

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»

На правах рукописи



Макарова Анна Андреевна

**ФОРМИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПОЛУФАБРИКАТА
ИЗ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ СОИ**

Диссертация на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Специальность 05.18.15 –

Технология и товароведение пищевых продуктов
функционального и специализированного назначения и общественного питания

Научный руководитель:

доктор технических наук, профессор

Пасько Ольга Владимировна

Екатеринбург – 2021

Содержание

Введение	4
1 Аналитический обзор научно-технической литературы	11
1.1 Современные FoodTech-тренды в индустрии питания.....	11
1.2 Состояние и перспективы развития производства аналогов мясных продуктов.....	19
1.3 Роль ингредиентов в формировании показателей качества аналогов мясных полуфабрикатов.....	29
1.4 Международная практика управления качеством пищевой продукции с использованием цифровых технологий	33
Заключение по первой главе	39
2 Организация эксперимента, объекты и методы исследований	41
2.1 Структурно-логическая схема проведения исследования.....	41
2.2 Объекты и методы исследований	44
2.3 Специальные методы исследования.....	50
3 Формирование технологических подходов к разработке аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои	55
3.1 Обоснование целесообразности разработки аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои	55
3.1.1 Исследование аналогов мясных полуфабрикатов, присутствующих в розничной торговой сети Российской Федерации.....	55
3.1.2 Анализ потребительских предпочтений и изучение требований потребителей к качеству аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои	60
3.1.3 Формирование номенклатуры показателей качества и безопасности, разработка матрицы потребительских предпочтений и комплексной оценки качества	69
3.2 Математическое моделирование рецептуры аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои с заданными параметрами....	74
3.3 Исследование структурно-механических (реологических) показателей и сенсорная оценка модельных образцов аналога мясного полуфабриката	80
3.4 Системный анализ пищевой и биологической ценности и определение комплексного показателя качества проектируемой продукции	93
4 Товароведная оценка и управление качеством разработанного аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои	103
4.1 Исследование показателей качества в процессе хранения и установление сроков годности аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои.....	103

4.2 Установление регламентируемых показателей качества аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои	105
4.3 Разработка модели управления качеством аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои	109
4.4 Управление рисками при производстве аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои	112
4.4.1 Идентификация, анализ и оценка опасностей	112
4.4.2 Разработка мероприятий по управлению рисками с использованием цифровых технологий	119
Заключение.....	131
Список литературы.....	134
Приложение А Анкета для проведения опроса.....	160
Приложение Б Матрица результатов опроса 500 респондентов.....	166
Приложение В Техническая документация	171
Приложение Г Акты промышленной апробации и внедрения на предприятиях	175
Приложение Д Акт о внедрении ООО «Центр «Дегустатор»	179
Приложение Е Акт внедрения результатов диссертационного исследования в учебный процесс	180
Приложение Ж Протоколы испытаний	181

Введение

Актуальность темы исследования. Существует прямая зависимость между состоянием питания человека и его здоровьем; с каждым годом увеличивается число потребителей, частично или полностью меняющих свой режим питания, в частности, под воздействием современных трендов и направлений государственной политики в области здорового питания (подпрограмма 1 «Профилактика заболеваний и формирование здорового образа жизни. Развитие первичной медико-санитарной помощи» Государственной программы Российской Федерации «Развитие здравоохранения»). Обеспечение населения качественной и безопасной пищевой продукцией – одно из приоритетных направлений Доктрины продовольственной безопасности страны (утв. указом Президента РФ от 21 января 2020 г. № 20) и Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 г. (утв. распоряжением Правительства РФ от 29 июня 2016 г. № 1364-р).

Исследованиями зарубежных ученых доказано, что в настоящее время наблюдается рост числа людей, ограничивающих потребление мяса или полностью воздерживающихся от него, а вегетарианство и веганство превратились в глобальную потребительскую тенденцию, при этом особую нишу на мировом рынке продуктов питания заняли аналоги мяса, о чем свидетельствует их быстрое распространение в сфере розничной торговли и в индустрии питания. На сегодняшний день в мире насчитывается примерно миллиард вегетарианцев; значительная их часть перестали употреблять мясо по экономическим и климатогеографическим причинам; в России вегетарианского питания придерживаются, по разным данным, от 1 % до 3 % населения.

Аналоги мясной продукции можно считать инновационными, поскольку разработка технологий их производства подразумевает не только использование нетрадиционного сырья и новых видов пищевых добавок, но и применение процессных инноваций и новых технологических приемов, что, в свою очередь, со-

здает ряд проблем для производителей. Также особое значение имеют вопросы, связанные со степенью удовлетворенности потребителей в конкурентоспособных продуктах питания. Поэтому одним из перспективных направлений представляется разработка аналогов мясных продуктов с высокими вкусовыми качествами и пищевой ценностью, которые будут соответствовать требованиям нормативно-правовой документации, а также удовлетворять и превосходить ожидания потребителей.

Степень разработанности темы исследования. Основные положения и научные исследования в вопросах управления качеством и проектирования новой продукции, в том числе с применением цифровых технологий, отражены в работах российских и зарубежных авторов: В. А. Матисона, Н. И. Дунченко, П. А. Лисина, Н. Н. Липатова, Д. А. Еделева, О. Н. Красули, В. М. Позняковского, И. Ю. Потороко, О. В. Чугуновой, С. Б. Юдиной, Н. А. Юрк, А. И. Жаринова, О. В. Зининой, M. Doinea, Q. Lin, Y. Liu, L. C. Shan, H. Sundmaeker, F. Tian, J. Y. Yoop и др. Большой вклад в развитие теоретических и практических основ получения мясных продуктов и их аналогов внесли такие ученые, как И. А. Рогов, А. Б. Лисицын, И. М. Чернуха, Т. К. Каленик, М. А. Николаева, Л. В. Антипова, О. В. Скрипко, Е. С. Стаценко, Е. И. Решетник, В. Т. Синеговская, Б. Байнович, А. В. Алешков, F. M. Anjum, M. A. Asgar, B. M. Bohrer, J. H. Chiang, U. Fresán, M. Fiorentini, I. Ismail, O. G. Jones, V. K. Joshi, P. Kumar, K. Kyriakopoulou, M. A. Mejia, A. Redman, A. A. Riya, S. A. Samard, F. K. Schreuders, A. Thavamani, C. van der Weele, G. Y. You, O. Yuliarti и др.

Цель и задачи исследования. *Целью* исследования является формирование потребительских свойств, разработка рецептуры и управление качеством аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои с заданными параметрами.

Для достижения поставленной цели решались следующие *задачи*:

– провести анализ рынка аналогов мясных полуфабрикатов из альтернативных источников белка, имеющих на российском рынке растительных полуфабрикатов;

– определить целевой портрет потребителя и требования к качеству аналогов мясных полуфабрикатов путем проведения опроса, сформировать номенклатуру показателей качества и безопасности, разработать матрицу потребительских предпочтений;

– разработать рецептуру проектируемого полуфабриката с заданными потребительскими свойствами с применением математического моделирования;

– изучить возможность применения овсяных хлопьев и тыквы в рецептуре аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои; исследовать структурно-механические (реологические) показатели, построить текстурный профиль проектируемого полуфабриката;

– изучить влияние технологических параметров (дополнительное измельчение соевого фарша) на реологические показатели и научно обосновать выбор технологических режимов производства разрабатываемой продукции;

– провести сенсорную оценку качества модельных образцов аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои, системный анализ пищевой и биологической ценности, определить комплексный показатель качества;

– дать товароведную характеристику разработанной продукции, установить сроки годности и регламентируемые показатели качества; разработать технологическую документацию для предприятий индустрии питания на новый вид полуфабрикатов; провести апробацию в условиях промышленного производства;

– установить факторы, формирующие качество и безопасность, и разработать модель управления качеством аналога мясного полуфабриката; провести идентификацию, анализ и оценку опасностей и установить критические контрольные точки и критические пределы для их минимизации и предотвращения; разработать мероприятия по управлению опасностями при производстве аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои с использованием цифровых технологий.

Научная новизна работы.

1. Уточнена номенклатура показателей качества и безопасности разработанного аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои, плановая

матрица потребительских предпочтений с использованием метода структурирования функции качества и экспертной квалиметрии; проведена квалиметрическая оценка показателей качества полуфабриката (*п. 2 Паспорта специальности ВАК РФ 05.18.15*).

2. Научно обоснованы состав и технология производства аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои на основании проведенных исследований моделируемых образцов с заданными параметрами: компьютерное моделирование реологических показателей проектируемого полуфабриката с внесением структурорегулирующей добавки в виде овсяных хлопьев и пюре из тыквы; анализ профиля текстуры разрабатываемой продукции (*п. 4 Паспорта специальности ВАК РФ 05.18.15*).

3. Получены новые данные о структурно-механических (твердость, упругость, липкость, когезия, пережевываемость, деформационный профиль, предельное напряжение сдвига) свойствах аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои с использованием овсяных хлопьев и пюре из тыквы и установлено влияние дополнительного измельчения соевого фарша на реологические показатели разработанного полуфабриката (*п. 13 Паспорта специальности ВАК РФ 05.18.15*).

4. Изучены факторы, влияющие на качество аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои, с применением причинно-следственной диаграммы; разработаны и научно обоснованы модель управления качеством и безопасностью проектируемой продукции на основе требований стандарта ГОСТ Р ИСО 22000, требований потребителя и риск-ориентированного подхода и план управления опасностями (план ХАССП) (*п. 4, 14 Паспорта специальности ВАК РФ 05.18.15*).

Теоретическая и практическая значимость работы. *Теоретическая значимость* работы заключается в обосновании возможности разработки аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои с заданными потребительскими свойствами. Полученные результаты могут быть использованы в дальнейшем с целью разработки рецептур и расширения ассортимента аналогов мясных

полуфабрикатов для предприятий индустрии питания и пищевой промышленности. *Практическая значимость.* Разработанная рецептура аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои прошла производственную апробацию на фабрике-кухне магазина полезной еды «Жизньмарт» ИП Халяпин А. О. (г. Екатеринбург) и фабрике-кухне ООО «ФИТМЭНШЕФ» (г. Оренбург). Модель управления качеством и причинно-следственная диаграмма факторов, влияющих на качество аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои, используются ООО «Центр «Дегустатор» (г. Екатеринбург) для проведения сенсорной оценки и управления степенью соответствия совокупности присущих характеристик аналогов мясных продуктов требованиям, в том числе органолептических показателей. Разработан пакет нормативно-технической документации: ТУ и ТИ 10.89.19-001-02069214-2021 по производству аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои охлажденного формованного, ТТК № 143/21 «Котлеты соевые с овсяными хлопьями и тыквой». Результаты диссертационной работы используются в учебном процессе на кафедре технологии питания ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет».

Методология и методы исследования. При выполнении поставленных задач применялись общепринятые, стандартные и специальные методы исследований: органолептические, микробиологические, инструментальные, статистические.

Положения, выносимые на защиту:

– современная структура рынка и результаты анализа ассортимента аналогов мясных полуфабрикатов из альтернативных источников белка, представленных в розничной торговой сети Российской Федерации;

– результаты маркетингового исследования потребительских предпочтений и обоснование необходимости разработки аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои с заданными потребительскими свойствами;

– рецептура, технология производства и регламентируемые показатели качества смоделированного аналога мясного полуфабриката с применением симплекс-метода;

– результаты исследований влияния овсяных хлопьев и пюре из тыквы, технологических параметров производства (дополнительное измельчение соевого фарша) на реологические показатели аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои;

– результаты анализа причинно-следственных связей между факторами, влияющими на качество и безопасность аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои, и модель управления качеством с применением методов экспертной квалиметрии.

Степень достоверности и апробация результатов. Основные результаты исследований были представлены и обсуждены на научных конференциях различного уровня: X Международная научно-практическая конференция «Индустрия туризма: возможности, приоритеты, проблемы и перспективы» (Москва, 2017), всероссийская научно-практическая конференция «Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании» (Екатеринбург, 2017), международная научно-практическая конференция «Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение» (Воронеж, 2018), IV Международная научно-практическая конференция в рамках реализации международной программы SUSDEV «Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продовольствия. Управление „зелеными“ навыками в пищевой промышленности» (Москва, 2020), I Международная научно-практическая конференция «Медико-биологические и нутрициологические аспекты здоровьесберегающих технологий» (Кемерово, 2020), международная научно-практическая конференция «Современное состояние, перспективы развития АПК и производства специализированных продуктов питания» (Омск, 2020), VIII Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании» (Екатеринбург, 2021), всероссийская с международным участием научная конференция молодых ученых и специалистов, посвященная 155-летию со дня рождения Н. Н. Худякова (Москва, 2021), International Conference on Food Science and Biotechnology (Екатеринбург, 2021), международная научно-практическая конференция «Перспективные технологии в аг-

рарном производстве: человек, „цифра“, окружающая среда» (AgroProd 2021)» (Омск, 2021), XV Международная научно-практическая конференция «Безопасность и качество товаров» (Саратов, 2021).

Публикации. Основные положения диссертации отражены в 18 публикациях, в том числе шести статьях в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов, списка литературы, включающего 218 источников отечественных и зарубежных авторов. Основное содержание работы изложено на 159 страницах, включает 49 рисунков и 35 таблиц.

1 Аналитический обзор научно-технической литературы

1.1 Современные FoodTech-тренды в индустрии питания

В условиях современной экономики основным направлением в области пищевых технологий является проектирование новой продукции с высокой пищевой и биологической ценностью, а также повышение экологической чистоты производства продуктов и их биологической безопасности [3; 24; 115; 129]. Материалы исследований [1; 55; 59; 66; 68; 98; 164; 200] показывают, что на сегодняшний день в мире становится популярным тренд здорового образа жизни, увеличивается число потребителей, частично или полностью меняющих свой рацион по диетическим соображениям, наблюдается повышенный интерес к органической продукции, что обусловлено пользой для здоровья и защитой окружающей среды; кроме того, важными трендами стали локальность и качество продуктов, что в совокупности оказывает непосредственное влияние на рынок: появляются фермерские и натуральные продукты, продукты с «чистой этикеткой» (Clean Label), без генно-модифицированных организмов (ГМО) и искусственных добавок, растительное молоко и мясо и др. (рисунок 1).

По мнению Н. В. Лейберовой и ее коллег [71], инновационная направленность в сфере питания формируется под воздействием ряда основных факторов: удобство, получение удовольствия, сенсорные и полезные свойства, традиции. Индустрия питания также рассматривается под влиянием общих глобальных тенденций, связанных с информатизацией и цифровизацией, и их внедрения в производство и реализацию продуктов питания в рамках четвертой промышленной революции (индустрии 4.0) [62; 156; 206].



Рисунок 1 – Современные FoodTech-тренды в индустрии питания

Р. В. Карапетян [62] к основным трендам цифровизации сферы питания относит:

- 3D-печать еды, ключевым ингредиентом которой является наноцеллюлоза, а также белки, жиры и углеводы, а в дальнейшем планируется использование витаминов, микроэлементов и антиоксидантов;

- таблет-питание – комплектование полностью готовых для потребления блюд с сохранением их температуры, включающее быстрый процесс заказа при помощи интернет-платформ и мобильных приложений, что предполагает практически неограниченный ассортимент продукции и мобильность транспортировки в термостойких пакетах (рюкзачах);

- производство наноеды и разработка наносистем, позволяющих создавать искусственные аналоги разнообразных продуктов питания с более низкой стоимостью;

– востребованность и распространение фастфуда с учетом изменений в моделях потребительского поведения и требований потребителей к качеству и разнообразию продуктов: продукция должна быть не только доступной и недорогой, не требующей больших затрат на приготовление, а также полезной, разнообразной и не оказывать вред здоровью;

– тенденция повышения интереса потребителей к жизненному циклу продукции и открытый доступ к информации о любом конкретном продукте, в том числе при помощи клиент-серверных систем и веб-приложений.

На формирование современных трендов в питании повлияли также развитие науки о питании и фундаментальные исследования в этой области [79; 149]. D. Mozaffarian и др. [186] в своей работе раскрыли ключевые исторические события в развитии современной науки о питании и их значение для текущих исследований, диетических рекомендаций и политики в области пищевых продуктов (рисунок 2). Осознание важности общих режимов питания стимулировало развитие не только научных исследований, но и эмпирических, коммерческих и популярных моделей питания различного происхождения и научной обоснованности, которые варьируются, например, от флекситарианских, вегетарианских и веганских до низкоуглеводных и безглютеновых диет. Многие из этих моделей преследуют конкретные цели (например, улучшение общего состояния здоровья, снижение веса, противовоспалительное действие) и основаны на различных интерпретациях имеющихся данных. В числе новых и приоритетных направлений исследований можно отметить персонализированное питание, в частности, с учетом негенетических факторов образа жизни, социокультурных и микробиомных факторов [180].

Нормативно-правовое обеспечение государственной политики нашей страны в области здорового питания включает пакет документов, посвященных как в целом по вопросам питания населения, так и отдельным направлениям (рисунок 3): Доктрина продовольственной безопасности РФ, подпрограмма 1 Государственной программы РФ «Развитие здравоохранения» и др.

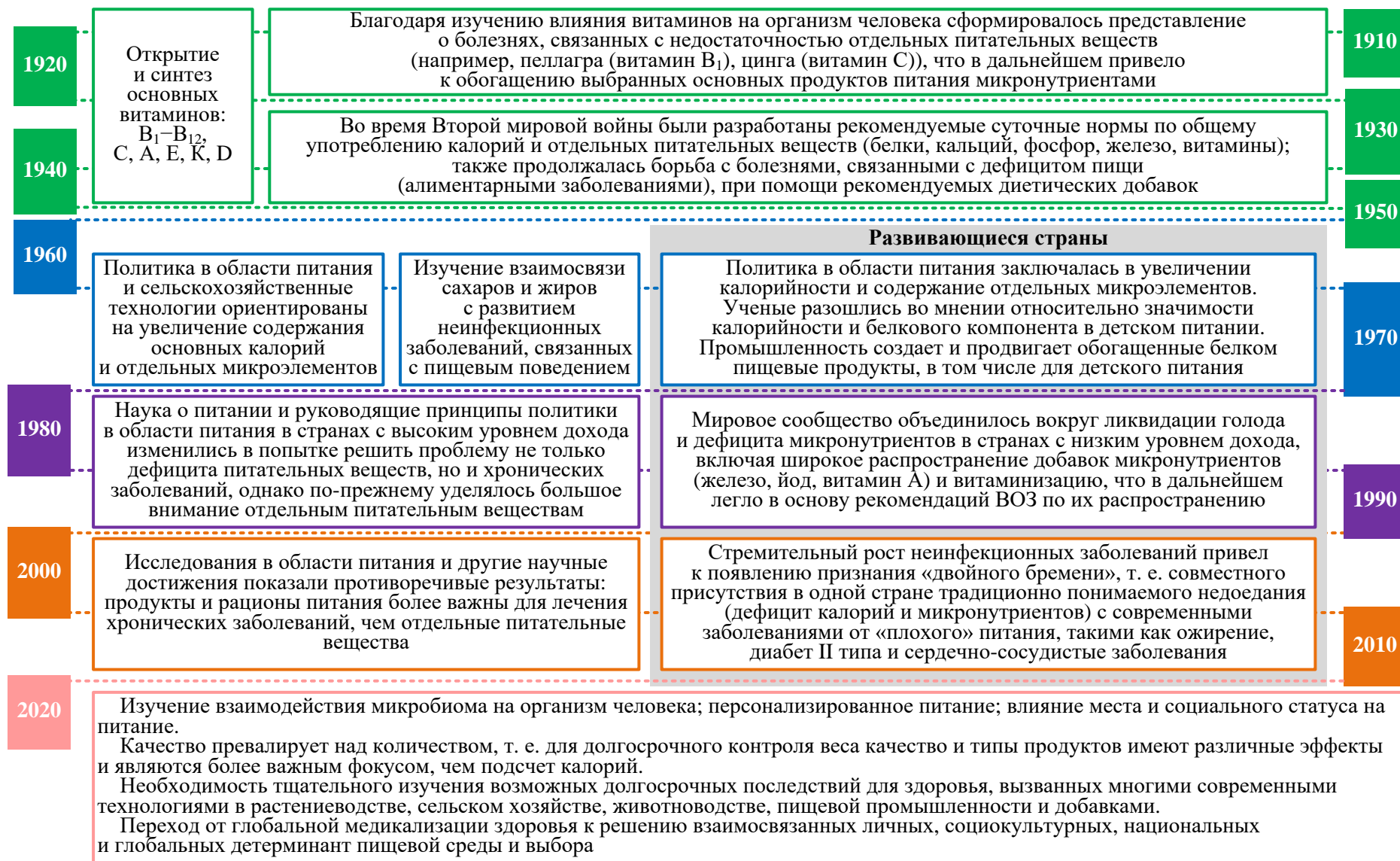


Рисунок 2 – Основные исторические события в науке о питании, повлиявшие на политику в области питания и современные тренды [186]



Рисунок 3 – Ключевые направления государственной политики Российской Федерации в области здорового питания

Государственная политика страны в области питания направлена на сохранение и укрепление здоровья населения и профилактику алиментарных заболеваний. Согласно исследованиям розничного рынка и рынка общественного питания [18; 65; 123; 136] в России наблюдается положительная динамика продажи продуктов питания, полезных для здоровья, и формирование культуры здорового питания у потребителей (рисунок 4). Установлено, что более 90 % потребителей предпочли бы продукцию без генно-модифицированных организмов, искусственных красителей и ароматизаторов, при этом 81 % респондентов готовы потратить бóльшую сумму за продукцию с полностью натуральным составом.

