,1 – 6,0
Триглицериды	2,02±0,04	1,73±0,03	2,15±0,04	1,68±0,03	2,47±0,04	1,66±0,03	0,45 – 1,81
Холестерин	6,21±0,03	5,27±0,03	6,61±0,03	5,15±0,03	7,6±0,03	5,12±0,03	2,93 – 5,10
ЛПВП	2,14±0,02	1,82±0,02	2,27±0,02	1,77±0,02	2,62±0,02	1,76±0,02	0,78 – 1,63
ЛПНП	3,15±0,04	2,64±0,05	3,36±0,04	2,62±0,05	3,86±0,04	2,61±0,05	1,61 – 3,37

В таблице 17 представлены данные биохимических исследований до и после (через 60 дней) включения в рационы питания *СБ*. Данные свидетельствуют о положительной динамике в нормализации функциональных показателей и отмечены следующие критерии здоровья: повышение физической активности, увеличение уровней работоспособности, снижение тревожности, уменьшение утомляемости и др. По изменению биохимических показателей в сторону РфЗ, установлено благоприятное действие *СБ* на организм работников

Таблица 17 – Результаты биохимических исследований

Показатели		I		II		III		РфЗ
		до	после	до	после	до	после	
Белковые фракции, г/л глобулины	Альбумин	23,1	37,2	32,2	42,1	30,7	38,2	37,5 – 50,1
	Альфа-1	2,9	2,7	6,8	5,41	1,9	2,4	1,9 – 4,6
	Альфа-2	28,9	9,3	13,6	6,6	4,4	5,5	4,8 – 10,5
	Бета	23,4	10,1	3,2	7,3	15,7	7,1	4,8 – 11,0
	Гамма	13,5	12,2	22,4	10,02	17,9	9,8	6,2 – 15,1
Эластаза I, мкг/г		165	196	134	202	151	186	> 200

(нормализация уровня эластазы, гамма-, альфа-1 и альфа-2 глобулинов). В группе работников, не получавших с рационом питания *СБ*, положительных изменений биохимических показатели и концентрации токсичных микроэлементов в крови в сторону РфЗ не выявлено. Таким образом, употребление *СБ* характеризуется активным потенциалом защиты организма работников от влияния вредных факторов производства и может служить действенным способом сохранения здоровья и профилактики производственно-обусловленных неинфекционных заболеваний.

Глава 7. Практическая реализация результатов исследований.

Результаты практического применения и апробации *СБ* представлены в таблице 18. На основании полученных данных разработана техническая документация на ассортимент специализированных батончиков и осуществлено их внедрение в рационы питания предприятий: *предприятие I* (АО «Нэфис Косметикс») производство бытовой химии более 600 наименований; *предприятие II* (ОАО «Казанский завод Электроприбор») производство приборов авиационного и промышленного назначения; *предприятие III* (АО «Верхнекамская калийная компания») – производство минеральных удобрений и переработка калийно-магниевых солей.

Таблица 18 – Практическое применение и апробация специализированных батончиков

Разработанные образцы	Нормативные документы	Патенты RU №№	Промышленная апробация	Внедрение на объекты питания
Образцы группы А	ТУ, ТИ, РЦ 10.61.33-009-23333135-2020 <i>ТТК №1, ТТК №2</i>	2712697, 2020 2706192, 2019	АО «Булочно-кондитерский комбинат»	Предприятие II Предприятие III
Образцы группы К	СТО 49612599-001-2020 <i>ТТК №3, ТТК №4</i>	2681104, 2019 2649875, 2018	АО Данон-Россия, ф-л «Чеховский»	Предприятие I Предприятие III
Образцы группы О	ТУ, ТИ, РЦ 10.61.33-001-112205-2021 <i>ТТК №5, ТТК №6</i>	2750121, 2021 2685900, 2018	ООО «Атнинская пекарня»	Предприятие II Предприятие III
Образцы группы Р	ТУ, ТИ, РЦ 10.61.33-015-108111-2021 <i>ТТК №7, ТТК №2</i>	2649882, 2018 2706159, 2019	ООО «Кухня сити»	Предприятие I Предприятие III

Каждое предприятие характеризуется воздействием особо вредных производственных факторов. Для коррекции существующих рационов питания лиц, работающих в особо вредных условиях труда - предложена схема потребления СБ в период обеденных перерывов с учетом графика рабочих смен (рисунок 22).