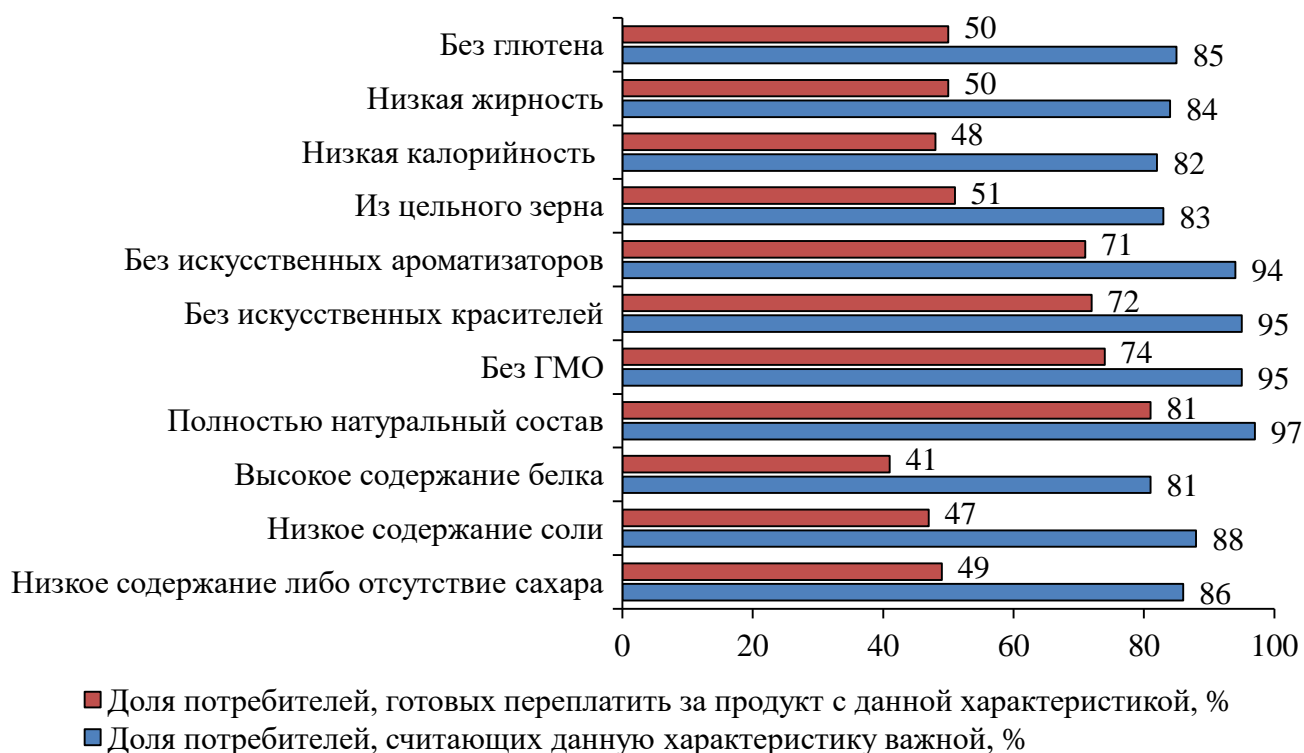


Рисунок 4 – Характеристики продукции, имеющие значение для потребителя [67]

В структуре потребительских расходов на покупку продуктов питания за 2019 и 2020 гг. (по состоянию за II квартал соответствующего года) основная доля расходов приходится на покупку мяса и мясопродуктов (26,6 % в 2020 г.), что формирует 9,2 % общих потребительских расходов (рисунок 5).

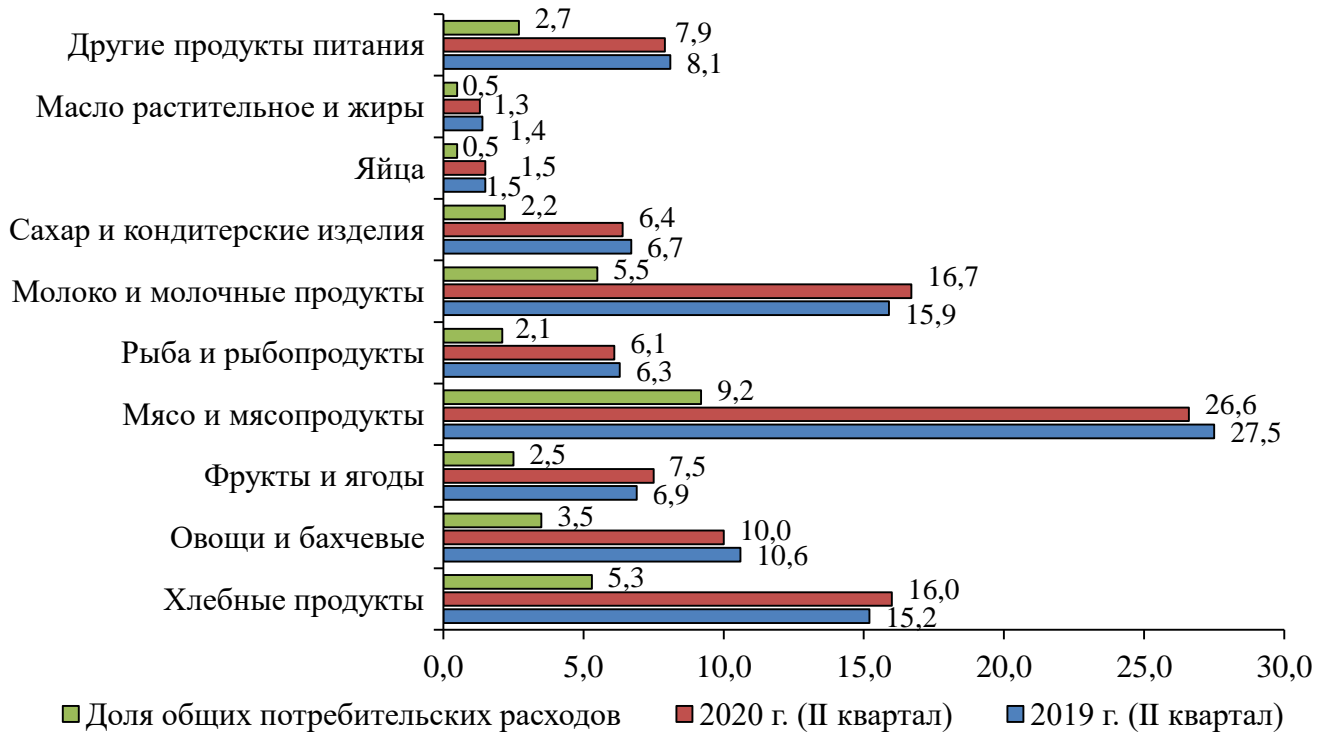


Рисунок 5 – Структура расходов на покупку продуктов питания, % [137]

Из данных Федеральной службы государственной статистики следует, что значительную долю выпускаемой мясной продукции в России составляют полуфабрикаты. Потребители отдают предпочтение более дешевым и полезным продуктам, поэтому на сегодняшний день перед производителями мясной продукции стоит задача выпуска качественных и доступных всем слоям населения продуктов, в то же время сбалансированных по содержанию питательных веществ, витаминов и клетчатки [2; 54; 76; 140; 143]. Однако, по данным Росстата, наблюдается рост стоимости полуфабрикатов. Так, в 2019 г. средняя цена производителей на полуфабрикаты составляла 142,3 тыс. р./т, что на 21,9 % больше по сравнению с 2017 г., когда средняя стоимость полуфабрикатов равнялась 116,7 тыс. р./т.

Наряду с этим на рынок мясной продукции влияют изменения в моделях поведения потребителей, которые необходимо принимать во внимание при разработке новой продукции и выведении ее на рынок; в индустрии питания происходит диверсификация, производятся пищевые продукты с новыми качествами, улучшающие здоровье и отвечающие требованиям потребителей [77; 90; 112; 190].

На рисунке 6 представлены расходы на покупку мяса и мясных продуктов по федеральным округам за 2019–2020 гг. Среднее значение расходов на покупку мяса и мясных продуктов по России составляет 27 %, при этом самое высокое значение наблюдается в Сибирском федеральном округе (28,5 %), а самое низкое – в Северо-Западном (25 %).

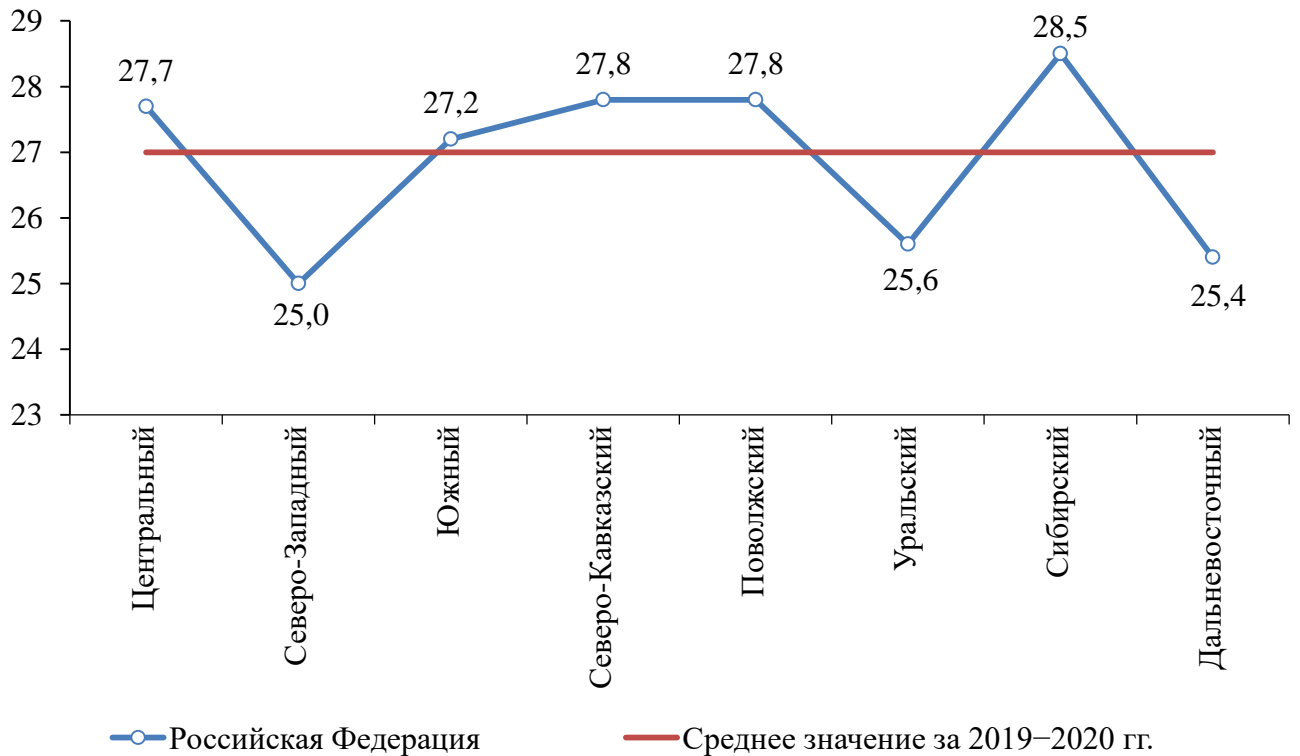


Рисунок 6 – Расходы на покупку мяса и мясных продуктов по федеральным округам за 2019–2020 гг., % [137]

Таким образом, можно говорить о том, что в наибольшей степени устойчивыми в стратегической перспективе окажутся предприятия, предлагающие широкую линейку полуфабрикатов с новой конкурентоспособной продукцией, выделяющейся среди других продуктов на рынке.

1.2 Состояние и перспективы развития производства аналогов мясных продуктов

Аналоги, заменители и имитации занимают особое место среди продуктов питания со сниженной потребительской стоимостью, что обусловлено не только повышением стоимости натуральной продукции, но и локальностью ресурсов для ее производства [4; 60; 208]. В работе Т. В. Ивахнишиной и А. В. Алешкова [60] предложена обобщенная классификация альтернативной пищевой продукции в зависимости от вида заменяемых продуктов питания (рисунок 7).



Рисунок 7 – Примерная классификация заменителей, аналогов и имитаций пищевых продуктов [60]

В соответствии с ГОСТ Р 52427-2005 аналогом считается «продукт, аналогичный мясному продукту по органолептическим показателям, изготовленный по мясной технологии с использованием немясных ингредиентов животного и (или)

растительного, и (или) минерального происхождения, с массовой долей мясных ингредиентов в рецептуре не более 5 %» [39].

U. Fresán и др. [165] предложили классифицировать аналоги мясной продукции в соответствии с их основным источником белка (с содержанием не менее 65 %): на основе пшеницы или сои; комбинация пшеницы и сои; на основе орехов, бобов и (или) овощей. Аналоги мяса могут быть полностью на растительной основе либо содержать продукты животного происхождения (например, яйца).

F. M. Anjum и др. [147] условно выделяют три категории людей, употребляющих данную продукцию:

- 1) потребители, ограничивающие потребление продуктов животного происхождения из-за религиозных и диетических соображений;
- 2) потребители, ищущие здоровую альтернативу мясу;
- 3) потребители, заменяющие мясо на более дешевые источники белка.

Современные исследования M. A. Asgar и др. [148] подтверждают, что потребление растительной белковой пищи росло на протяжении многих лет в связи с глобальным дефицитом животного белка, высоким спросом на полезные и религиозные продукты (ислам, индуизм, иудаизм), продукты для вегетарианцев и веганов, по экономическим и экологическим причинам. История развития аналогов мясной продукции представлена на рисунке 8.

Анализ литературных источников [9; 119; 144; 145; 172; 175] свидетельствует, что одна из последних современных тенденций – сдвиг производства и потребления животного белка к перспективному использованию его растительных и альтернативных источников. Также установлено, что аналоги мяса приобрели популярность не только под влиянием тенденции здорового питания, но и в связи с трендом на снижение негативного воздействия на окружающую среду, так как при производстве мяса увеличиваются потребление энергии и выбросы парниковых газов (углекислого газа, оксида азота), к тому же требуется значительно большее количество экологических ресурсов. Проведены исследования по оценке жизненного цикла аналогов мяса [185], в ходе которых определено, что данная продукция оказывает гораздо меньшее воздействие на окружающую среду, а средние

значения выбросов парниковых газов при производстве составляют: для продуктов на основе пшеницы/сои/орехов – 0,21 кг CO₂/100 г; для продуктов на основе комбинации пшеницы и сои – 0,23 кг CO₂/100 г. Присутствие яиц в аналогах мяса увеличивает выбросы парниковых газов и составляет 0,27 кг CO₂/100 г продукта.

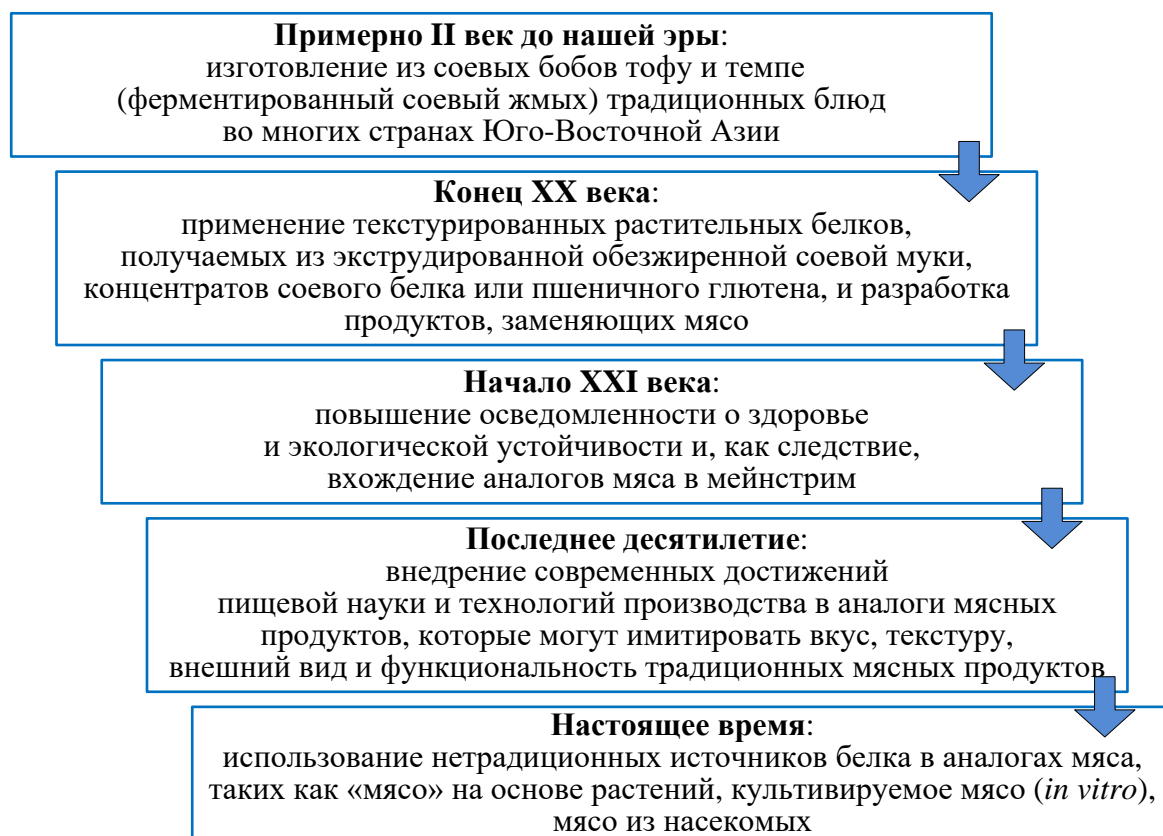


Рисунок 8 – Основные этапы развития аналогов мясной продукции [148]

В работах [11; 78; 167; 168] установлено, что аналоги мясной продукции могут включать белки зерновых и зернобобовых культур, овощей, орехи, микроорганизмы (грибы, бактерии, дрожжи и водоросли) и компоненты животного происхождения, такие как яйцо или молоко. Соя (*Glycine*) по химическому составу близка к животному белку, не содержит холестерина и насыщенных жиров, состоит из белка (35–40 %), жира (15–20 %), углеводов, влаги (10–30 %), богата клетчаткой, железом, кальцием, цинком и витаминами группы В [8; 92; 120]. Бобовые и масличные культуры обеспечивают сбалансированный аминокислотный

профиль с содержанием белка от 20 % до 30 %, являются хорошими источниками энергии, минералов и витаминов группы В [99; 132; 173; 195]. Содержание белка в злаках различное (в пшенице 8–17,5 %, в рисе 7–10 %, в овсе 8,7–16 %); наиболее распространен и доступен из злаковых белок пшеницы, на 80 % состоящий из глютена [155; 169]. Набирают популярность белки гороха [199]. Микопротеин происходит от мицелиального гриба (*Fusarium venenatum*), обнаруженного в 1960-х годах, который обладает высоким содержанием белка, низким содержанием жира и хорошей текстурой, также в нем отсутствуют трансжиры и холестерин [157]. G. Y. You и др. [214] предполагают, что множество других растительных белков, включая картофель, кукурузу, рапс, рис и различные белки из бобовых и масличных источников, будут или могут быть коммерчески доступными в будущем. На стадии научных исследований и активных разработок находится ряд растительных белков, в основном из масличных растений (рапс, хлопок, подсолнечник и арахис); кроме того, исследуются белки картофеля и риса, причем, как пишут Б. Байнович и др. [11], картофельные белки уже доступны на рынке Европы.

В последнее десятилетие в связи с ростом социальных требований в сфере производства аналогов мясных продуктов предпринимаются попытки улучшения их сенсорных качеств и активно внедряются современные технологии, позволяющие имитировать вкус, текстуру, внешний вид и функциональные свойства традиционных мясных продуктов (таблица 1). Следует отметить, что современные производственные процессы для аналогов мяса включают такие методы, как экструзия, прядение и простой сдвиг [158; 170; 197].

В ответ на изменение покупательского поведения и быстро растущий спрос на продукты растительного происхождения ведущей организацией по защите бренда и потребителей BRCGS был разработан и опубликован Plant-Based Global Standart [191], позволяющий контролировать процесс производства, переработки и упаковки продукции на растительной основе. Стандарты, разработанные BRCGS, обеспечивают стандартизацию критериев качества, безопасности и эксплуатации; их соблюдение гарантирует выполнение производителями своих юридических обязательств и обеспечивает защиту интересов конечного потребителя.

Таблица 1 – Результаты патентного поиска современных технологий производства аналогов мясных продуктов

Источник, авторы, год	Состав и способ производства
Способы и композиции для воздействия на профиль вкуса и аромата пригодных к потреблению веществ, Р. Фрейзер и др., 2017 [189]	Комбинирование высоко конъюгированного гетероциклического кольца, комплексированного с ионом железа, или гемсодержащего белка растения/гриба/археи/бактерии с одной или несколькими вкусовыми молекулами-предшественниками, с образованием смеси и последующим ее нагреванием до образования одного или нескольких вкусовых соединений, выбранных из группы (например, фенилацетальдегид, 2-ундеценаль, метилпиразин, фурфураль, 2-деканон, пиррол)
Заменители пищевых продуктов и способы производства заменителей пищевых продуктов, В. Р. Гафей и П. Пибаро, 2016 [108]	Измельчение мяса и смешивание с мукой для получения теста; экструдирование теста с механической энергией сдвига в диапазоне 50–500 кДж/кг и при температуре в пределах 60–120 °С, которое дополнительно включает впрыскивание разрыхлителя в тесто в процессе его экструдирования с получением заменителя пищевых продуктов, состоящего из 50–60 % белка (растительного и животного происхождения в соотношении около 50:50), 6–10 % жира (исключая любой жир, используемый при покрытии) и менее 30 % углеводов. Краситель добавляют до/во время/после смешивания или экструдирования для достижения более натурального внешнего вида
Пищевые композиции, обладающие реалистичным мясоподобным внешним видом, осязаемыми свойствами и структурой, Р. Б. Урхан и Д. У. Кюнле, 2015 [106]	Нагревание предкондиционированной смеси пищевых компонентов под давлением с последующим расширением нагретой композиции до получения продукта, состоящего из функциональных белков (40–90 %), одного или нескольких перекрестносшивающих агентов (0,05–2 %), мясной суспензии (мясо и один/несколько увлажняющих пластификаторов с соотношением от 20:80 до 80:20 – 60–10 %)
Аналог мяса низкого усилия сдвига, А. А. Торни, и др., 2014 [105]	Предложен прибор с секцией питания, сжатия и дозирования (шнековый питатель). Для термической обработки эмульсии в нем предусмотрены внутренние и внешние источники нагрева. Секция дозирования осуществляет низкое усилие сдвига для получения аналога мяса с заданной структурой, состоящего из жира, белка (может включать говядину, свинину, курицу и (или) рыбу), ингредиентов из декстрозы, сорбита, соевого белка, желатина, глютена, плазмы крови, нитратов, фосфатов, витаминов и минеральных веществ, ароматизаторов и соли
Экструдированный пищевой продукт, способ его получения и экструдер для его изготовления, Ф. Бижер и др., 2013 [107]	Описан экструдер с рядом цилиндров с вращающимися двойными шнеками и установленными нагревательными приборами. Способ подразумевает поточное добавление в прибор сырья (мясной и (или) растительный белок (от 25 % до 77 %) и пластификаторы), смешивание с последующим нагреванием смеси, экструдирование продукта через формующую головку и охлаждение

Продолжение таблицы 1

Источник, авторы, год	Состав и способ производства
Способ получения пищевого продукта – заменителя мяса, В. А. Эспелета и С. Д. Мора Кастильо, 2012 [104]	Белок растительного происхождения с красителем соединяют с водой и гидратируют под вакуумом (давление от минус 100 до минус 50 кПа, время 40–80 мин), затем добавляют мясное сырье и текстурирующие составляющие; образовавшуюся пасту перемешивают в миксере (скорость вращения 10–20 об/мин), меняя направление вращения каждые 2–10 мин. Пасту дозируют, раскатывают и подвергают тепловой обработке при помешивании (печь, варочная камера или варочный котел), далее придают форму с внешним видом, идентичным мясному продукту
Аналог мяса с соответствующей внешней структурой, Э. Дж. Редмен, 2010 [102]	Смешивание ингредиентов (62 % зерновых, 25 % эмульгированного мяса/мясных субпродуктов, 8 % увлажнителя, углеводов из риса, закладка полученной массы в экструдер варочный с отверстиями с известным поперечным сечением; обработка при установленных параметрах; экструзия смеси и выдержка экструдата (температура 15–25 °С) до образования «кожицы» на внешней поверхности и сжатия площади поперечного сечения, что вызывает образование борозд на указанной «кожице»
Продукт – аналог мяса, Р. Райзер и др., 2009 [103]	Соединение воды, одновалентного катионного бикарбоната/карбоната, сухого сырья (глютен, соевый, гороховый, яичный белок или их смесь, сухой мясной белок с содержанием серы, или сухой белок, или пищевые волокна, извлеченные из цельного зерна, фруктов, овощей или их смесей) и кислого компонента химического разрыхлителя теста в соотношении 1:2–1:4 в условиях смешивания с низким сдвигом до образования массы, по консистенции напоминающей тесто, и дальнейшего ее нагревания (температура 100–150 °С), далее масса проходит через охлаждающее устройство под давлением 50–900 фунтов/дюйм ²

Ввиду изменения поведения потребителей в мире наметилась тенденция к снижению потребления мяса в целях пользы для здоровья, а также с учетом экологических, этических и социальных аспектов. Зарубежные ученые активно проводят исследования физико-химических свойств аналогов в сравнении с различными видами мяса, текстуры и структуры текстурированных растительных белков и их роль в сенсорной оценке [160; 163; 184]. На сегодняшний день интерес ученых в большей степени сосредоточен на использовании нетрадиционных источников белка в аналогах мяса, таких как «мясо» на основе растений (получение белка путем ферментации с использованием бактерий, водорослей или дрожжей, генетически модифицированных с добавлением рекомбинантной ДНК для производства

органических молекул), культивируемое мясо (*in vitro*) и использование насекомых [117; 198; 202], а также производство мяса из натуральных или чужеродных пищевых продуктов с использованием системы 3D-печати [45; 194]. В таблице 2 приведены обобщенные данные о типах аналогов мяса.

Таблица 2 – Типы и определение заменителей и аналогов мяса как источника белка

Тип	Определение
Обычное мясо	Традиционное мясо сельскохозяйственных животных
Аналог мяса на растительной основе	Аналог мяса из белков растений и грибов
Мясо насекомых	Съедобное насекомое используется в качестве пищевого ресурса
Культивируемое мясо (мясо <i>in vitro</i> , синтетическое мясо)	Искусственное мясо, произведенное с использованием технологии стволовых клеток
Модифицированное мясо	Мясо генетически модифицированных животных
3D-печать мяса	Мясо из натуральных или чужеродных пищевых продуктов с использованием системы 3D-печати

По данным FAOSTAT [162], наблюдается положительная динамика производства сырья растительного происхождения. Так, с 2010 по 2018 г. оно увеличилось на 19,2 %, при этом ежегодный прирост довольно равномерный (таблица 3).

Таблица 3 – Мировые объемы производства растительного сырья с 2010 по 2018 г. [162]

Категория растительного сырья	Мировой объем производства, млн т								
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Зерновые	2 467	2 588	2 564	2 769	2 820	2 850	2 939	3 020	2 963
Зернобобовые	71	70	74	78	79	78	84	94	92
Соя	265	262	241	278	306	323	336	353	349
Овощи	924	957	981	1 000	1 033	1 055	1 074	1 084	1 089
Корне- и клубнеплоды	741	791	807	816	843	840	830	839	832
<i>Всего</i>	<i>4 469</i>	<i>4 668</i>	<i>4 668</i>	<i>4 941</i>	<i>5 081</i>	<i>5 146</i>	<i>5 262</i>	<i>5 390</i>	<i>5 325</i>

Рассматривая структуру производства растительного сырья, можно увидеть, что основной объем занимает производство зерновых (55,6 %), на втором месте овощи и корне- и клубнеплодные овощные культуры – по 20,4 % и 15,6 % соответственно, далее идут соя (6,6 %) и зернобобовые (1,7 %).

Анализ данных FAOSTAT [162] демонстрирует неравномерное размещение мирового производства основных источников белка растительного происхождения по географическим регионам мира и отдельным странам. На сегодняшний день основное производство растительного сырья сконцентрировано в Азии, а производство сои – в Америке. Среди стран-производителей лидируют Китай, Индия, США, Россия, Бразилия [84]. Наибольший прирост мирового производства растительного сырья с 2010 по 2018 г. наблюдается по сое и зернобобовым – их объем увеличился на 30,5 % и 29,5 % соответственно.

Что касается России, то с 2008 по 2019 г. объемы производства соевых бобов выросли в шесть раз, с 746,1 т в 2008 г. до 4 344,1 т в 2019 г., при этом в четыре раза увеличилась посевная площадь (рисунок 9).



Рисунок 9 – Производство сои в Российской Федерации в период с 2008 по 2018 гг. [137]

Производство сои и посевные площади, значительно увеличившиеся с 2014 г., продолжают расти, что связано с введением в 2014 г. продуктового эм-

барго как ответной меры в отношении стран, которые ввели экономические санкции против России. Однако благодаря введению продуктового эмбарго и позитивному влиянию государственных программ импортозамещения в целом отечественным производителям удалось существенно нарастить выпуск сельскохозяйственной продукции [61; 88].

На основе анализа опыта зарубежных стран [151; 152; 177; 183] установлено, что рынок аналогов мясных продуктов значительно вырос во всем мире; в период с 2015 по 2020 г. происходило глобальное расширение рынка аналогов мяса, быстрыми темпами росло предложение и доступность продуктов. Аналитический центр Deloitte Consulting [97] оценил мировой рынок аналогов мяса на растительной основе в 12 млрд долл.; в России рынок данной категории товаров оценивается в 2,6 млрд р.

При этом наблюдается стремительный рост рынка аналогов мяса в России (рисунок 10).

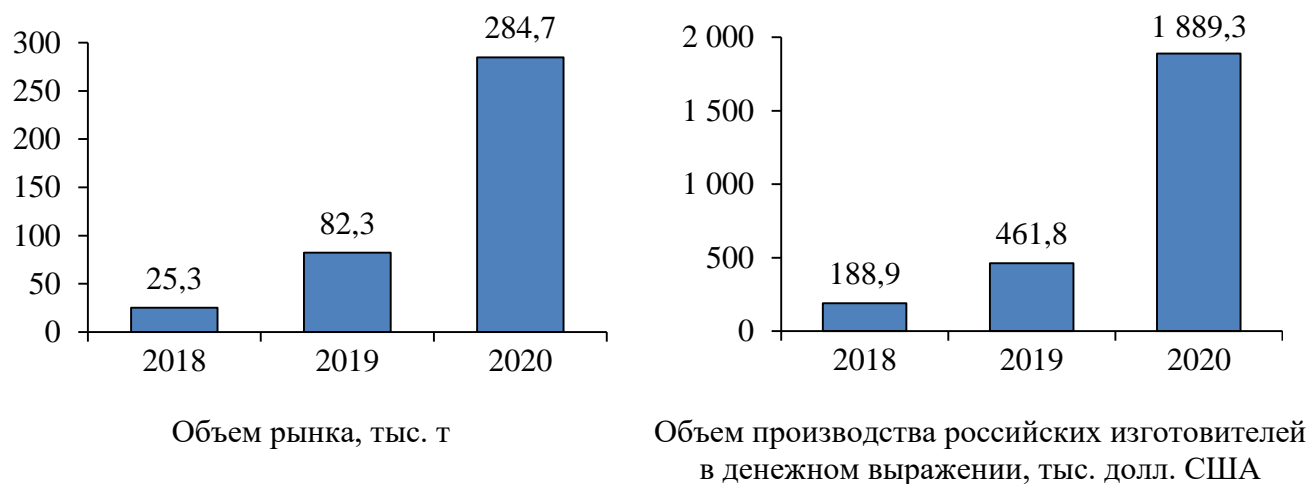


Рисунок 10 – Объем и динамика рынка растительного мяса в России в 2018–2020 гг. [5]

Так, за 2020 г. в данном сегменте появилось много новых игроков, в том числе предприятия мясной промышленности, запустившие линейку растительных продуктов (Наро-Фоминский мясокомбинат, Микояновский мясокомбинат, мясо-

комбинат «Окраина», Ростовский колбасный завод «Тавр»). Основные производственные мощности данной ниши сконцентрированы в Костромской, Московской, Калужской, Белгородской и Липецкой областях, а также в Москве и Санкт-Петербурге [5]. Согласно данным, приведенным компанией Discovery Research Group [5], объем импорта аналогов мяса в Россию в 2020 г. составил 334,3 тыс. долл., при этом внушительную долю импорта занял бренд Beyond Meat (США). Что касается объема экспорта данной продукции, то в 2020 г. он составил 0,5 т; наибольшая доля экспорта приходится на Украину.

По мнению В. М. Bohrer [151], ожидается, что к 2025 г. мировая индустрия «мяса» на растительной основе может достигнуть более 21 млрд долл. с совокупным годовым темпом роста 7,9 %, при этом наиболее быстро растущим регионом является Азиатско-Тихоокеанский, а самым крупным рынком аналогов мясной продукции – Европа. К. Κυριακοπούλου и др. [176] отметили, что в Европе и Северной Америке рынок аналогов мяса расширился не только за счет сторонников вегетарианства и веганства; данную продукцию также приобретают люди, употребляющие мясо, чтобы разнообразить свой рацион.

Г. Voukid [152] предполагает, что мясная промышленность, выпускающая продукцию на растительной основе, продолжит развиваться как нишевый рынок; ее ассортимент в будущем расширится, поскольку современные аналоги и заменители мяса не только соответствуют ожиданиям потребителей, обеспечивая пищевую ценность, внешний вид, текстуру и вкусовые ощущения, подобные мясу, но в то же время ослабляют колебания, которые испытывают некоторые потребители в отношении традиционного производства мяса (экологические проблемы и вопросы защиты животных). Однако, несмотря на значительные улучшения вкуса и текстуры аналогов мяса на растительной основе, пищевая промышленность по-прежнему испытывает трудности с обеспечением правильного сенсорного восприятия. Кроме того, растет спрос на экологически чистые, питательные ингредиенты с «чистой этикеткой» [207].

1.3 Роль ингредиентов в формировании показателей качества аналогов мясных полуфабрикатов

Пищевая продукция выступает сложной многокомпонентной дисперсной системой, характеризующейся внутренней структурой и специфическими физико-химическими свойствами, среди которых центральными являются реологические показатели, на которые оказывают воздействие различные параметры: химический состав сырья, температура, влажность, интенсивность и продолжительность механического и теплового воздействия; также продукция подвергается биохимическим, микробиологическим, коллоидно-химическим процессам, влияющим на структуру и механические свойства [87; 91; 113].

Фаршевые системы и полуфабрикаты из них можно отнести к твердообразным материалам (soft solids), проявляющим упругую деформацию под действием внешних сил. Д. В. Доня и Е. В. Махачева [47] описывают фаршевые системы как пластично-вязкие, обладающие набором свойств, в частности предельным напряжением сдвига, который чувствителен к изменению технологических и механических факторов, вследствие чего данный параметр применяется для оценки фарша в производственном процессе.

В. П. Ангелюк и др. [6] охарактеризовали качество фаршевых систем как совокупный показатель технологических, реологических, физико-химических и органолептических факторов.

Л. З. Габдулкаева и О. А. Решетник [21] акцентируют внимание на функционально-технологических свойствах, определяющих сочность и выход готовой продукции, а также значение потерь при термической обработке, на которые напрямую воздействует активная кислотность фаршевых систем.

А. Ю. Золотин и др. [56] рассматривают органолептические показатели качества как первостепенную составляющую потребительской ценности продукции питания. Сенсорные показатели обеспечивают представление о восприятии продукции через органы чувств (зрения, осязания, обоняния, вкуса, иногда слуха)

и, вместе с тем, через силовые и другие физические способности человека. Психофизиологические показатели вместе с психологическими формируют эмоциональную ценность продукта. Сенсорный профиль особо восприимчив к изменению свойств ингредиентов, раскрывающих и имитирующих базовую концепцию продукта [83; 118; 138]. Органолептическое восприятие детерминирует выбор пищевого продукта, его потребление и усвоение [57]. Поэтому при разработке аналога мясного полуфабриката определяющими являются высокие вкусовые качества и структурно-механические (реологические) характеристики.

Текстура является сенсорным индикатором, который можно измерить с использованием инструментальных методов, основанных на корреляции полученных данных с оценкой продукта при помощи органов чувств [86]. Вариативность пищевых сред и их структурно-механических параметров обуславливает создание измерительных приборов и методик для установления объективного показателя консистенции пищевых продуктов, а также современных средств производственного контроля и оценки качества готовой продукции [58; 130].

При инструментальной оценке текстуры пищевых продуктов могут применяться текстурометры, которые анализируют сопротивление при сдвиге/сжатию образца [141]. Самыми распространенными методами являются: тест сдвига Уорнера – Братцлера (Warner – Bratzler, или WB), использующийся в качестве индикатора сенсорной твердости, и анализ профиля текстуры (Texture Profile Analysis, или ТРА), позволяющий определить большой диапазон текстурных показателей из соотношения между приложенной силой и деформацией во времени, хорошо коррелирующих с сенсорными показателями, и получить более подробную информацию о пищевом сырье по сравнению методом WB [154]. Реологические методы исследования способствуют установлению зависимости между качеством продукции и ее структурно-механическими свойствами, а полученные объективные инструментально измеренные величины могут быть использованы для управления технологическим процессом и качеством продукта [94; 187].

Аналоги мясной продукции имеют полосатую и слоистую структуру, имитирующую мышечные волокна, и включают в себя компоненты, которые условно

можно разделить на следующие группы в зависимости от функционального назначения [148; 209; 216]: белки растительного происхождения (в сухой текстурированной или порошкообразной форме); растительные масла; специи и (или) вкусовые добавки; смесь овощей и (или) загустителей (растительные гидроколлоиды: крахмалы, камеди, альгинаты, декстраны, гидроксипропилметилцеллюлоза и др., а также их комбинации) (таблица 4).