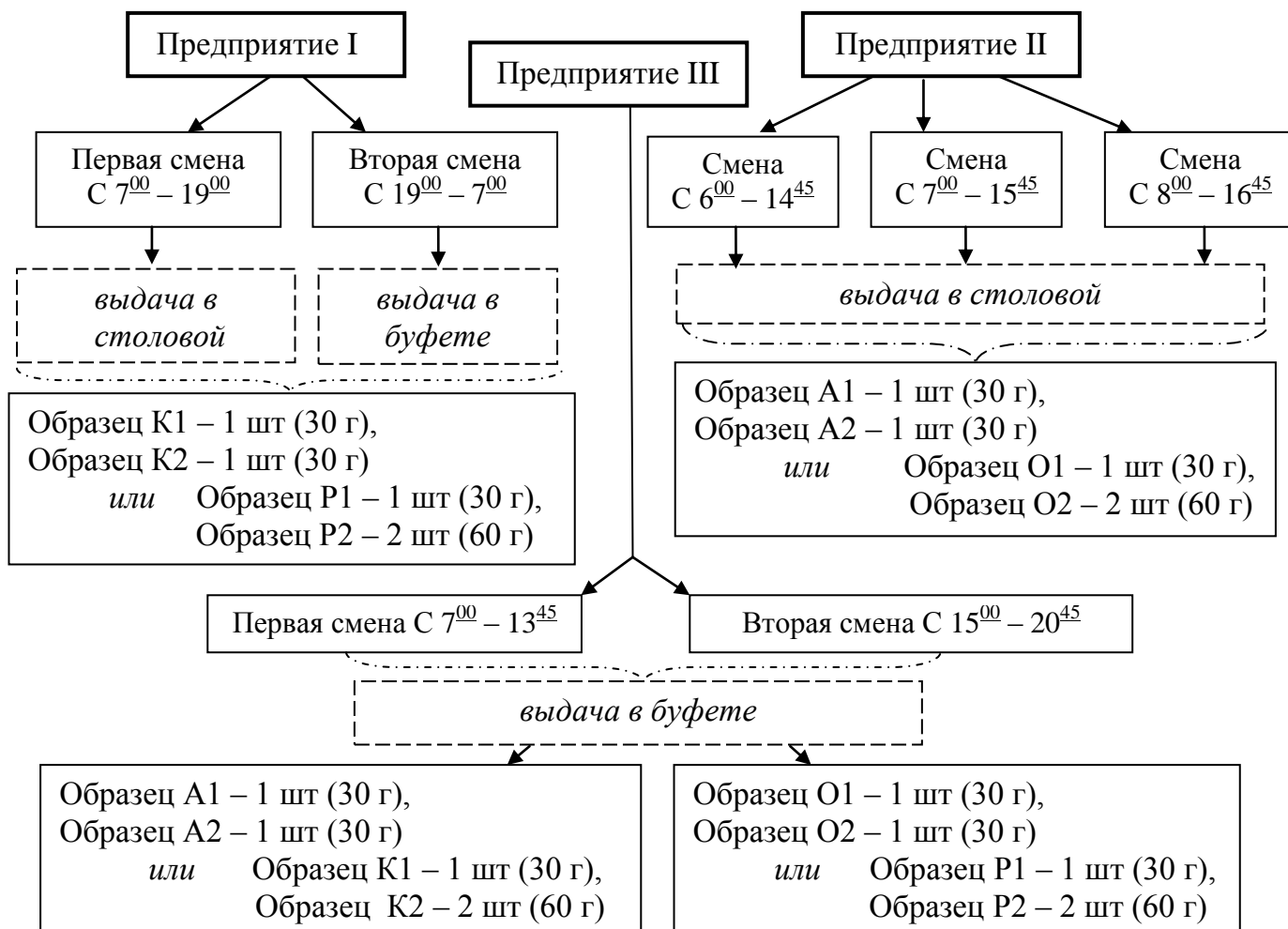


Рисунок 22 – Схема употребления специализированных батончиков

Даны рекомендации по дополнению к существующим рационам питания работников рассматриваемых предприятий *СБ* в количестве 60 г (2 шт.). Согласно полученным данным, систематическое употребление *СБ* в структуре рационов питания, является решающим в обосновании пищевого фактора и профилактики производственно-обусловленных неинфекционных заболеваний. Концепция главного пищевого фактора заключается в том, чтобы обеспечить организм человека необходимыми компонентами пищи, участвующие в жизненно важных обменных механизмах.

Глава 8. Оценка социально-экономической эффективности специализированных батончиков. *Определение конкурентного потенциала разработанной пищевой продукции методом ранжирования конкурентоспособности.* Дана оценка конкурентоспособности готовой продукции по показателям, измеренным по шкале порядка (в баллах) в несколько этапов. На I этапе проведено уточнение модели конкурентного потенциала разработанных *СБ*. Для оценки показателей конкурентоспособности в баллах были применены данные четырех уровней качества, в которых абсолютные значения показателей распределены между реперными точками: «отлично» (5 баллов); «хорошо» (4 балла); «удовлетворительно» (3 балла); «неудовлетворительно» (2 балла).

На II этапе выбраны эталоны конкурентоспособности – батончик детоксикационный VitaPRO в ассортименте (VP-Я – ягодный, VP-ЯК – яблоко-корица, VP-КШ – кофе-шоколад, VP-А – апельсин).

Показатели конкурентоспособности образцов *СБ* и эталона вычисляли по формулам 1 и 2:

$$\bar{Q}_0 = \sum_{j=1}^m Q_{0j} \cdot q_{nj}; \quad \bar{Q}_э = \sum_{j=1}^m Q_{эj} \cdot q_{nj} \quad (1)$$

где \bar{Q}_0 , $\bar{Q}_э$ – соответственно, групповой показатель для объекта и эталона; Q_{0j} , $Q_{эj}$ – соответственно, значения j -того единичного показателя для объекта и эталона; q_{nj} – нормированный весовой коэффициент для j -того показателя; m – количество единичных показателей в данной группе.

$$\bar{\bar{Q}}_0 = \prod_{i=1}^n \bar{Q}_{0i}^{q_i}; \quad \bar{\bar{Q}}_э = \prod_{i=1}^n \bar{Q}_{эi}^{q_i} \quad (2)$$

где $\bar{\bar{Q}}_0$, $\bar{\bar{Q}}_э$ – соответственно, конкурентный потенциал объекта и эталона; q_i – нормированный весовой коэффициент для i -той группы; n – количество групп показателей конкурентоспособности. Полученные результаты представлены в таблице 19. Установлено, что конкурентоспособность разработанных *СБ* выше конкурентоспособности батончика детоксикационного VitaPRO (эталон) и составляет от 1,46 до 1,52.

Социально-экономическое обоснование и расчет себестоимости разработанной пищевой продукции. Для определения себестоимости разработанных *СБ* предварительно рассчитали стоимость злаковой основы, плодово-ягодного и овощного сырья, масел и вкусоароматических добавок. Учтены производственные

затраты: энергия на технологические цели, заработная плата и отчисления на социальное страхование, расходы на подготовку и освоение производства, на содержание и эксплуатацию оборудования, общепроизводственные и прочие производственные расходы.

Таблица 19 – Конкурентный потенциал образцов

Показатели конкурентоспособности	Весовой коэффициент	Значения комплексных показателей													
		Образцы группы А								Батончики VitaPRO					
		Значение \bar{Q} , балл								Конкурентный потенциал	Значение \bar{O} , балл				Конкурентный потенциал
		A1	A2	K1	K2	O1	O2	P1	P2		VP-Я	VP-ЯК	VP-КШ	VP-А	
Нутриентный состав	0,4	9,2	8,14	9,17	8,95	8,25	10,6	9,17	8,32	$\bar{O}_{A1} / \bar{O}_{A2}$ 1,49 / 1,47	6,8	6,8	6,74	6,84	$\bar{O}_{VP-Я} = 1,37$ $\bar{O}_{VP-ЯК} = 1,38$ $\bar{O}_{VP-КШ} = 1,37$ $\bar{O}_{VP-А} = 1,38$
Социальное назначение	0,1	4	4	4	4	4	4	4	4	$\bar{O}_{K1} / \bar{O}_{K2}$ 1,48 / 1,46	3	3	3	3	
Безопасность	0,2	4	4	4	4	4	4	4	4	$\bar{O}_{O1} / \bar{O}_{O2}$ 1,45 / 1,52	4	4	4	4	
Патентно-правовые	0,15	5	5	5	5	5	5	5	5	$\bar{O}_{P1} / \bar{O}_{P2}$ 1,49 / 1,47	1	1	1	1	
Органолептические	0,15	4,88	4,85	4,89	4,91	4,84	4,89	4,92	4,91	1,49 / 1,47	4,87	4,86	4,93	4,99	

Полученные результаты себестоимости *СБ* и стоимость аналоговой продукции компании VitaPRO сведены в таблицу 20.