Таблица 4 – Типичные ингредиенты аналогов мясных продуктов и их назначение [148]

Ингредиент	Функции	Доля внесения, %
Текстурированные растительные белки (соевая мука/концентрат, пшеничный глютен, белковые комбинации и др.)	Связывание с водой; текстура (ощущение во рту); внешний вид; обогащение белком, источник нерастворимых волокон (клетчатки)	10–25
Нетекстурированные белки: изолированные соевые белки; соевый концентрат, пшеничный глютен, яичные белки, сыворотка	Связывание воды, эмульгирование; текстура; вкус, обогащение белком	4–20
Ароматизаторы/специи	Вкус: соленый, мясистый, жареный, жирный, сывороточный; усиление вкуса (например, соль); маскирование зерновых нот	3–10
Вода	Распределение ингредиентов; эмульгирование, сочность, стоимость	50–80
Жиры/масла	Вкус, текстура; сочность, образование румяной корочки	0–15
Связующие агенты: пшеничный глютен, яичные белки, камеди и гидроколлоиды, ферменты, крахмалы	Текстура, связывание воды	1–5
Красители: карамельные краски, солодовые экстракты, свекла и др.	Привлекательный внешний вид; натуральный или искусственный цвет	0–0,5

Соевые бобы характеризуются такими функциональными свойствами, как склонность к гелеобразованию/текстуре, водоудерживающая и водосвязывающая способность, абсорбция жира, эмульгирование, эластичность и контроль цвета [8; 201; 169]. В сое, как и в других бобовых белках, преобладают водо- и солераство-

римая фракции (альбумины и глобулины), что создает хорошие эмульгирующие и стабилизирующие свойства [9; 121; 160; 171]; также в ней содержатся пектиновые вещества (2–4 %), обладающие высокой способностью связывать влагу, что предположительно может повысить влагоудерживающие свойства аналогов мясной продукции [153; 195; 204]. Зерновые белки обладают вязкоупругой структурной сетью, обеспечивающей связывание влаги и необходимую консистенцию [11; 211].

Роль липидных ингредиентов (жиров, масел) заключается в придании сочности, нежности и вкусовых качеств аналогу мяса [151; 176]. Углеводные ингредиенты могут присутствовать в рецептуре в виде крахмалов или муки (улучшение текстуры и консистенции продукта), в также в виде связующих ингредиентов или камедей (улучшение стабильности и формы продукта); кроме того, углеводы улучшают взаимодействие между белковыми, липидными и водными компонентами системы продукта, т. е. формируют стабильную структуру [16; 103; 109; 216].

Одним из наиболее важных психофизиологических показателей для покупательского выбора является цвет [172; 200]. При производстве аналогов мясной продукции могут применяться ингредиенты, обладающие естественными цветовыми признаками, сопоставимыми с моделируемым мясным продуктом (экстракт свекольного сока, томатная паста и пр.), а также возможно использование саркоплазматических белков, сходных по химической структуре с железо- и кислород-связывающим белком, присутствующим в мышечной ткани (миоглобином): например, восстановленное соединение железа, соевый леггемоглобин [109; 188]. Для достижения «мясоподобного» вкуса к аналогам мяса добавляются различные приправы и специи.

Стоит заметить, важной особенностью при разработке аналогов мяса является тот факт, что при использовании функциональных ингредиентов, повышающих упругость продукции, уменьшается количество влаги и соответственно снижается сочность готового изделия.

1.4 Международная практика управления качеством пищевой продукции с использованием цифровых технологий

На сегодняшний момент в условиях глобализации мировой экономики имеется множество различных концепций управления качеством: статистический контроль качества (SQC), всеобщий контроль качества (TQC, quality assurance), тотальное управление качеством (TQM), универсальный менеджмент качества (UQM), глобальное управление качеством (GQM), система обеспечения качества (QAS), интегрированные системы менеджмента качества (IPM) и др.

В настоящее время управление качеством, как правило, выступает в рамках двух систем: всеобщее управление качеством (TQM), в том числе система менеджмента качества, основанная на требованиях стандартов ИСО 9000, и интегрированные системы менеджмента, базирующиеся на системах менеджмента качества, экологического менеджмента, менеджмента профессиональной безопасности и здоровья, социального и этического менеджмента [50; 52; 131]. Российское законодательство в сфере качества и безопасности пищевой продукции совершенствуется в направлении гармонизации с международными документами в области здорового питания, такими как «Глобальная стратегия ВОЗ в области безопасности пищевых продуктов», «Глобальная стратегия по питанию, физической активности и здоровью», а также стандартами Комиссии «Кодекс Алиментариус» и др. [59; 128]. На территории Евразийского экономического союза и в России действуют Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции, подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (в ред. решения Коллегии Евразийской экономической комиссии от 10 ноября 2015 г. № 149).

В большинстве стран мира вопрос безопасности и качества пищевой продукции стоит остро и выступает главной целью реализации национальной продовольственной политики [53; 127; 139; 149]. Безопасность продуктов питания – первостепенная задача для пищевой отрасли в силу потенциального прямого воздействия на здоровье потребителей, а показатель безопасности продукции – цен-

тральный элемент успешности и конкурентоспособности предприятия [20; 46]. Причин, оказывающих влияние на показатель безопасности, достаточно много, начиная с персонала, поставщиков продукции, технического оснащения и заканчивая наличием системы менеджмента качества, а показателем благополучия в области пищевой безопасности предприятий индустрии питания является отсутствие регистрации случаев пищевых отравлений [15; 23; 126].

Основной формой управления и регулирования качества пищевой продукции и ключевым элементом обеспечения ее безопасности выступает Система менеджмента безопасности продуктов питания (СМБПП) с использованием принципов ХАССП, подразумевающая обнаружение, установление значимости и управление опасными факторами, воздействующими на безопасность продуктов питания [69; 101; 110; 125]. В мировой практике СМБПП выступает гарантией качества и безопасности и состоит из семи принципов, прописанных в документации Codex Alimentarius, Директиве Евросоюза № 852/2004, в стандартах ISO 22000-2007, BRC Global Standard Food, IFS Food, SN NS-ISO 31000:2009 и др.

В законодательной базе России СМБПП представлена в двух основных стандартах: ГОСТ Р 51705.1 [38] и ГОСТ Р ИСО 22000 [43]. Первый устанавливает требования к СМБПП на основе семи принципов ХАССП, но фактически представляет собой систему управления только критическими контрольными точками. Второй стандарт является расширенным, в него помимо основных принципов ХАССП включены требования относительно обмена информацией и программ предварительных условий, т. е. предполагается контроль абсолютно всей производственной цепи (рисунок 11).

В исследованиях [62; 67; 74; 124; 206; 156; 193] установлено, что современные тенденции развития информационных технологий непосредственно влияют на индустрию питания и необратимо ведут к внедрению цифровых технологий – FoodTech (симбиоз цифровой и пищевой отраслей). FoodTech станет неотъемлемой частью FoodNet – нового высокотехнологичного рынка производства и потребления продуктов питания, являющегося основным передовым и высокоэффективным сегментом, тесно интегрированным прежде всего с ИТ-индустрией.



Рисунок 11 – Этапы разработки системы менеджмента безопасности, основанной на принципах ХАССП

Термин «индустрия 4.0» подразумевает инновационные производственные процессы, которые частично или полностью автоматизированы с помощью технологий и устройств, автономно обменивающихся данными между собой в рамках производственно-сбытовой цепочки [150; 174]. С появлением цифровых инноваций изменяются производственные модели за счет использования «умных» технологий (новая генерация датчиков, робототехника, нано- и сенсорные технологии, искусственный интеллект (AI), большие данные (big data), интернет вещей (IoT), межмашинное взаимодействие (M2M), машинное обучение (ML), облачные вы-

числения и т. д.), которые переживают новую фазу автоматизации и позволяют оптимизировать процессы и повысить продуктивность. Однако внедрение этих бизнес-моделей требует новых профессиональных навыков работников пищевой промышленности [146]. Еще одним ключевым фактором является предоставление данных в цифровом формате, т. е. формирование информационного пространства с учетом потребностей общества в получении достоверных сведений о качестве продукции.

В 2017 г. Правительством РФ была утверждена программа «Цифровая экономика Российской Федерации», базовыми направлениями которой явились: нормативное регулирование; кадры и образование; формирование исследовательских компетенций и технических заделов; информационная инфраструктура и безопасность. В 2019 г. Минсельхоз России представил ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство», направленный на внедрение цифровых технологий и платформенных решений в агропромышленный комплекс. Стоит заметить, что цифровизация пищевой безопасности требует гармонизации законодательных требований в части управления документированными процедурами [7; 12; 85; 93]. При этом цифровые технологии уже активно используются для контроля деятельности пищевых предприятий, начиная с производства и заканчивая реализацией готовой продукции потребителям (например, ФГИС «Меркурий»).

Цифровизация производства продуктов питания стала ключевым компонентом недавних стратегий различных правительств в области цифровой и биоэкономики. Так, Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН в 2020 г. представила документ «Realizing the potential of digitalization to improve the agri-food system: Proposing a new International Digital Council for Food and Agriculture», где говорится об учреждении нового Международного цифрового совета по продовольствию и сельскому хозяйству; в Резолюции № A/RES/70/1 «Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development» (ООН, 2015) также одной из целей является внедрение инновационных технологий в бизнес-модели.

Имеется ряд зарубежных исследований, посвященных применению цифровых технологий в пищевой промышленности (таблица 5).

Таблица 5 – Международная практика использования цифровых технологий в пищевой промышленности

Название работы, авторы	Описание
Системы на основе интернета вещей для управления безопасностью пищевых продуктов, М. Doinea и др. [159]	Предложена сенсорная сетевая архитектура на основе компонентов IoT, использующих автономные встроенные модули и радиоидентификационные метки (RFID), автоматически собирающие данные и охватывающие весь жизненный цикл пищевого продукта и факторы, влияющие на его химический состав
Интернет вещей для обеспечения безопасности и контроля качества пищевых продуктов, Y. Liu и др. [182]	Представлен пилотный проект в Китае на основе сети Интернет (AIoT), объединяющий усовершенствованные технологии сервис-ориентированной архитектуры, глобальной идентификации и синтаксического анализа и электронной родословной сельскохозяйственной продукции
Система отслеживания цепочки поставок для обеспечения безопасности пищевых продуктов на основе ХАССП, блокчейна и интернета вещей, F. Tian [205]	Описана новаторская инновация в децентрализованной информационно-технологии блокчейн, представляющая собой систему прослеживаемости цепочек поставок продовольствия для отслеживания пищевых продуктов в режиме реального времени на основе принципов ХАССП, блокчейна и сети Интернет, которая обеспечивает информационную платформу для всех участников цепочки поставок
Интеллектуальный подход к мониторингу качества продуктов питания на основе интернета вещей с использованием недорогих датчиков, А. Рора и др.[192]	На основе IoT изложена система интегрированного мониторинга пищевых продуктов в вакуумной упаковке с использованием датчиков, регистрирующих и передающих по беспроводной сети на ПК изменения параметров (количество патогенных агентов, газы, температура, влажность и период хранения). Подход подразумевает комбинирование исполнительных механизмов и сенсорных устройств, также обеспечивает общую картину путем обмена информацией по платформам
Роль интернета вещей в управлении качеством цепочки поставок пищевых продуктов, М. Ven-Daya и Z. Vahrour [150]	Определена роль IoT и его влияние на управление цепочкой поставок (SCM), рассмотрены важные аспекты IoT в SCM, включая определение и основные механизмы реализации технологий IoT, различные процессы и приложения SCM
Цифровые двойники процессов пищевой промышленности: следующий шаг к моделям пищевых производств, P. Verboven и др. [210]	Изучено виртуальное представление продукта (цифровой двойник), актуальное для скоропортящихся видов, позволяющее диагностировать и прогнозировать потенциальные проблемы в цепочках поставок и предоставляющее данные, например, об оставшемся сроке хранения каждой партии, на основе чего могут строиться логистические и маркетинговые стратегии
FoodOn: согласованная онтология пищевых продуктов для повышения глобальной прослеживаемости пищевых продуктов, контроля качества и интеграции данных, D. M. Dooley и др.[161]	Отсутствие цифрового лингва-франка в области производства продуктов стало толчком к развитию проекта «FoodOn» по созданию всеобъемлющей и легкодоступной глобальной онтологии (четко определенного иерархического словаря) продуктов питания (Farm to Fork), призванного устранить пробелы в терминологии и гармонизировать данные, охватывающие области продовольственной безопасности, качества, производства, распределения и прослеживаемости пищевых продуктов

Продолжение таблицы 5

Название работы, авторы	Описание
Картографирование цифровой пищевой среды, S. I. Granheim и др.[152]	В контексте повсеместного использования инновационных технологий и последующего сдвига в сторону цифровизации создается новая цифровая пищевая среда, поэтому предпринимается попытка связать продукты и питание с цифровыми технологиями и выявить концептуальную основу цифровой пищевой среды, а также дать характеристику всех компонентов и определить потенциальные последствия для продуктов и питания человека
Руководство для пищевой промышленности, отвечающее будущим требованиям к навыкам, возникающим в связи с индустрией 4.0, Т. Акүзi и др.[146]	Предложена «дорожная карта» для создания стратегии по разработке инструментов для внедрения новых навыков и повышения квалификации персонала. Выявлены необходимые навыки персонала в рамках цифровизации: технологические (базовые цифровые навыки, программирование, осведомленность о безопасности данных); социальные и эмоциональные (грамотность, решение проблем); коммуникативные технологии (ИКТ), а также навыки автономии, сотрудничества и согласования; когнитивные (творчество, критическое мышление, командная работа, принятие решений, непрерывное обучение); управленческие и организационные; «зеленые» навыки (экологическая компетентность)

Инновации в области цифровых технологий глубоко влияют на экономические аспекты производства, распределения и потребления продуктов питания. Одна из ключевых технологий индустрии 4.0 – интернет вещей (IoT) – доказала свою эффективность в решении проблемы продовольственной безопасности и безопасности пищевых продуктов, являющейся главным приоритетом на международном уровне, поскольку позволяет идентифицировать продукт и обеспечивать его прослеживаемость [178; 179; 181]. Интеграция большего количества технологий 4.0 приведет к ускорению промышленной трансформации в пищевом секторе, что вызовет изменения в бизнесе, обеспечив производство продуктов питания более высокого качества в более короткие сроки и с меньшими затратами.

Описанные выше технологии дают возможность участникам жизненного цикла продукции осуществлять мониторинг, контроль, планирование и оптимизацию бизнес-процессов удаленно и в режиме реального времени через технологию IoT на основе виртуальных объектов [174; 203]. Цифровые технологии дают воз-

возможность решить вопросы прогнозирования безопасности и подлинности пищевых продуктов путем обработки данных для обеспечения здоровья потребителей и минимизации экономических потерь, а также обеспечить непрерывный мониторинг критических контрольных точек и снизить риски возникновения опасностей [124; 213; 215]. Цифровая книга качества позволяет проводить контроль за исполнением чек-листов в режиме реального времени, увидеть начало выполнения операции, стадию ее протекания, возникшие при выполнении проблемы и время завершения, т. е. обеспечивается абсолютная прозрачность выполнения операций [7; 85]. Кроме того, контроль качества в цифровом формате позволяет ускорить процесс проведения проверок в несколько раз и в случае возникновения ошибок в режиме реального времени провести корректирующие действия.

Заключение по первой главе

С каждым годом увеличивается число потребителей, проявляющих повышенный интерес к полезной и здоровой пище и делающих акцент не на количестве, а на функциональной пользе качественного и безопасного продукта. Быстрый рост населения планеты вызвал растущую потребность в продуктах, содержащих белок. Мясные продукты являются наиболее распространенным источником пищи с высоким содержанием белка, однако оказывают негативное влияние на окружающую среду, вызывают проблемы благополучия животных и озабоченность в отношении здоровья населения. Здоровье потребителей и безопасность пищевых продуктов имеют первостепенное значение для индустрии питания. Основной задачей ученых и специалистов предприятий пищевой промышленности является поиск альтернативных белков растительного происхождения, имеющих сбалансированный аминокислотный состав и обладающих большим потенциалом для замены мяса за счет создания здоровых продуктов с высоким содержанием

белка, низким содержанием насыщенных жиров, холестерина и аналогичных по питательности мясным продуктам.

Аналоги мясных продуктов являются отличной альтернативой мясу, поскольку содержат полноценные белки и достаточное количество природных антиоксидантов и фитохимикатов, при этом в них низкое содержание насыщенных жирных кислот и отсутствует холестерин. Производство аналогов мясной продукции решает сразу несколько задач: получение продуктов с низкой потребительской стоимостью; повышение пищевой ценности продукции; расширение ассортимента продуктов питания, в том числе для людей с пищевыми запретами (религиозные традиции, пищевая аллергия, вегетарианство и т. д.).

Наиболее перспективным сырьем для аналогов мяса являются соя и зернобобовые. Люди могут избегать определенных типов аналогов по разным причинам, таким как пищевая аллергия или непереносимость некоторых продуктов (например, целиакия, аллергия на орехи и т. д.), или придерживаться определенного типа рациона (например, безглютеновой, веганской диеты и др.). Аналоги мяса постепенно перестают быть нишевыми и становятся массовыми продуктами. При производстве нового поколения продуктов питания на растительной основе необходимо обеспечить высокие органолептические показатели, при этом они должны быть удобными в употреблении и доступными, иначе потребители их не купят. Несмотря на недавний прогресс, аналоги мяса по-прежнему отличаются от настоящего мяса по ощущениям в ротовой полости, текстуре, вкусу и аромату. Поэтому актуальными направлениями для создания аналогов мясной продукции являются:

- 1) улучшение рецептуры путем повышения функциональности белков и полезности (смешивание растительных белков с индивидуализированным питательным составом и снижение содержания соли);

- 2) поиск решений и новых способов обработки растительных белков для имитации «мясных» ощущений (улучшение вкуса и полезности);

- 3) снижение цены на данный вид продукции и повышение удобства ее применения.

2 Организация эксперимента, объекты и методы исследований

2.1 Структурно-логическая схема проведения исследования

Экспериментальные исследования и обработка полученных данных проводились в период с 2017 по 2021 г. в научно-исследовательской лаборатории кафедры технологии питания и Едином лабораторном комплексе Уральского государственного экономического университета, ООО «Лаборатория качества», испытательном центре ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 12.

На первом этапе проведен анализ литературных данных по теме исследования. Рассмотрены современные FoodTech-тренды в индустрии питания и ключевые исторические события в науке о питании, повлиявшие на данные тренды и политику в области питания; изучена структура расходов на покупку пищевых продуктов, включая мясопродукты, по федеральным округам; рассмотрена классификация аналогов мяса в соответствии с основным источником белка, раскрыты основные этапы развития аналогов мясных продуктов и выделены категории людей, употребляющих данную продукцию; проанализировано состояние и перспективы производства аналогов мясной продукции, в том числе современная структура рынка, ассортимент и средняя стоимость аналогов мясных полуфабрикатов из альтернативных источников белка, имеющих в розничной торговой сети РФ; проведен анализ структуры мирового производства растительного сырья и определено перспективное сырье в качестве белка для аналогов мясных полуфабрикатов; установлена роль ингредиентов, оказывающих влияние на формирование качества аналогов мяса; рассмотрен международный опыт управления качеством продуктов питания с использованием цифровых технологий. Определена цель и сформулированы задачи научных исследований.

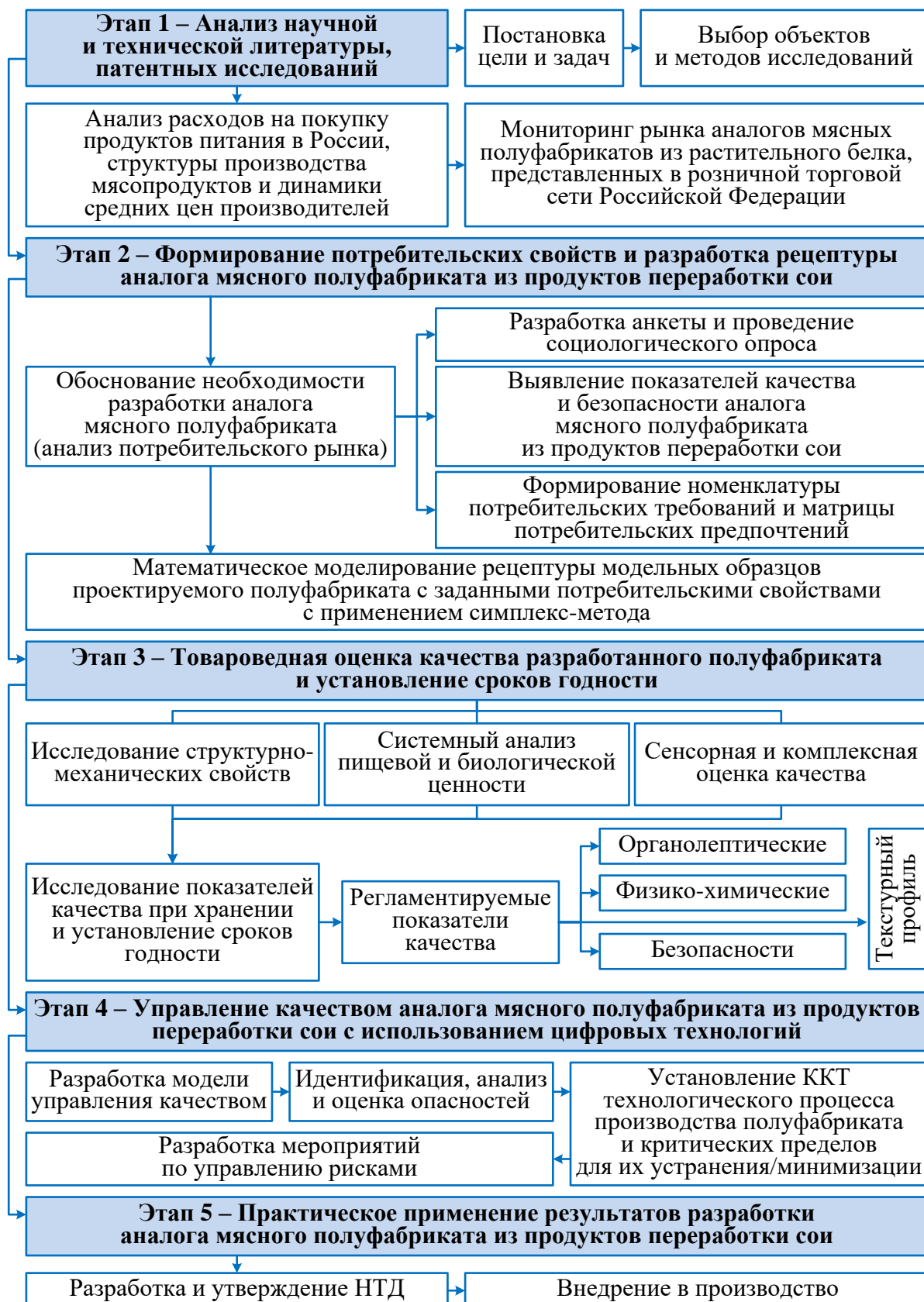


Рисунок 12 – Структурно-логическая схема проведения исследований

На втором этапе обоснована актуальность разработки аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои при помощи маркетингового исследования: установлен целевой портрет потребителя, сформирована номенклатура потребительских требований и матрица потребительских предпочтений с применением методологии QFD и метода квалитетического прогнозирования. С использованием математического моделирования осуществлена разработка проектируемого полуфабриката с заданными потребительскими свойствами.

На третьем этапе разработана технология производства и проведена товароведная оценка качества аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои с овсяными хлопьями и пюре из тыквы. Изучено влияние дополнительного измельчения соевого фарша на деформационные характеристики, исследованы структурно-механические свойства и установлена зависимость реологических показателей от дозы вносимых овсяных хлопьев, пюре из тыквы и температуры, проведен сенсорный анализ, системный анализ пищевой и биологической ценности, комплексная оценка качества, построен текстурный профиль и установлены регламентируемые показатели качества и безопасности, а также срок годности разработанного полуфабриката.

Четвертый этап направлен на управление качеством аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои. Разработана модель управления качеством, проведены идентификация, анализ и оценка технологических рисков, установлены критические контрольные точки и критические пределы для их предотвращения/минимизации, разработаны мероприятия по управлению опасностями с применением цифровых технологий.

На пятом этапе проведены исследования, подтверждающие возможность практического применения аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои.

2.2 Объекты и методы исследований

Объектами исследования на разных этапах работы являлись:

- перечень аналогов мясных полуфабрикатов различных фирм-производителей, реализуемых в розничной торговой сети на примере г. Москвы;
- статистические данные проведенного социологического опроса потребителей по выявлению требований к качеству аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои;
- модельные образцы аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои с овсяными хлопьями и пюре из тыквы;
- контрольный образец из мяса птицы и овсяных хлопьев, произведенный по разработанной ранее рецептуре с использованием метода квалитметрического прогнозирования и оптимизированный (функция цели – минимальная стоимость рецептурной смеси) при помощи математического моделирования (таблица 6).

Таблица 6 – Рецептура контрольного образца

Ингредиент	Расход, кг на 100 кг (без учета потерь)
Полуфабрикат из мяса цыплят-бройлеров натуральный – филе без кожи охлажденное	66,0
Яйцо куриное пищевое	1,5
Хлопья овсяные «Геркулес»	5,0
Вода питьевая	16,5
Лук репчатый свежий	6,0
Сухари панировочные	3,0
Соль поваренная пищевая	1,0
Перец черный молотый	0,5
Чеснок сушеный молотый	0,5
Масса, кг	100,0
Массовая доля, %:	
– жира	2,0

Продолжение таблицы 6

Ингредиент	Расход, кг на 100 кг (без учета потерь)
– белка	17,0
– углеводов	6,5
– сухих веществ	27,0

Для разработки контрольного и опытных образцов проектируемого полуфабриката использовалось следующее сырье и ингредиенты, произведенные в соответствии с требованиями нормативной документации: фарш соевый текстурированный, ТМ «Здоровка» (ТУ 10.41.42-003-64198732-10); изолят соевого белка 90 %, ТМ Protein Company (ТУ 82.92.10-001-45868374-17); полуфабрикат из мяса цыплят-бройлеров натуральный – филе без кожи охлажденное, ТМ «Петелинка» (ТУ 9211-251-23476484-11); сухари панировочные (ГОСТ 28402); яйцо куриное пищевое (ГОСТ 31654); вода питьевая (ГОСТ Р 51232); хлопья овсяные «Геркулес» (ГОСТ 21149); тыква (ГОСТ 7975); лук репчатый свежий (ГОСТ 34306); отруби овсяные хрустящие, ТМ DiaDar (ТУ 9295-004-37365860-13); соль поваренная пищевая (ГОСТ Р 51574); перец черный молотый (ГОСТ 29050); чеснок сушеный молотый (ГОСТ 32065); паприка копченая молотая (ГОСТ Р ИСО 7540).

В ходе выполнения работы на разных этапах применялись общепринятые стандартные методы исследования. Отбор проб осуществлялся в соответствии с ГОСТ 30390 [27], а для микробиологических анализов – ГОСТ ISO/TS 17728 [34]. Определение показателей безопасности выполняли в соответствии с ТР ТС 021/2011 [134]. В таблице 7 отражены методики, прописанные в нормативно-технической документации, согласно которым определяли показатели качества разрабатываемого полуфабриката.

При разработке продукции использовался метод квалитетического прогнозирования с учетом рекомендаций Н. И. Дунченко, А. Б. Лисицына, Н. Н. Липатова и др., который позволяет: установить целевого потребителя; провести анализ и оценку перечня показателей потребительских предпочтений, коэффициен-

тов весомости и ранжирования показателей качества; сформировать номенклатуру показателей качества, матрицу потребительских предпочтений и разработать предложения по обеспечению ожидаемого качества продукции на базе развития методологии анализа и оценки потребительских предпочтений [49; 72; 180; 212].

Таблица 7 – Методики, в соответствии с которыми определялись показатели качества разрабатываемой продукции

Исследуемый показатель	Метод исследования	Нормативный документ
Органолептические показатели (внешний вид, вкус, цвет, запах, консистенция), профиль текстуры	Балльная органолептическая оценка, дескрипторно-профильный метод, анализ профиля текстуры (ТРА)	ГОСТ ISO 11036 [28], ГОСТ ISO 5492 [32], ГОСТ ISO 6658 [33], ГОСТ ИСО 13299 [35], ГОСТ Р ИСО 53159 [44]
Массовая доля белка, %	Метод определения белка по Кьельдалю	ГОСТ 26889 [26]
Массовая доля жира, %	Метод определения жира с использованием экстракционного аппарата Сокслета	ГОСТ ISO 11085 [31]
Массовая доля клетчатки, %	Метод определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации	ГОСТ 31675 [28]
Массовая доля влаги, %	Высушивание в сушильном шкафу до постоянной массы	ГОСТ Р 54607.4 [40]
Активная кислотность (рН)	Потенциометрическое измерение активности водородных ионов в водном экстракте	ГОСТ 26180 [25]

Маркетинговое исследование для выявления потребительских предпочтений и требований к качеству проектируемого полуфабриката проводилось в соответствии с ГОСТ Р 54732-2011/ISO/TS 10004:2010 [41], ГОСТ Р ИСО 20252-2014 [42]. Анкета была разработана при помощи метода мозгового штурма (brainstorming) [114] на базе сервиса Google Forms. Информация об онлайн-опросе и ссылка на него распространялись в социальных сетях Facebook и «ВКонтакте», в группах здорового питания и вегетарианства. Респондентам была предложена анкета (приложение А), включающая два раздела: первый раздел состоял из 10 вопросов, при

ответе на которые следовало выбрать один или несколько приведенных вариантов либо предложить свой вариант ответа; во втором разделе анкеты предлагалось оценить значимость различных показателей при выборе (покупке) аналогов мясных полуфабрикатов методом попарного сопоставления. Полученные ответы сохранялись в автоматически созданной таблице Google для дальнейшего детализированного анализа (приложение Б).

Построение поточных диаграмм поэтапного процесса производства аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои осуществлялось при помощи символов, приведенных на рисунке 13, процесса проведения идентификации опасных факторов – на рисунке 14.

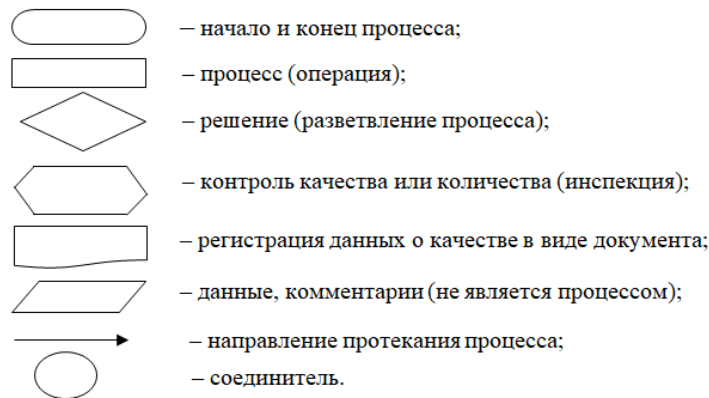


Рисунок 13 – Символы поточной диаграммы

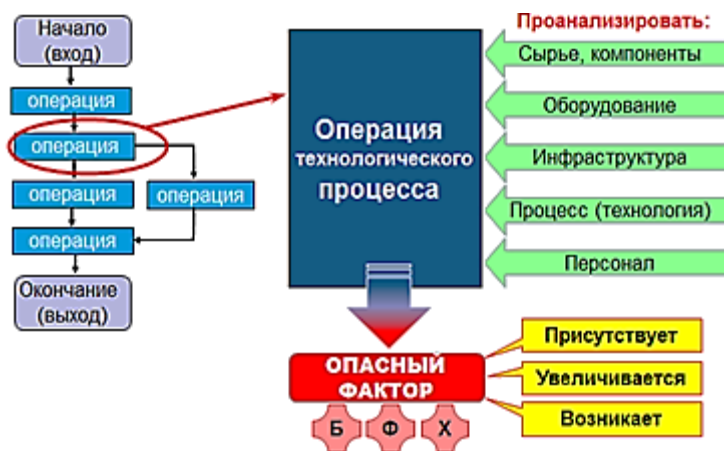


Рисунок 14 – Выявление опасных факторов

Инструменты управления качеством, используемые в работе, приведены в таблице 8.

Таблица 8– Инструменты управления качеством, используемые в работе

Группа	Инструмент
Инструменты управления качеством	Древовидная диаграмма
	Матричная диаграмма (домик качества)
	Диаграмма процесса (блок-схема процесса)
	Диаграмма принятия решений
Инструменты контроля качества	Причинно-следственная диаграмма Исикавы
	Метод расщепления данных «5М и Е» (стратификация)
Инструменты анализа качества	Анализ причинно-следственных связей
	Анализ рисков
Инструменты проектирования качества	Развертывание функций качества (QFD)

Оценка качества разрабатываемого продукта проводилась при помощи комплексного подхода, подразумевающего определение комплексного показателя качества, учитывающего все единичные показатели (свойства) продукции, по формуле [49; 50]:

$$K = \sum_{i=1}^f M_{ci} \times k_{ci}, \quad (1)$$

где K – комплексный показатель качества продукта; M_{ci} – коэффициент весомости i -го показателя потребительских предпочтений; k_{ci} – величина относительного i -го показателя потребительских предпочтений (отношение целевого значения i -го показателя качества к значению этого показателя в оцениваемом продукте).

Математическое моделирование рецептуры аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои начиналось с формирования математических моделей, включающих ограничения по вложению ингредиентов в заданных диапазо-

нах. Расчет максимального количества по каждому ингредиенту в общем виде производился по следующим формулам [75]:

$$a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_nX_n \geq A_n; \quad (2)$$

$$b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n \geq B_n; \quad (3)$$

$$c_1X_1 + c_2X_2 + \dots + c_nX_n \geq C_n; \quad (4)$$

$$d_1X_1 + d_2X_2 + \dots + d_nX_n \geq D_n; \quad (5)$$

$$e_1X_1 + e_2X_2 + \dots + e_nX_n \geq E_n, \quad (6)$$

где a_1, a_2, \dots, a_n – массовая доля жира в каждом ингредиенте; b_1, b_2, \dots, b_n – массовая доля белка в каждом ингредиенте; c_1, c_2, \dots, c_n – массовая доля углеводов в каждом ингредиенте; d_1, d_2, \dots, d_n – массовая доля золы в каждом ингредиенте; e_1, e_2, \dots, e_n – массовая доля сухих веществ в каждом ингредиенте; X_n – искомый удельный вес включения в состав продукта каждого вида ингредиента.

Целевая функция при соблюдении граничных условий представлена в виде следующей формулы [75]:

$$F(x) = \min\{C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n\}, \quad (7)$$

где $F(x)$ – минимальное значение рецептурной стоимости продукта, р.; C – стоимость каждого ингредиента, р.

Регрессионные двухфакторные модели (математические модели типа 3D) разрабатывались на основе использования программного комплекса TableCurve 3D v4 (SYSSOFT LLC), позволяющего осуществлять построение поверхностей с численными методами поиска идеального уравнения для описания трехмерных эмпирических данных.

2.3 Специальные методы исследования

Исследование реологических показателей осуществлялось с использованием информационно-измерительной системы – текстуроанализатора «Структурометр СТ-2» (ООО «Лаборатория качества»), принцип действия которого основан на измерении механической нагрузки при помощи насадки-индентора (поршень и конус) при внедрении его с заданной скоростью в подготовленную пробу продукта. Режимы работы прибора при определении реологических показателей представлены в приложении Ж.

Методика исследования ТРА схематично отражена на рисунке 15.



Рисунок 15 – Диаграмма показателей профиля текстуры (ТРА)

Анализ профиля текстуры заключается в следующем: подготовленный образец продукта сжимается в осевом направлении между двумя плоскими поверхностями (столиком и сжимающей пластиной – цилиндрическим зондом) до заданной процентной деформации в первый раз (цикл 1), затем давление сбрасывается (зонд поднимается на заданную высоту) и образец сжимается во второй раз (цикл 2).

Системный анализ – универсальный научный метод, подразумевающий разделение общей единой математической модели на блоки, взаимодействующие между собой [142]; для анализа применялись критерии для оценки аминокислотного состава и его сбалансированность в проектируемом полуфабрикате, предложенные академиком Н. Н. Липатовым [72; 73]:

Коэффициент утилитарности j -й незаменимой аминокислоты (КУНА, α_j , доли ед.) рассчитывается по формуле

$$\alpha_j = \frac{C_{\min}}{C_j}, \quad (8)$$

где C_{\min} – минимальный скор незаменимых аминокислот оцениваемого белка по отношению к физиологически необходимой норме (эталону), % или доли ед.; C_j – скор j -й незаменимой аминокислоты по отношению к физиологически необходимой норме (эталону), % или доли ед.

Коэффициент утилитарности аминокислотного состава (КУАС, U , доли ед.), численно характеризующий сбалансированность незаменимых аминокислот A_j по отношению к физиологически необходимой норме (эталону) A_{0j} рассчитывается по формуле

$$U = C_{\min} \times \frac{\sum_{i=1}^n A_{0j}}{\sum_{i=1}^n A_j}. \quad (9)$$

Показатель сопоставимой избыточности (ПСИ, σ) – содержание незаменимых аминокислот, характеризующее суммарную массу незаменимых аминокислот, не используемых на анаболические цели, в таком количестве белка оцениваемого продукта, которое эквивалентно по их потенциально утилизируемому содержанию 100 г белка-эталоны, рассчитывается по формуле

$$\sigma = \frac{\sum_{i=1}^n (A_j - C_{\min} \times A_{3j})}{C_{\min}}. \quad (10)$$

Идеальные значения показателей, приближенных к эталонному значению, должны быть равны: $\alpha_j = 1$, $U = 1$, $\sigma = 0$.

Коэффициент различия аминокислотных скоров (КРАС, %) показывает среднюю величину избытка аминокислотного сора незаменимых аминокислот по сравнению с наименьшим уровнем сора какой-либо незаменимой аминокислоты и рассчитывается по формуле

$$\text{КРАС} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta \text{РАС}_i}{n} \times 100 \%, \quad (11)$$

где n – количество незаменимых аминокислот ($n = 8$); $\Delta \text{РАС}_i$ – разность между значением аминокислотного сора i -й незаменимой аминокислоты и аминокислотным скором первой лимитирующей аминокислоты, рассчитываемая по формуле

$$\Delta \text{РАС}_i = \Delta \text{АКС}_i + \text{АКС}_{\min}, \quad (12)$$

где $\Delta \text{АКС}_i$ – избыток сора i -й аминокислоты, %, рассчитываемый по формуле

$$\Delta \text{АКС}_i + \text{АКС}_i - 100, \quad (13)$$

где AKC_i – аминокислотный скор для i -й незаменимой кислоты); AKC_{\min} – скор лимитирующей кислоты, %.

Биологическую ценность белка (БЦ, %) определяют по формуле

$$БЦ = 100 - КРАС. \quad (14)$$

Для оценки уровня сбалансированности подструктурных элементов продукта использовались следующие безразмерные индексы: сбалансированности рецептурного состава (ИСРС, U_p), витаминного состава (ИСВС, U_b), минерального состава (ИСМС, U_m), аминокислотного состава (ИСАС, U_a) и энергетической ценности (ИСЭЦ, U_s).