Таблица 20 – Сводная таблица себестоимости образцов и аналоговой продукции, руб

Образцы	100 кг	1 кг	1 шт (30 г)	Образцы	100 кг	1 кг	1 шт (30 г)
A1	102480,5	1024,8	30,8	O1	99795,5	998,0	30,0
A2	102864,0	1028,64	30,9	O2	97092,6	971,0	29,2
K1	81646,3	816,5	24,5	P1	76736,0	767,4	23,1
K2	64336,0	643,4	19,5	P2	150092,7	1500,9	45,1
<i>Аналоговая продукция</i>							
Изделия детоксикационные VitaPRO					100 кг	1 кг	1 шт (25 г)
ТУ 9197-167-49947596-14	Батончик ягодный				128000	1280	32
	Батончик с яблоком и корицей						
	Батончик с кофе и шоколадом						
	Батончик с апельсином						

Как видно из полученных данных, себестоимость разработанных специализированных батончиков, массой 30 г составила от 20 до 30 рублей, а для образца P1 45,1 руб. При этом стоимость аналоговых батончиков VitaPRO, массой 25 г составляет 32 руб. Проанализировав стоимость ассортимента профилактического питания с возможными затратами на молоко и другие равноценные продукты следует, что внедрение разработанных специализированных батончиков экономически целесообразно.

Заключение

В работе проведена оценка и установлена проблемно-ориентированная связь между созданием специализированной пищевой продукции направленного лечебно-профилактического действия и коррекцией пищевых рационов на объектах общественного питания промышленных предприятий лиц, работающих в особо вредных условиях труда.

Полученные результаты позволили сделать следующие выводы:

1. По совокупности методов исследования фактического питания и анализа содержания в нем необходимых нутриентов, дана оценка пищевого статуса работников промышленных предприятий (АО «Нэфис Косметикс», ОАО «Казанский завод электроприбор», АО «Верхнекамская Калийная Компания»). Установлено, что особое значение приобретает рост числа профессиональных заболеваний, в структуре которых наибольший удельный вес занимают воздействия физических факторов (36,8 %) и промышленных аэрозолей (29,3 %). Показано наличие общего дефицита витаминов и минеральных веществ, а также разбалансированность рационов питания по основным нутриентам (белки, жиры, углеводы, ПВ). Установлено, что среди опрошенных респондентов (работников предприятий) 57–74 % положительно относятся к продуктам, обогащенным функциональными пищевыми ингредиентами.

2. Оптимизированы и совершенствованы рецептурные составы *СБ* с использованием зерновой основы, других растительных компонентов и масел, на основе метода корреляционно-регрессионного анализа. Обоснованы ингредиентные и рецептурные составы ассортимента *СБ* (8 модификаций образцов), обогащенные макро- и микронутриентами, для включения их в программу питания лиц с целью исключения негативного влияния особо вредных факторов труда при работе с соединениями свинца; amino- и нитросоединениями бензола; хромом и его соединениями; радиоактивными веществами и ионизирующим излучением; фтором, щелочными металлами, хлором; сероуглеродом; мышьяком, фосфором; ртутью и ее соединениями.

3. Разработана общая блок-схема приготовления *СБ*, включающая подготовку овсяных отрубей, пшеничной клетчатки, овощных, ягодных ингредиентов, их соединение и смешивание, замес, отлежку, выпечку, охлаждение, нарезание и упаковку. Разработанные технологические схемы отдельных видов *СБ*, с учетом используемого зернового, растительного сырья и ассортимента масел, отличаются последовательностью операций, стадиями внесения ингредиентов и технологическими режимами производства.

4. Установлен химический состав образцов *СБ*, содержащие от 11,5 до 15,4 % белка, от 5,9 до 14,4 % жиров, от 18,1 до 36,7 % усвояемых углеводов, от 5,7 до 10,3 % ПВ (клетчатки). Калорийность *СБ* составляет от 181,1 до 289,1 ккал/100 г готовой продукции. Все образцы *СБ* можно отнести к продукции, являющейся источником пищевого белка, так как его количество на 100 г составляет не менее 5 % от суточной (физиологической) нормы потребления. Образцы *ОС* и *А1* относятся к пищевой продукции, являющейся источником ПВ, (содержат более 3 г на 100 г продукта), а все остальные образцы *СБ* классифицируются как с высоким содержанием ПВ (более 6 г на 100 г продукта).