Частные индексы сбалансированности рассчитываются как среднее геометрическое значение. Например, формула для расчета ИСРС запишется в виде

$$U_p = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n \frac{P_j}{P_{эj}}}, \quad (15)$$

где P_j – массовая доля j -го рецептурного элемента (жира, белка, углевода) в продукте, мг/%; $P_{эj}$ – массовая доля j -го рецептурного элемента (жира, белка, углевода), соответствующая физиологически необходимой норме (эталону), мг/%; n – количество исследуемых рецептурных элементов в продукте ($n = 3$).

Частный индекс сбалансированности энергетической ценности определяется по формуле

$$U_s = \frac{\mathcal{E}_j}{\mathcal{E}_{эj}}, \quad (16)$$

где \mathcal{E}_j – энергетическая ценность продукта, кДж; $\mathcal{E}_{эj}$ – энергетическая ценность продукта, соответствующая физиологически необходимой норме (эталону), кДж.

Обобщенная функция сбалансированности – критерий Харрингтона (D_i) – определяется как среднее геометрическое значение от частных индексов сбалансированности и рассчитывается по формуле

$$D_i = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n U_i} = \sqrt[n]{U_p \times U_v \times U_m \times U_{ж} \times U_a \times U_э}. \quad (17)$$

Идеальная сбалансированность продукта будет достигнута тогда, когда частные критерии желательности будут равны единице. Идеальная сбалансированность продукта оценивается при безразмерном критерии Харрингтона, равном $D_i = 1$.

3 Формирование технологических подходов к разработке аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои

3.1 Обоснование целесообразности разработки аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои

3.1.1 Исследование аналогов мясных полуфабрикатов, присутствующих в розничной торговой сети Российской Федерации

Р. Ф. Курбанов и И. В. Маракулина в своей работе [70] установили удельный вес ассортиментных разновидностей аналогов и заменителей мясной продукции на российском рынке (рисунок 16).



Рисунок 16 – Ассортиментные разновидности растительных альтернатив мясной продукции, % [70]

В настоящее время среди потребителей наблюдается тенденция к переходу от замороженных к охлажденным полуфабрикатам высокой степени готовности, популярность которых вследствие занятости населения обусловлена потребностью получать уже сформированный продукт для дальнейшей тепловой обработки [14; 126]. Поэтому был рассмотрен видовой ассортимент аналогов мясных полуфабрикатов, имеющихся на российском рынке (таблица 9).

Таблица 9 – Видовой ассортимент аналогов мясных полуфабрикатов и их средняя розничная цена

Полуфабрикат	Удельный вес, %	Средняя розничная цена, р./100 г (на май 2021 г.)	
		Отечественные производители	Зарубежные производители
Котлеты	28,9	69,91	232,01
Сухая смесь для приготовления котлет	17,8	51,12	340,00
Пельмени, хинкали	12,9	66,50	98,06
Фарш из растительного «мяса»	7,1	84,12	229,93
Гуляш	4,9	49,18	–
Крокеты (фалафель)	4,4	61,37	–
Фрикадельки, тефтели	4,4	90,96	222,45
Наггетсы	4,4	113,88	283,11
Стейки, эскалопы	4,0	101,72	246,77
Кусочки, азу, бефстроганов	3,6	63,81	–
Шницель	2,7	76,58	–
Шашлык	1,8	60,47	–
«Курица» веганская	1,3	113,00	234,88
Биточки	0,9	70,00	–
Отбивная в кляре	0,9	–	265,24

Матрица данных исследования сгенерирована методом выборочного наблюдения в мае 2021 г.; контур генеральной совокупности единиц наблюдения определялся в процессе формирования выборки при помощи метода отбора типичных элементов. В матрицу были внесены все наименования изучаемой товарной кате-

гории (225 наименований полуфабрикатов 50 торговых марок), присутствующие на момент наблюдения в электронных каталогах торговых предприятий, включенных в выборку: специализированные магазины (здорового питания, вегетарианские/веганские и экомгазины) – 62 %; продуктовые торговые сети – 24,2 % и маркетплейсы – 13,8 %.

На текущий момент в России аналоги мясных полуфабрикатов представлены основными производителями под торговыми марками: #неМясо, «Вастэко», «ВегановЪ», «Вегмени», «Вкусное дело», «Высший вкус», «Доктор Шпинато», «Еда будущего», «Житница здоровья», «Здороведа», «Здоровка», «Золото Земли», «Золотые злаки Сибири», «Иван Да», «Митлесс», «Не мясо», «От Ильиной», «Сойка», Dumplings world, Ego Veg&Gluten-free, Greenwise, HI! – Healthy Innovation, Hood-StreetFood, Just Cook, Light Meat Vegan foods, Mallakto, Perfetto, She's got a knife, Soymik, Vegafood, Veganika, Vego, Welldone, Zeromeat. Также на российском рынке имеются растительные альтернативы мясу зарубежных производителей, доля которых составляет 20 %: Ajinomoto (Япония), Apetit (Финляндия), AwakePower (Таиланд), Believe it (Беларусь), Beyond Meat (США), Moving Mountains (Нидерланды), NG – Naturally Good (Израиль), Ponnath (Германия), Soligrano (Польша), Vantastic Foods (Германия). Основателем направления мясоимитирующей продукции в России является бренд Beyond Meat. Наибольший объем аналогов мясных полуфабрикатов, входящих в выборку, представлен торговыми марками Vegafood, Veganika и Vego – по 6,2 %; на втором месте торговые марки «Сойка» и «Митлесс» – по 5,3 %; третье место занимают торговые марки Just Cook и «Вкусное дело», на долю которых приходится по 4,4 %.

Как видно из таблицы 9, наибольший удельный вес занимают такие виды полуфабрикатов, как котлеты (28,9 %) и сухие смеси для приготовления котлет (17,8 %). Продукция российских производителей присутствует во всех сегментах исследуемой продукции, за исключением категории «отбивная в кляре». Средняя розничная цена аналогов мясных полуфабрикатов зарубежных производителей значительно дороже в сравнении с отечественной продукцией (на 48–565 %), что

может быть связано с более высокой себестоимостью импортной продукции, логистическими издержками и т. д.

Анализ данных маркировки исследуемых полуфабрикатов позволил установить основное сырье, используемое в качестве растительного белка (рисунок 17).

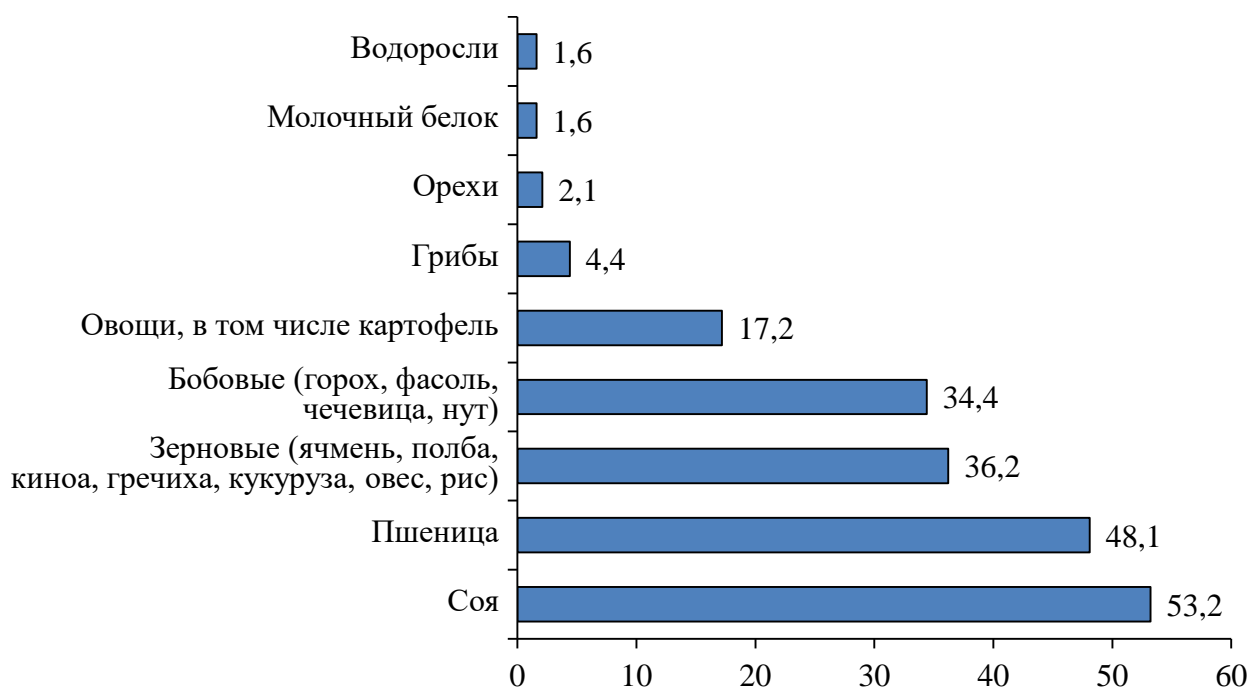


Рисунок 17 – Использование сырья в качестве альтернативного источника белка в рецептурах аналогов мясных полуфабрикатов, %

Так, производители альтернативных растительных котлет чаще всего используют один источник белка – сою (21,5 %) или горох (12,3 %), а также комбинации растительных белков: соя и пшеница, в том числе с овощами – 18,5 %, соя с горохом и рисом/пшеницей – 9,3 %; в составе сухих смесей для приготовления котлет наиболее часто встречается комбинация ячменя с растительным белком (80 %); растительное «мясо» изготавливают из сои (53,6 %), пшеницы (10,7 %) или их комбинации (35,7 %); наггетсы в основном производят из комбинации сои и пшеницы (70 %); в состав растительного фарша входит соя (87,5 %) или горох (12,5 %); растительные крокеты (фалафель) предпочтительно состоят из нута (60 %) или комбинации нута с горохом/пшеницей/овощами (40 %).

Соя занимает доминирующее положение в решении глобального вопроса поиска и замены белка животного происхождения растительными альтернативами, поэтому далее более подробно изучался состав и стоимость аналогов мясных котлет из сои. На момент исследования соевые котлеты были представлены отечественными (70 %) и зарубежными (30 %) производителями. На рынке предлагаются готовые сформованные котлеты из сои в замороженном виде, из которых 38,9 % содержали один источник белка – сою, в остальных случаях в составе котлет из сои входили также белковые добавки-обогазаторы (рисунок 18).

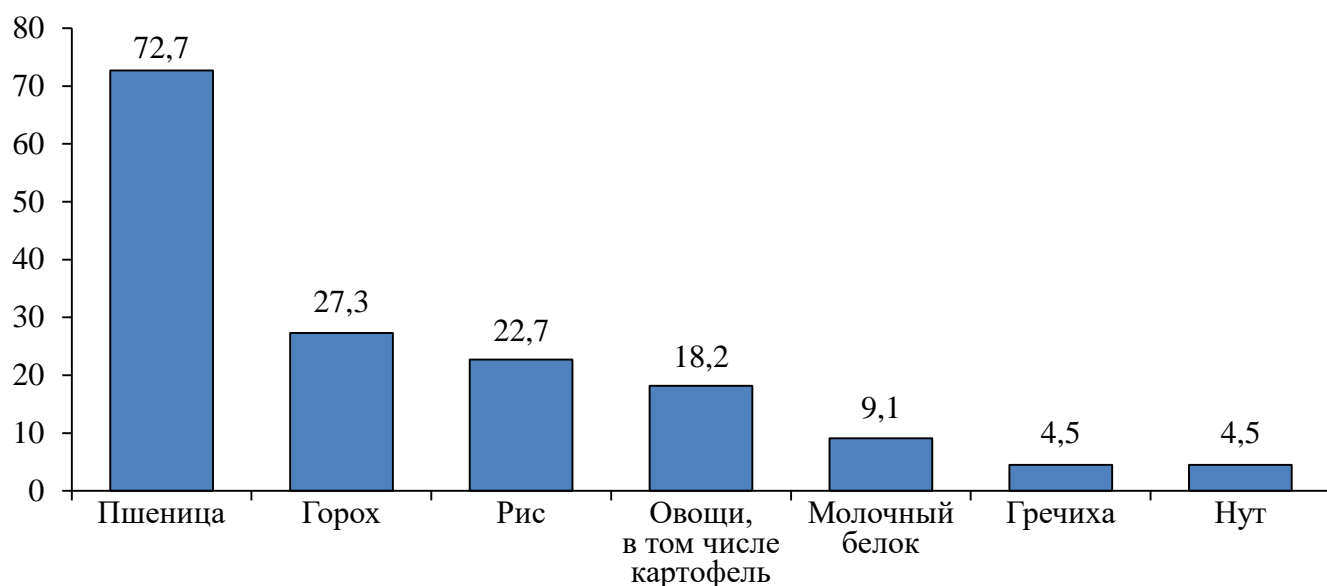


Рисунок 18 – Дополнительные источники белка в аналогах мясных котлет из продуктов переработки сои с различными добавками-обогазаторами, %

Средняя цена соевых котлет российских производителей составляет 70 р. за 100 г, а зарубежных производителей – 232 р./100 г (рисунок 19). Самые высокие цены наблюдаются у импортной продукции бренда Moving Mountains; котлеты из сои данной марки в девять раз дороже котлет марки «Золото Земли», имеющих самую низкую цену среди российских производителей.

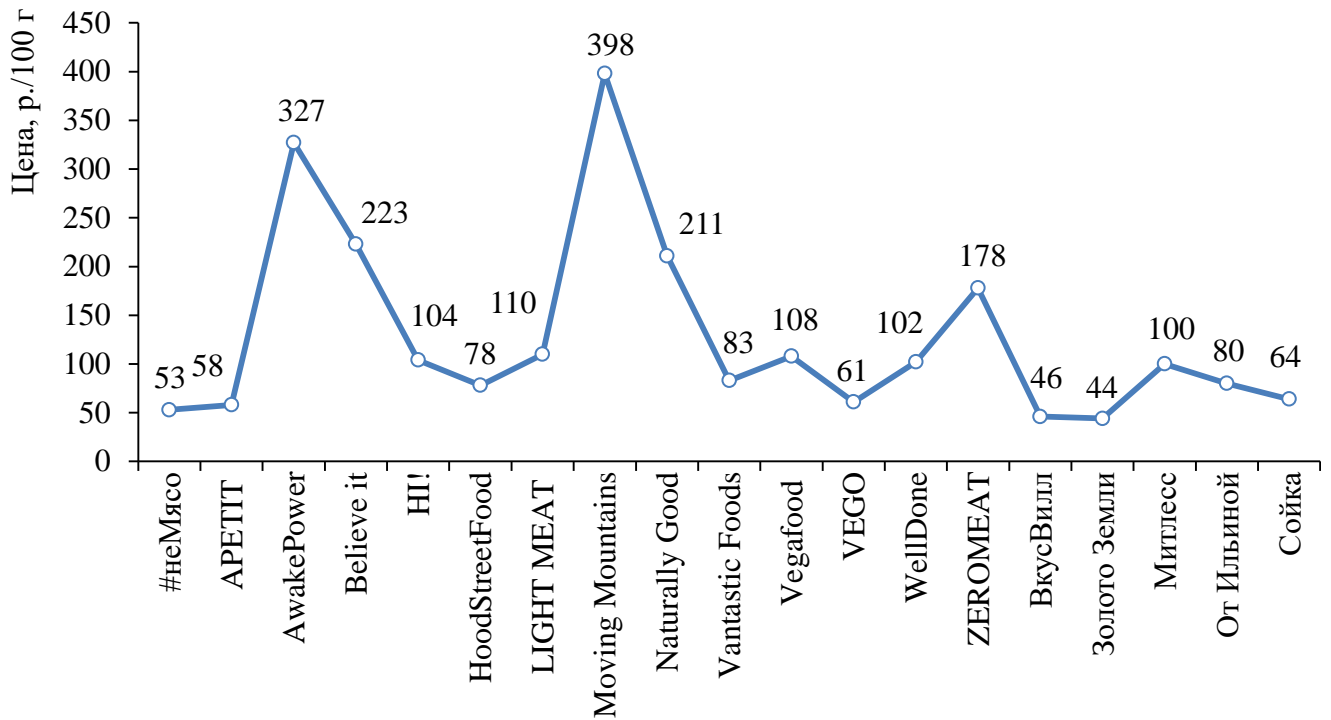


Рисунок 19 – Средняя стоимость котлет из соевого белка, представленных на российском рынке

Современные аналоги мясных полуфабрикатов хоть и обладают пищевой ценностью, схожей с мясом, но при этом имеют очень высокую стоимость, и в их составе содержится большое количество различных ингредиентов, в том числе красителей и ароматизаторов. Самыми популярными растительными белками, используемыми в производстве аналогов мяса, являются соевый и пшеничный, однако применение пшеничного глютена не соответствует современному тренду безглютеновой диеты (gluten free) и является менее перспективным. Кроме того, на основании данных о пищевой ценности аналогов мясных полуфабрикатов, представленных на рынке, и структуре ингредиентов, используемых при их производстве, актуальным будет использование в рецептуре аналогов мясной продукции продуктов переработки овса, что позволит повысить содержание белка, увеличить количество пищевых волокон и при этом снизить себестоимость продукта [111; 155].

3.1.2 Анализ потребительских предпочтений и изучение требований потребителей к качеству аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои

Представлены результаты маркетингового исследования, которое проводилось с помощью опроса в формате онлайн в феврале 2020 г.; в нем приняли участие потребители разных возрастных групп (500 чел.) [80; 82]. На первом этапе устанавливался целевой портрет потребителя. По результатам статистической обработки оказалось, что 62 % респондентов составляют лица женского пола и 38 % – мужского. Больше половины опрошенных (57,7 %) – респонденты 26–45 лет; 26,2 % – 18–25 лет и 16,1 % – 46 лет и старше (рисунок 20).

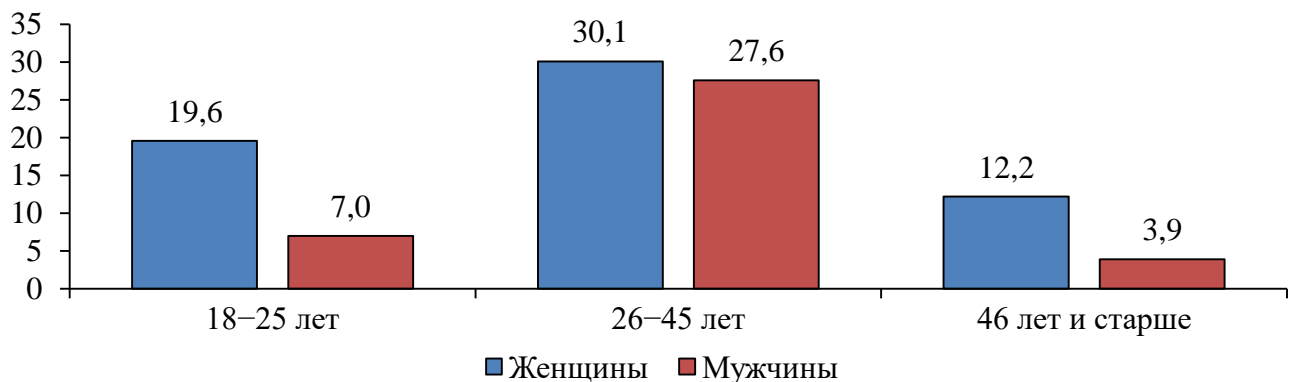


Рисунок 20 – Распределение респондентов в зависимости от пола и возраста, %

На рисунке 21 приведено распределение респондентов по роду деятельности, исходя из которого установлено, что большинство респондентов (49 %) относятся к категории «специалисты»; 16 % опрошенных являются студентами; 15 % не работают; квалифицированные служащие составляют 11 % респондентов; 7 % принадлежат к категории «рабочий»; 2 % респондентов – пенсионеры.

Для выявления потребительских предпочтений по виду полуфабрикатов респондентам задавался вопрос: «Какой вид полуфабрикатов Вы предпочитаете?» (рисунок 22).