5. Установлено, что потребление 100 г разработанных *СБ* обеспечивает удовлетворение суточной нормы по белкам на 15,3-20,5 %, жирам на 7,1-17,4 %, усваиваемым углеводам на 4,9-10,1 %, ПВ на 19,0-34,3 %. Биологическая ценность разработанных *СБ* составляет для всех образцов 67,7-79,3 %, а степень удовлетворения суточной потребности в аминокислотах повышается на 4,2-20,8 %, относительно образца сравнения. Каждый образец *СБ* характеризуется наиболее близким процентным соотношением жирных кислот (насыщенные:мононенасыщенные:полиненасыщенные) к формуле «идеального» жира – (30:60:10): А1 (29,9:60,3:9,7); А2 (31,3:57,3:11,4); К1 (27,1:62,3:10,7); К2 (31,3:58,1:10,7); О1 (30,9:58,4:10,7); О2 (30,5:59,5:10,1); Р1 (28,3:60,6:11,1) и Р2 (29,9:59,4:10,6), соответственно.

6. Выявлено, что разработанные рецептурные составы *СБ* отличаются повышенным содержанием витаминов. Употребление которых, в количестве 100 г, обеспечивает удовлетворение суточной нормой по тиамину на 7,0-48,7 %, рибофлавину 2,7-15,8 %, пиридоксину 3,5-12,9 %, биотину 2,2-6,7 %, пантотеновой 3,4-21,1 %, никотиновой 3,4-13,6 %, фолиевой 3,3-15,4 %, аскорбиновой кислотам 12,0-65,5 %, ретинолу 11,3-17,4 %, филлохинону 16,2-94,8 % и токоферолу 3,2-21,9 %.

Установлено, что при употреблении 100 г анализируемых видов *СБ*, степень удовлетворения суточной нормы потребления по макронутриентам будет обеспечиваться в среднем до 61,5 %, а по микронутриентам до 93 %.

7. На основе структурно-механических и геометрических признаков разработана методология и шкала балльной оценки органолептического анализа *СБ*, суммарная оценка которых составила от 4,33 до 4,76 баллов (по пяти балльной шкале).

Методом QFD развертывания функции качества построены таблицы-матрицы - «дом качества» готовой продукции, установлены взаимосвязи между приоритетами потребителей, техническими характеристиками продукта и рецептурными составами образцов *СБ*. На основании органолептического анализа образцов *СБ* обоснованы сроки хранения.

8. Выявлено, что влажность готовых образцов *СБ* составила 7,4-9,0 %, кислотность от 1,2 до 2,4 град, антиоксидантная активность образцов более 50 %. При этом в течение 30 суток хранения готовой продукции влажность понизилась на 1,5 %, кислотность повысилась на 0,5 град, антиоксидантная активность уменьшилась не более чем на 1 %.

9. Исследование антитоксического эффекта экстрактов *СБ* показало, что индекс выживаемости на тест-объекте *Paramecium caudatum*, в образцах, с добавлением МРТ, изменяется в диапазоне 67–97 %. Максимальное значение индекса имеют образцы О2, К2 и Р2 (97, 95 и 92 %, соответственно), что подтверждает отсутствие биоцидного действия по отношению к живым организмам.

Исследование жизнеспособности клеточной культуры *Saccharomyces cerevisiae* в дрожжевой суспензии с резазурином и экстрактами *СБ*, при добавлении МРТ, показало снижение цитостатического эффекта. Увеличение клеточных структур наблюдалось от 30 до 63 %, по сравнению с контрольным образцом.

10. Доклинические испытания *СБ* на лабораторных животных (белые нелинейные крысы) показали положительную динамику прироста живой массы тела более чем на 2-4 %. При этом абсолютная масса внутренних органов достоверно не отличается от показателей контрольной группы. Увеличение общего белка в сыворотке крови коррелирует с массой тела животных, гепатоспецифические ферменты (АЛТ и АСТ), отражающие состояние печени и сердечной ткани, не увеличивают своей активности.