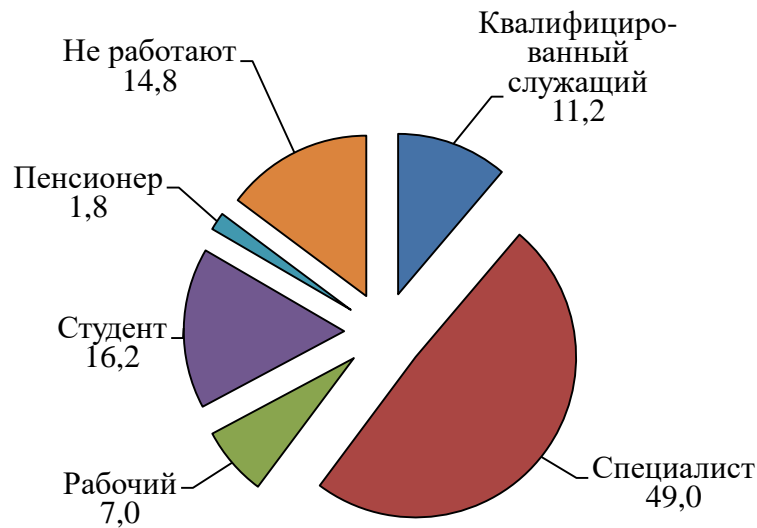


Рисунок 21 – Распределение респондентов по роду деятельности, %

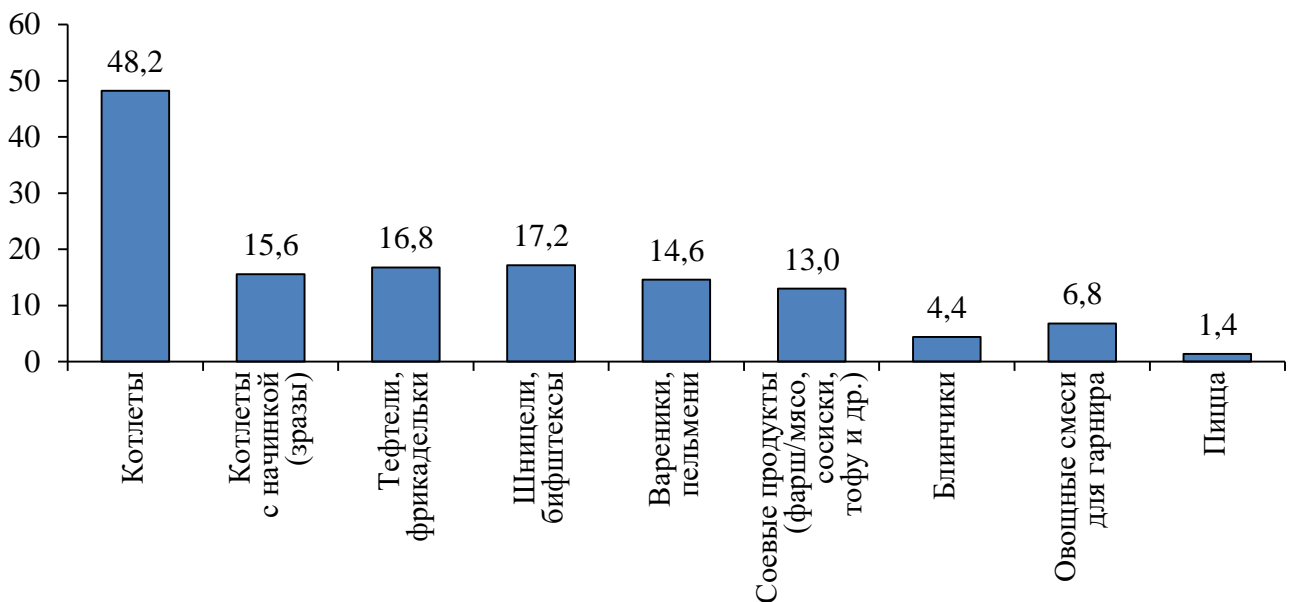


Рисунок 22 – Распределение потребительских предпочтений по виду полуфабрикатов, %

Наиболее предпочитаемыми полуфабрикатами являются котлеты – их выбрали 48,2 % опрошенных; 17,2 % ответов приходится на шницели и бифштексы; тефтели и фрикадельки выбрали 16,8 % опрошенных; на долю котлет с начинками (зраз) приходится 15,6 % ответов; в категории «другое» 14,6 % респондентов наиболее предпочтительным видом полуфабрикатов назвали вареники и пельмени; 13 % опрошенных отдали предпочтение продукции из сои (соевый фарш, гуляш,

колбаса и сосиски из сои, тофу, спаржа); 6,8 % – замороженным овощам (гавайская смесь, мексиканская смесь, картофельные дольки и т. д.); 4,4 % – блинчикам и 1,4 % – пицце.

На вопрос «Как часто Вы покупаете полуфабрикаты?» большинство респондентов (38,6 %) ответили, что приобретают данную категорию продукции несколько раз в месяц; 24 % опрошенных – несколько раз в неделю и столько же – несколько раз в год. Практически каждый день покупают полуфабрикаты 3 % респондентов, а 10,4 % не покупают вообще данную категорию товаров.

Была проанализирована структура потребления полуфабрикатов в зависимости от пола респондентов (рисунок 23).

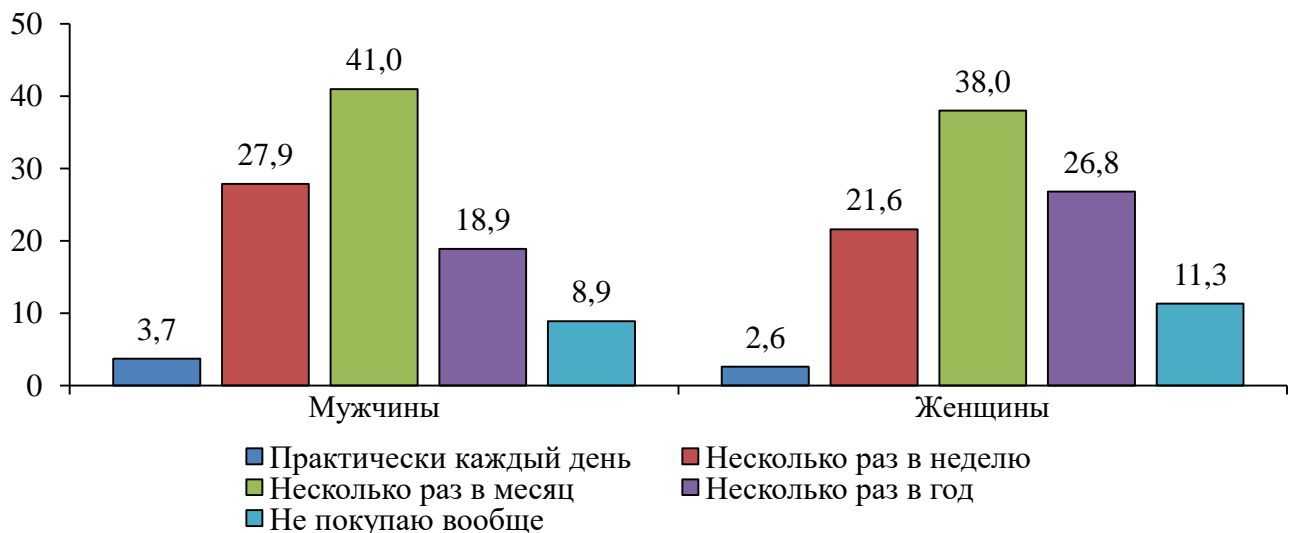


Рисунок 23 – Структура потребления полуфабрикатов в зависимости от пола покупателей, %

Результаты проведенного исследования таковы: оптимальный вариант покупки полуфабрикатов – «несколько раз в месяц» – выбрали 37,7 % респондентов-женщин и 40,6 % мужчин. В группе респондентов-мужчин получены следующие ответы: 27,9 % предпочитают приобретать данную продукцию несколько раз в неделю и 18,9 % – несколько раз в год; практически каждый день покупают полуфабрикаты 3,7 % мужчин; воздерживаются от покупки 8,9 %. Респонденты-женщины на второе место поставили покупку данной группы товаров периодич-

ностью несколько раз в год (26,8 %); несколько раз в неделю покупают полуфабрикаты 21,6 %; лишь 2,6 % приобретают их каждый день и 11,3 % не покупают полуфабрикаты вообще.

Далее выявлялась мотивация к покупке полуфабрикатов. Почти половина опрошенных (45,8 %) выбрали ответ «просто захотелось»; 38,4 % респондентов приобретают полуфабрикаты, когда нет времени на приготовление пищи; 11,4 % потребителей покупают полуфабрикаты регулярно на обед или ужин. Анализ ответа «другое» показал, что причинами покупки полуфабрикатов также являются: а) «выгодное предложение (акция) в магазине»; б) «для разнообразия рациона» и в) «нет желания готовить» (рисунок 24).

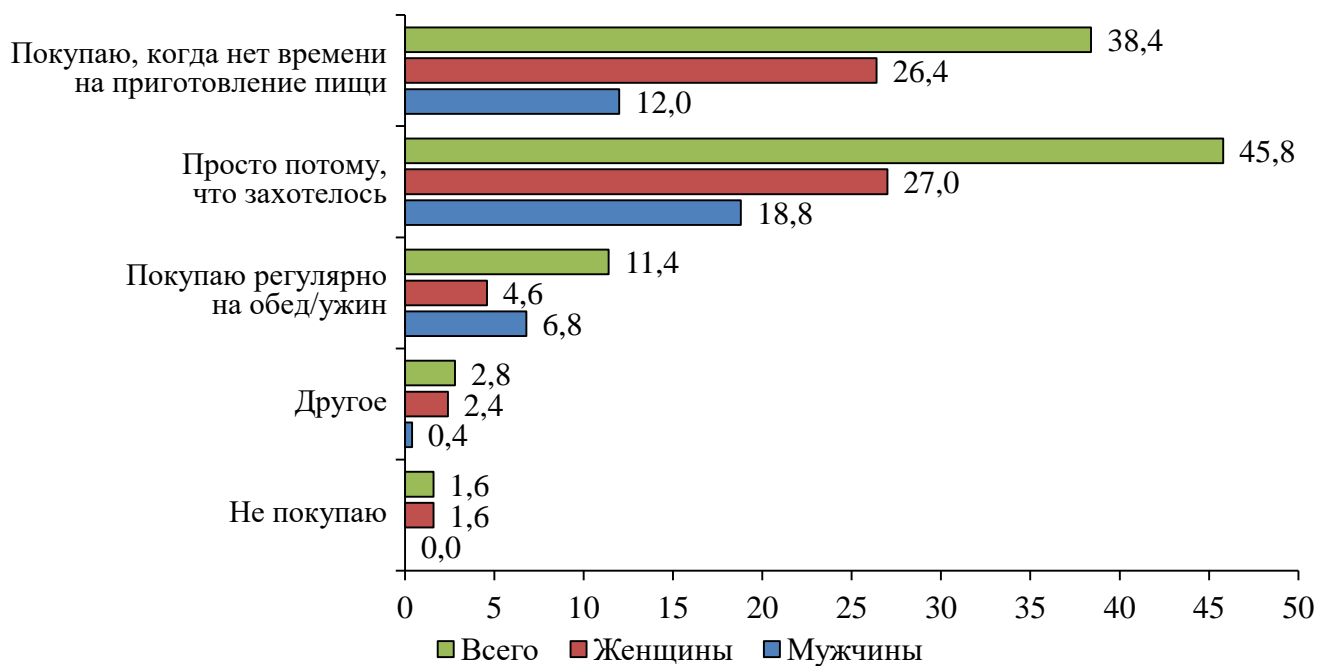


Рисунок 24 – Структура мотиваций покупки полуфабрикатов, %

Половина респондентов (49,4 %) приобретают полуфабрикаты в крупных супермаркетах; 21,2 % – где придется; 14,8 % – в небольших продуктовых магазинах, при этом 1,8 % опрошенных отметили магазин «ВкусВилл»; 5,2 % – в интернет-магазине. В варианте ответов «другое» указаны специализированные магазины: здорового питания, вегетарианские и экомгазины (4,4 % ответов); приобрете-

ние у частного лица/на рынке (1,6 % ответов); предпочитают не покупать, а самостоятельно делать данную продукцию 1,6 % интервьюируемых (рисунок 25).

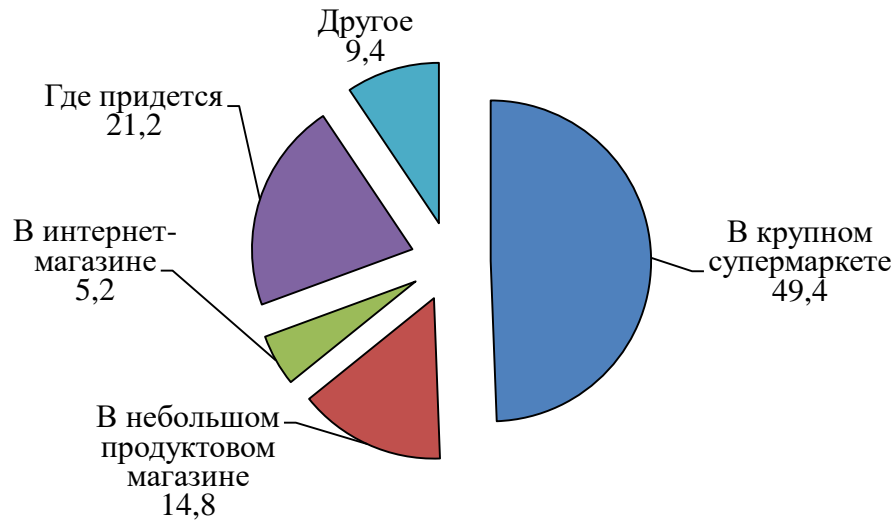


Рисунок 25 – Структура мест покупки полуфабрикатов, %

На вопрос «Как Вы относитесь к полуфабрикатам из сои (аналоги мясной продукции)?» 71 % опрошенных дали ответ «положительно»; 16,2 % – «нейтрально»; 8,2 % – «никогда не пробовал(а)» и лишь 4,6 % – «отрицательно».

Основные причины употребления аналогов мяса: 75 % респондентов употребляют данную продукцию, так как являются сторонниками вегетарианства/веганства; 3 % – по религиозным соображениям; 1,4 % – по причине того, что имеют аллергическую реакцию на продукты животного происхождения и вынуждены искать им замену. Не употребляют аналоги мяса 13,8 % опрошенных. Другие причины употребления аналогов мясных продуктов: «нравится вкус/расширение ассортимента» (3,6 %); «для поддержания здоровья, во время разгрузочных дней» (2,2 %), «поддержка члена семьи/за компанию» (1 %) (рисунок 26).

Таким образом, были установлены характеристики целевого потребителя аналога мясного полуфабриката: по частоте потребления, в зависимости от пола и возраста наиболее активно потребляют данную продукцию мужчины и женщины от 26 до 45 лет; по роду деятельности в основном специалисты (49 %); по ча-

стоте покупки: 38,6 % респондентов приобретают полуфабрикаты несколько раз в месяц; 24 % – несколько раз в неделю и столько же – несколько раз в год.

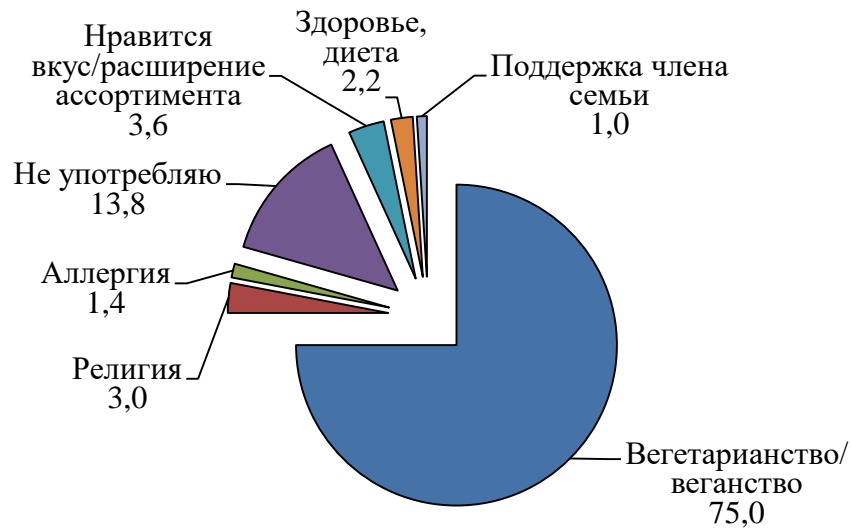


Рисунок 26 – Структура причин употребления аналогов мясной продукции, %

Основная мотивация покупки аналогов мяса – желание потребителей разнообразить рацион питания, попробовать новый продукт (47,6 % ответов). Приобретают данную продукцию из-за отсутствия времени на приготовление пищи 38,4 % респондентов. Анализ современного потребительского рынка позволил установить, что наиболее предпочтительным видом полуфабрикатов являются котлеты (48,2 % ответов), основными местами покупки – супермаркеты; 71 % респондентов относятся положительно к аналогам мясных полуфабрикатов из сои. Главной причиной употребления аналогов мяса, согласно опросу, являются вегетарианство/веганство. Никогда не пробовали данную продукцию, но хотели бы сделать это 8,2 % респондентов.

Второй этап маркетингового исследования – формирование номенклатуры показателей качества и безопасности с учетом требований потребителей к аналогу мясного полуфабриката. В результате анализа ответов на последний вопрос анкеты была установлена номенклатура потребительских показателей качества аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои. Выявленный перечень по-

казателей качества данных полуфабрикатов для потребителей и доля респондентов, назвавших их важными при выборе продукта, представлены на рисунке 27.



Рисунок 27 – Распределение приоритетов, определяющих выбор респондентами аналога мясного полуфабриката, %

Потребители особо предпочитают продукцию, произведенную полностью из растительных ингредиентов (62,6 %), с отсутствием яиц (49,2 %) и консервантов (40,4 %), что подтверждает наметившуюся тенденцию придерживаться здорового питания и тренд на «чистую упаковку» (Clean Label). Показатели безопасности и полезности (60,8 % и 71,6 % ответов респондентов соответственно) свидетельствуют об информированности покупателей о составе и добавках, применяемых в производстве продуктов питания. Наименьшие значения у следующих показателей, %: торговая марка/производитель – 4,0; калорийность – 9,8; упаковка – 12,2; короткий и длительный сроки хранения – 5,2 и 10,8 соответственно. Цена аналога мясного полуфабриката, как и всегда, имеет значение для потребителей (74,4 %).

При помощи второго раздела анкеты были установлены коэффициенты весомости и проведено ранжирование потребительских предпочтений при выборе (покупке) аналога мясного полуфабриката (рисунок 28).

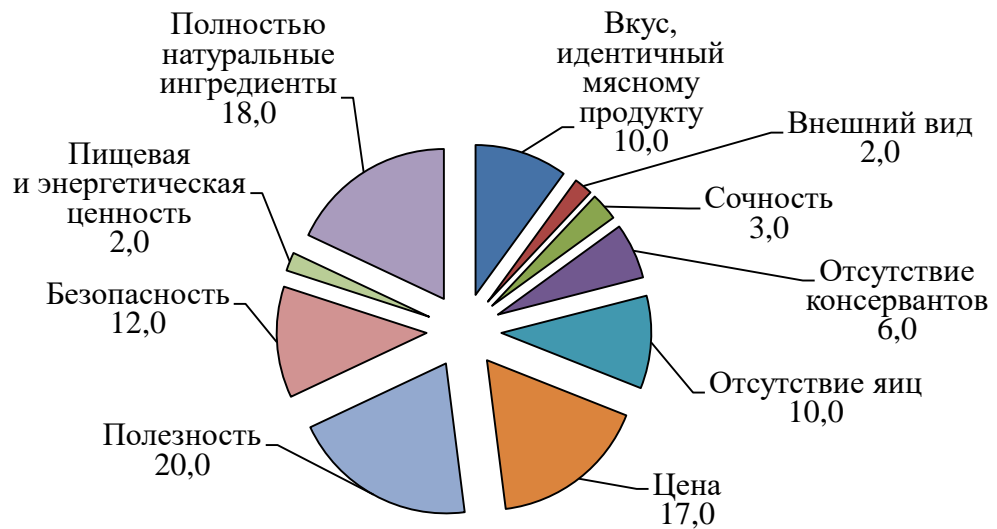


Рисунок 28 – Коэффициенты весомости потребительских показателей качества разрабатываемого полуфабриката, %

Важными показателями при выборе полуфабрикатов являются полезность, цена, полностью растительные ингредиенты, также близки к ним и такие показатели, как безопасность, натуральный вкус, отсутствие яиц, что говорит о переходе от продукции животного происхождения к растительной пище среди потребителей. Средняя важность показателя «отсутствие консервантов» говорит о том, что потребители желают приобретать продукты без применения различных добавок, особенно важен этот показатель для производителей.