Клинические исследования работников добровольцев трех предприятий, на основе данных углеводно-липидного обмена, подтвердили улучшение биохимических показателей крови при употреблении 60 г *СБ* в течение 60 дней. Содержание глюкозы в крови нормализовалось до 5,2 ммоль/л, холестерина общего до 5,12 ммоль/л.

Определена детоксикационная эффективность и положительная динамика по уменьшению содержания токсических микроэлементов в крови (ртуть, кадмий, цинк, хром, свинец) в сторону референсных значений при систематическом употреблении *СБ* в составе рационов питания в среднем на 2,2 % за 30 дней, на 4,5 % за 60 дней и полное отсутствие превышения концентраций за 90 дней наблюдения.

В результате проведенной экспертизы в ГАУЗ «Республиканский центр общественного здоровья и медицинской профилактики» (г. Казань), главным врачом принято решение, рекомендовать разработанные батончики, как специализированный пищевой продукт, работникам предприятий, задействованных в исполнении обязанностей в особо вредных условиях труда, в качестве мероприятий, направленных на профилактику неинфекционных заболеваний и факторов риска их развития в рамках корпоративных программ укрепления здоровья.

11. Разработана техническая документация на ассортимент *СБ*, рекомендованных для лиц, работающих в особо вредных условиях труда: продукт зерновой «Злаковый батончик» (образцы А1 и А2) – ТУ (ТИ, РЦ) 10.61.33-009-23333135-2020, изделия специализированные, обогащенные микронутриентами «Злаковые батончики» (образцы К1 и К2) – СТО 49612599-001-2020, продукт из зерновых культур «Батончики злаковые» – (образцы О1 и О2) – ТУ (ТИ, РЦ) 10.61.33-001-112205-2021, изделия специализированные «Злаковые батончики» (образцы Р1 и Р2) – ТУ (ТИ, РЦ) 10.61.33-015-108111-2021.

Доказана безопасность исследуемых образцов *СБ* по содержанию токсических элементов (афлатоксины, дезоксиниваленол, зеараленон, Т-2 токсин, охратоксин А, свинец, кадмий, мышьяк, ртуть), а также патогенной и условно-патогенной микрофлоры (мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы, бактерии группы кишечной палочки, сальмонеллы, плесени, дрожжи). Разработаны и утверждены ТТК на ассортимент батончиков, получена декларация о соответствии требованиям технического регламента Таможенного союза ТР ТС 021/2011 и ТР ТС 022/2011 ЕАЭС N RU Д-RU.3A01.B.67168/21.

12. Проведена промышленная апробация и представлено социально-экономическое обоснование эффективности *СБ*. Конкурентный потенциал разработанных *СБ* выше аналога (батончики детоксикационные VitaPRO в ассортименте) и

составил от 1,46 до 1,52. Себестоимость разработанных СБ массой 30 г составила от 20 до 30 рублей, а для образца Р1 - 45,1 руб. Таким образом, внедрение разработанной продукции экономически целесообразно.

Публикации по теме диссертации

Статьи в изданиях, входящих в Перечень ведущих рецензируемых научных изданий ВАК

1. **Гумеров, Т. Ю.** Влияние компонентов растительного происхождения на показатели качества товарной продукции / Т. Ю. Гумеров, О. А. Решетник // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – № 15. – С. 195-204.

2. **Гумеров, Т. Ю.** Влияние различных способов кулинарной обработки на пищевую ценность готовых блюд / Т. Ю. Гумеров, О. А. Решетник // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – № 15. – С. 181–188.

3. **Гумеров, Т. Ю.** Адаптация метода Рейхерта-Мейссля при изучении биохимического состава пищевой продукции / Т. Ю. Гумеров, О. А. Решетник // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15, № 16. – С. 199-202.

4. **Гумеров, Т. Ю.** Оптимизация спектрофотометрического метода в количественном анализе суммы свободных α -аминокислот зернового сырья / Т. Ю. Гумеров, Р. Р. Мустафин, Э. Ф. Хабибуллина, О. А. Решетник // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16, № 19. – С. 250–255.

5. **Гумеров, Т. Ю.** Изучение биохимического состава растительного сырья отечественной и зарубежной селекции / Т. Ю. Гумеров, Э. Ф. Хабибуллина, Р. Р. Мустафин, О. А. Решетник // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16, № 20. – С. 199-202.

6. **Гумеров, Т. Ю.** Особенности функциональных компонентов пищи при вредных условиях труда / Т. Ю. Гумеров, О. А. Решетник, Р. Р. Мустафин // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17, № 22. – С. 246–250.

7. **Гумеров, Т. Ю.** Применение напитков функционального назначения при работе с вредными условиями труда / Т. Ю. Гумеров, О. А. Решетник // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17, № 21. – С. 238-241.

8. **Гумеров, Т. Ю.** Применение спектрофотометрического метода анализа в количественном определении суммы свободных α -аминокислот / Т. Ю. Гумеров, З. Р. Фахразиева, С. А. Федотов // Современные наукоемкие технологии. – 2015. – № 12-2. – С. 219–224.

9. **Гумеров, Т. Ю.** Оценивание риска воздействия факторов среды обитания на здоровье населения / Т. Ю. Гумеров, О. А. Решетник // Вестник Технологического университета. – 2017. – Т. 20, № 3. – С. 164–167.

10. **Гумеров, Т. Ю.** Профилактика профессиональных заболеваний при работе с хромсодержащими соединениями / Т. Ю. Гумеров, К. В. Слесарева, О. А. Решетник // Вестник НЦБЖД. – 2019. – № 4(42). – С. 100–105.

11. **Гумеров, Т. Ю.** О безопасности и качестве зернового продукта / Т. Ю. Гумеров, Т. А. Коршунов, З. Ш. Мингалеева // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2021. – № 6(71). – С. 94–100.

12. **Гумеров, Т. Ю.** Разработка функционального продукта для питания лиц, работающих во вредных условиях труда / Т. Ю. Гумеров, А. Р. Усманова // Пищевые системы. – 2021. – Т. 4, № 3S. – С. 61–66.

13. **Гумеров, Т. Ю.** Разработка рецептур и оценка показателей качества и безопасности злаковых продуктов / Т. Ю. Гумеров, З. Ш. Мингалеева, О. А. Решетник // Индустрия питания. – 2022. – Т. 7, № 1. – С. 70–81.

14. **Гумеров, Т. Ю.** Безопасность и качество пищевых продуктов / Т. Ю. Гумеров, И. А. Гафарова, З. Ш. Мингалеева, О. А. Решетник // Безопасность жизнедеятельности. – 2022. – № 5(257). – С. 3–9.

15. **Гумеров, Т. Ю.** О безопасности пищевого продукта «Злаковый батончик» / Т. Ю. Гумеров, К. Е. Тумурзина, З. Ш. Мингалеева, Е. Ю. Тарасова // Вестник НЦБЖД. – 2022. – № 1(51). – С. 111–119.

16. **Гумеров, Т. Ю.** Изучение показателей безопасности зернового продукта «злаковый батончик» / Т. Ю. Гумеров, А. Р. Усманова, З. Ш. Мингалеева, Е. Ю. Тарасова // Пищевые системы. – 2022. – Т. 5, № 1. – С. 14–22.

Статьи в изданиях, индексируемых в международных базах цитирования Web of Science и Scopus

17. **Гумеров, Т. Ю.** Влияние адаптогенов на качество продуктов специального назначения в условиях вредных производственных факторов / Т. Ю. Гумеров, Ч. Г. Галяутдинова, Л. И. Салихова, О. А. Решетник // Вопросы питания. – 2016. – Т. 85, № S2. – С. 136.

18. **Gumerov, T. Yu.** Assessment of risk associated with drinking water with respect to indicators of olfactory and reflex effect / T. Yu. Gumerov, L. N. Gorina, L. Z. Gabdukaeva. – DOI 10.1088/1757-899X/687/6/066027 // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – Vol. 687. – Article 066027.

19. **Gumerov, T. Yu.** Ensuring safety during the work with mercury and its inorganic salts / T. Yu. Gumerov, T. Yu. Freze, L. Z. Gabdukaeva. – DOI 10.1088/1757-899X/962/4/042033 // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 962, 4. – Article 042033.

20. **Gumerov, T. Yu.** Reducing the risk of hazards when working with radioactive substances and ionizing radiation / T. Yu. Gumerov, L. Z. Gabdukaeva, T. Yu. Freze. – DOI 10.1088/1757-899X/962/4/042032 // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 962, 4. – Article 042032.

21. **Gumerov, T. Yu.** Determination of grain product safety by high-performance liquid chromatography / T. Yu. Gumerov, I. A. Abrosimov, L. Z. Gabdukaeva, A. R. Nurgalieva. – DOI 10.1088/1755-1315/954/1/012033 // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – Article 012033.

22. **Gumerov, T. Yu.** Study of safety indicators of the cereal product «cereal bar» / T. Yu. Gumerov, A. R. Usmanova, Z. S. Mingaleeva, E. Y. Tarasova. – DOI 10.21323/2618-9771-2022-5-1-14-22 // Food Systems. – 2022. – Vol. 5(1), Article 14-22.

23. **Gumerov, T. Yu.** Study of chronic toxicity of a cereal bar / T. Yu. Gumerov, I. A. Abrosimov, L. Z. Gabdukaeva, A. R. Nurgalieva. – DOI 10.1088/1755-

1315/1052/1/012120 // IOP Publishing Ltd IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – Vol.1052. – Article 012120.

Монографии

24. **Гумеров, Т. Ю.** Особенности изменения биохимических показателей в продуктах питания: монография / Т. Ю. Гумеров, О. А. Решетник. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2016. – 228 с. – ISBN 978-5-7882-1898-4.

25. **Гумеров, Т. Ю.** Комплексообразование в процессах коагуляции и флокуляции белково-липидных коллоидных систем: монография / Т. Ю. Гумеров, О. А. Решетник. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2016. – 124 с. – ISBN 978-5-7882-1886-1.

Патенты

26. Патент № 2649875 РФ, МПК A23L 7/10 (2016.01), A23L 33/10 (2016.01). Злаковый батончик для питания работающих с радиоактивными веществами и ионизирующим излучением: № 2017113041, заявл. 14.04.2017: опубл. 05.04.2018 / **Т.Ю. Гумеров, Е.В. Муравьева.**

27. Патент № 2649882 РФ, МПК A23L 7/10 (2016.01), A23L 33/10 (2016.01). Злаковый батончик для питания работающих с ртутью и ее неорганическими соединениями: № 2017115631, заявл. 03.05.2017: опубл. 05.04.2018 / **Т.Ю. Гумеров, Е.В. Муравьева.**

28. Патент №2681104 РФ, МПК A23L 7/10 (2016.01), A23L 33/10 (2016.01), A23L 7/10 (2021.02). Злаковый батончик для питания работающих с хромом и хромсодержащими соединениями: № 2018120847, заявл. 05.06.2018: опубл. 04.03.2019 / **Т.Ю. Гумеров, Е.В. Муравьева, О.А. Решетник.**

29. Патент № 2 685 900 РФ, МПК A23L 7/126 (2016.01), A23L 33/10 (2016.01), A23L 33/21 (2016.01). Злаковый батончик для питания работающих с соединениями фтора, щелочными металлами и хлором: № 2018120844, заявл. 05.06.2018: опубл. 23.04.2019 / **Т.Ю. Гумеров, Е.В. Муравьева, О.А. Решетник.**

30. Патент № 2712697 РФ, МПК A23L 7/126 (2016.01), A23L 21/00 (2016.01). Злаковый батончик для питания работающих с аминок- и нитросоединениями бензола: № 2019109573, заявл. 01.04.2019: опубл. 30.01.2020 / **Т.Ю. Гумеров, Л.З. Габдукаева.**

31. Патент № 2706159 РФ, МПК A23L 7/10 (2016.01), A23L 33/10 (2016.01). Злаковый батончик для питания работающих с вредными соединениями мышьяка и фосфора: № 2019114813, заявл. 14.05.2019: опубл. 14.11.2019 / **Т.Ю. Гумеров, Л.З. Габдукаева.**

32. Патент № 2706 192 РФ, МПК A23L 7/10 (2016.01), A23L 33/10 (2016.01). Злаковый батончик для питания работающих с соединениями свинца: № 2019115479, заявл. 21.05.2019: опубл. 14.11.2019 / **Т.Ю. Гумеров, О.А. Решетник.**

33. Патент № 2750121 РФ, МПК A23L 7/10 (2016.01), A23L 33/10 (2016.01). Зерновой продукт для питания работающих с сероуглеродом: № 2020139310, заявл. 01.12.2020: опубл. 22.06.2021 / **Т.Ю. Гумеров, Н.К. Романова.**

Автор выражает глубокую признательность д.п.н., проф. Е.В. Муравьевой, д.м.н., проф. А.А. Имамову, к.м.н., врачу-диетологу Е.Г. Гомзиной, врачу-терапевту Л.Р. Шавалеевой и А.В. Маслову за научное сотрудничество и помощь в подготовке данной работы.