Многие респонденты в ходе опроса отмечали, что в продуктовых магазинах, не специализирующихся на продуктах питания из растительного сырья, довольно мал выбор растительных полуфабрикатов, в особенности аналогов мяса; их ассортимент состоит в основном из вареников, блинчиков и овощных полуфабрикатов в виде овощных котлет или смесей для приготовления гарнира. Однако при наличии в магазине аналогов мясных полуфабрикатов большинство респондентов рассматривали возможность их покупки.

В связи с этим в качестве приоритетных направлений можно выделить поиск путей по расширению ассортимента аналогов мясных полуфабрикатов и улучшение потребительских характеристик в целях оптимизации состава и подбора растительного сырья, модификации технологических процессов для повышения полезности готовых продуктов, а также следует более детальное изучение факторов, формирующих качество готового продукта.

3.1.3 Формирование номенклатуры показателей качества и безопасности, разработка матрицы потребительских предпочтений и комплексной оценки качества

Продукция питания обладает набором показателей качества и безопасности, представляющим собой количественную характеристику одного или нескольких ее свойств [12]. Особое значение приобретают аспекты, связанные с удовлетворенностью потребителей качеством пищевых продуктов, способных выдерживать высокий уровень рыночной конкуренции [90; 112; 200]. Квалиметрическая оценка продуктов питания предусматривает определение их соответствия требованиям нормативной и технической документации, пищевой безопасности и условиям удовлетворения желаний потребителей [51; 212]. Требования к качеству и безопасности пищевой продукции устанавливаются техническими регламентами, национальными стандартами и техническими условиями.

На основании маркетингового исследования, проведенного с целью выявления показателей качества и безопасности аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои с учетом желаний потребителей, была сформирована номенклатура показателей качества и безопасности данной продукции. На рисунке 29 представлена иерархическая диаграмма показателей потребительских свойств проектируемого полуфабриката.

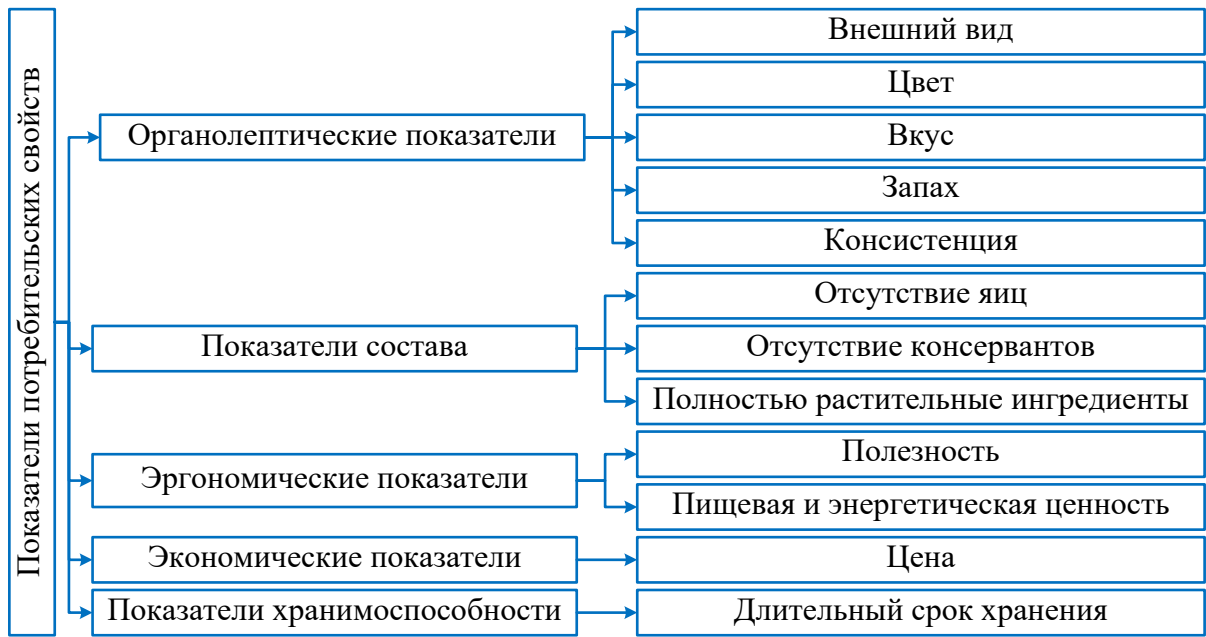


Рисунок 29 – Иерархическая диаграмма (дерево свойств) потребительских показателей качества аналога мясного полуфабриката

При производстве аналога мясного полуфабриката из сои должны учитываться показатели безопасности, отвечающие требованиям нормативной и технической документации (рисунок 30).

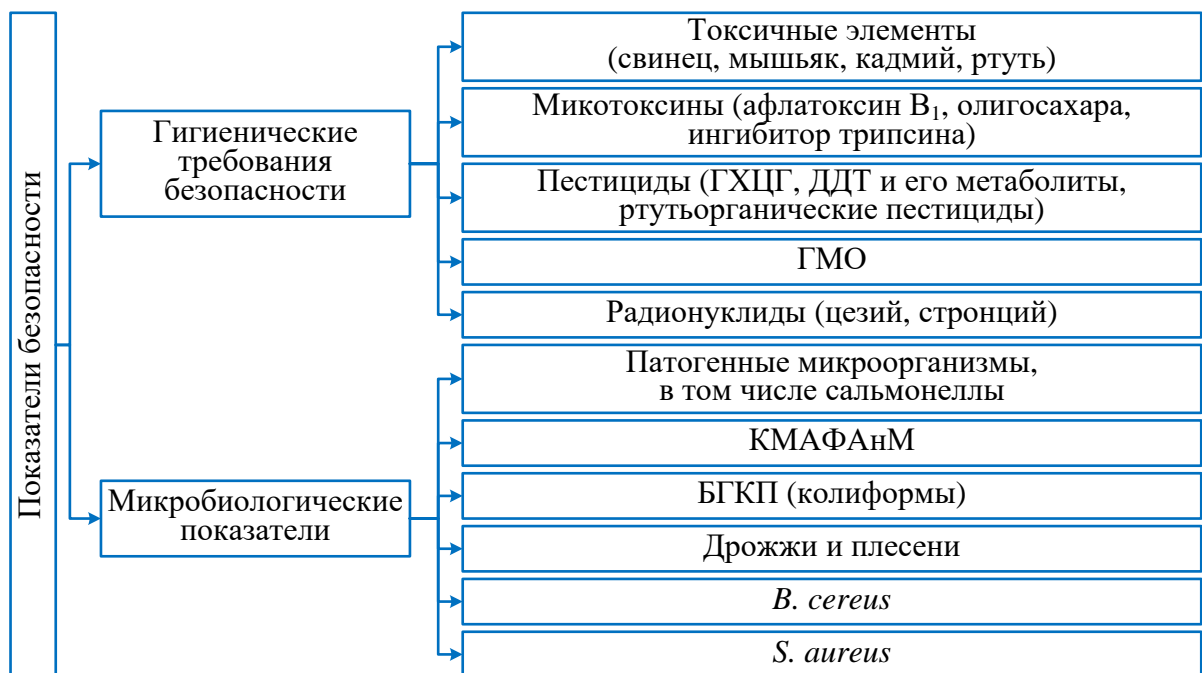


Рисунок 30 – Дерево свойств показателей безопасности аналога мясного полуфабриката

Для построения иерархической диаграммы показателей идентификации (рисунок 31) потребовалось определить перечень показателей аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои, характеризующих требования к данному продукту на соответствие нормативной и технической документации.

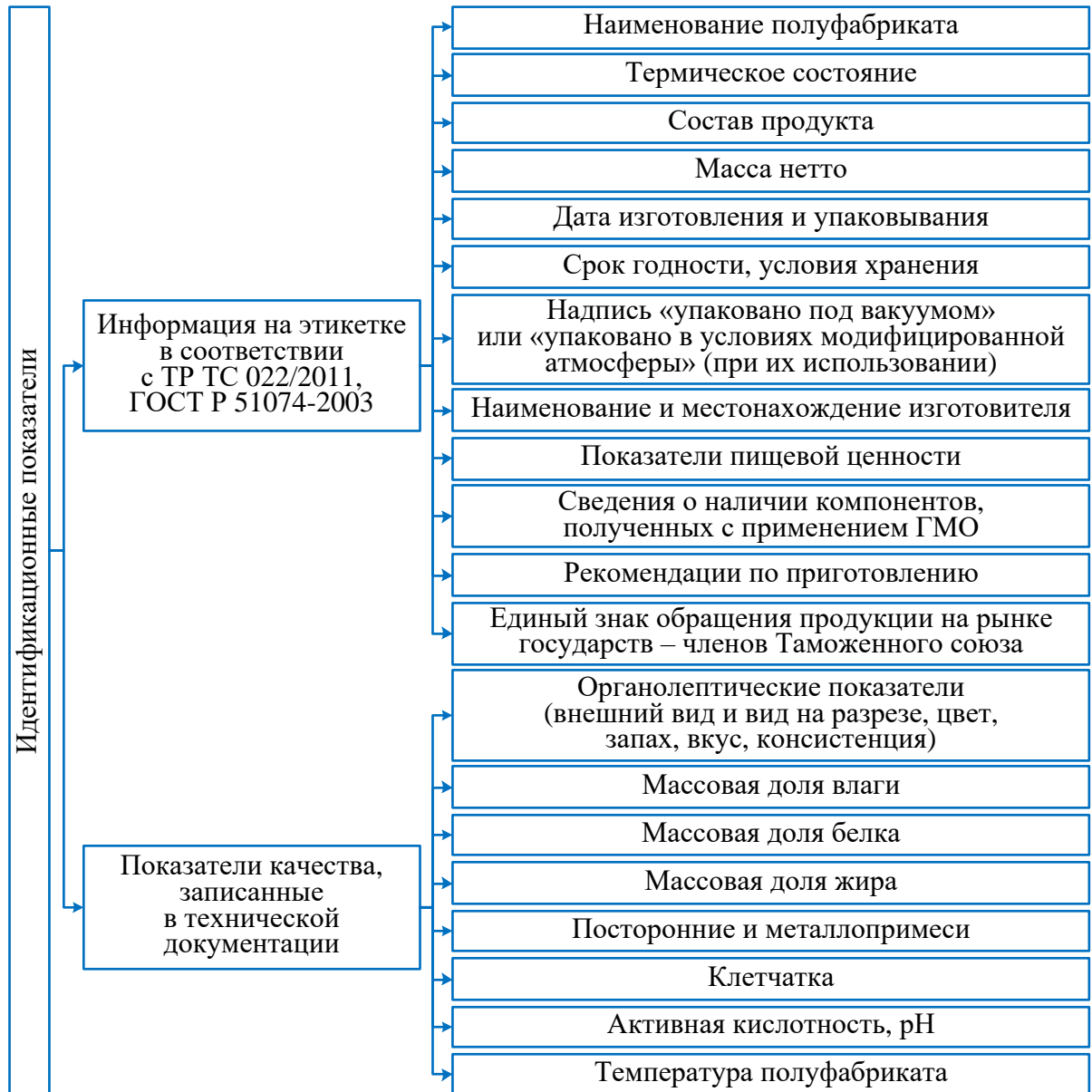
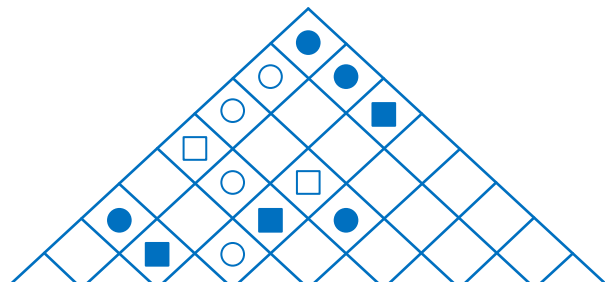


Рисунок 31 – Дерево свойств идентификационных показателей качества аналога мясного полуфабриката

Следующий этап – формирование матрицы потребительских предпочтений с применением метода QFD (домик качества), которая позволяет акцентировать внимание на наиболее значимых показателях разрабатываемого продукта (рисунок 32).



Что сделать?		Как сделать?								
		Важность	Технические характеристики							
			Массовая доля белка	Массовая доля жира	Массовая доля влаги	Массовая доля клетчатки	Микробиологическая безопасность	Форма продукта	Цвет продукта	Энергетическая ценность
Требования потребителя	Вкусный	10	○	●	●	●			△	
	Сочный	3	●	●	●	○		△		
	Привлекательный внешний вид	2	△	○	●			●	●	
	Цена	17	●	○	○					●
	Отсутствие яиц	10	●	○	○		○		△	○
	Полезный для здоровья	20	●	○	○	○	○			○
	Полностью растительные ингредиенты	18	●	●	●	△	○	△	△	●
	Отсутствие консервантов	6	△	△	△	○	●			
	Высокая пищевая ценность	2	●	●	○	○				●
Безопасный	12	△	△	△	○	●				
Абсолютный вес			680	562	462	237	306	39	56	261
Относительный вес		%	26,1	21,6	17,8	9,1	11,7	1,5	2,2	10,0

Рисунок 32 – Плановая матрица потребительских предпочтений (Quality House):

- – сильная связь (9); ○ – средняя связь (3); △ – слабая связь (1);
- – сильная отрицательная; □ – слабая положительная;
- – сильная положительная; ○ – слабая положительная

Анализируя плановую матрицу потребительских предпочтений, можно выделить такие направления улучшения качества аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои, как использование полностью натуральных ингредиентов растительного происхождения; введение в рецептуру компонентов, полезных для здоровья; максимальная схожесть по органолептическим показателям к традиционным мясным полуфабрикатам.

По результатам проведенного социологического опроса, а также на основе установленных коэффициентов весомости и сформированных номенклатур идентификационных показателей, показателей потребительских требований и безопасности была предложена формула расчета комплексного показателя качества аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои:

$$K = 10k_1 + 2k_2 + 3k_3 + 6k_4 + 10k_5 + 17k_6 + 20k_7 + 12k_8 + 2k_9 + 18k_{10}, \quad (18)$$

где K – комплексный показатель качества аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои, учитывающий показатели потребительских предпочтений, %; k_1 – k_{10} – относительные показатели качества аналога мясного полуфабриката (1 – вкус; 2 – внешний вид; 3 – сочность; 4 – отсутствие консервантов; 5 – отсутствие яиц; 6 – приемлемая цена; 7 – полезность; 8 – безопасность; 9 – пищевая ценность; 10 – полностью натуральные ингредиенты).

Полученная формула позволит в синергии с деревом свойств продукции и матрицей потребительских предпочтений оценить качество продукции, ее конкурентоспособность и степень удовлетворенности потребителя. Установлено, что высокое абсолютное значение имеют органолептические показатели, микробиологическая безопасность и состав, т. е. они удовлетворяют потребителя не в полном объеме.

3.2 Математическое моделирование рецептуры аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои с заданными параметрами

По результатам проведенного маркетингового исследования установлено, основными требованиями потребителей к ожидаемому качеству продукции являются цена, вкус, полностью натуральные ингредиенты растительного происхождения, полезность и безопасность.

На сегодняшний день ученые и специалисты мясоперерабатывающей промышленности сконцентрировали внимание на разработке технологий производства полуфабрикатов нового поколения с улучшенными органолептическими, лечебно-профилактическими и питательными свойствами [24; 116; 142; 143; 217]. В последнее время в состав мясо-растительных полуфабрикатов активно вводится тыква (таблица 10), так как она отличается низкой калорийностью, богата протопектинами, клетчаткой, минеральными веществами, β -каротином, витаминами А, С, В₁, В₂, Е, РР, содержит микро- и макроэлементы (К, Са, Mg, Na, P, Fe) [13; 122; 133]. Мякоть тыквы на 90,3 % состоит из воды и из-за отсутствия ярко выраженного аромата практически не искажает вкус продуктов, поэтому является наиболее перспективным сырьем для производства полуфабрикатов, к тому же содержит в большом количестве антиоксидантные компоненты [64].

Таблица 10 – Анализ данных использования тыквы в производстве мясных полуфабрикатов

Источник	Основные выводы
Совершенствование рецептуры рубленого полуфабриката, обогащенного растительными компонентами, В. В. Беляевская [13]	Определена дозировка растительного компонента (тыквы), обеспечивающая продукту наилучшие органолептические показатели (10 % взамен мясного сырья). Использование в производстве рубленых мясных полуфабрикатов растительного компонента в качестве ингредиента способствует расширению ассортимента, обогащению физиологически значимыми компонентами

Продолжение таблицы 10

Источник	Основные выводы
Применение овощных и злаковых порошков в производстве мясных полуфабрикатов, О. Н. Ветрова [17]	Котлеты с добавлением порошка тыквы в количестве 8 % от массы сырья отличаются более высоким содержанием белка и пищевых волокон, что связано с полноценным нутриентным составом растительного порошка
Растительное сырье в производстве полуфабрикатов мясных рубленых, Е. В. Гаврилова [22]	Установлено, что включение мякоти тыквы обеспечивает сочность рубленых полуфабрикатов, существенно обогащает продукты β -каротином, пектиновыми веществами
Изучение качественных характеристик мясо-растительных полуфабрикатов с добавлением тыквенного пюре, А. З. Каримова [63]	При добавлении в фаршевые системы пюре из тыквы в количестве 5–25 % органолептические показатели улучшились в сравнении с контрольным образцом, а при внесении 20 % растительной добавки вкус и аромат полуфабриката стали более мягкими, улучшились консистенция и сочность
Использование тыквы при производстве мясных рубленых полуфабрикатов, О. Н. Самченко [122]	В разработанных модельных фаршевых системах с добавлением тыквенного пюре в оптимальной дозировке (20 % к массе фарша) и овсяных хлопьев увеличилось содержание клетчатки с 0,05 % до 0,9–1,0 %, а также мясо-растительные полуфабрикаты обогатились пектиновыми веществами

Анализ данных таблицы 10 позволяет заключить, что оптимальная дозировка внесения тыквы в фаршевую систему составляет до 20 % от массы продукта, а использование тыквы в качестве растительной добавки в производстве полуфабрикатов позволяет не только повысить содержание пищевых волокон, β -каротина и пектиновых веществ, но и улучшить консистенцию и сочность продукта.

За основу в качестве эталона (контроля) была взята разработанная ранее рецептура рубленого мясо-растительного полуфабриката из мяса птицы с заменой хлеба пшеничного на овсяные хлопья [19; 48], богатые крахмалом и некрахмальными полисахаридами крахмала, что способствует устойчивому и равномерному распределению ингредиентов и приданию текстуры полуфабрикату [111]. В качестве замены мясу в аналоге мясного полуфабриката выступает соевый фарш. С целью увеличения содержания белка в рецептуру проектируемого полуфабриката дополнительно вносится изолят соевого белка, который также является структурообразователем [143]. Выдвинута гипотеза о том, что в технологии аналога мясного

полуфабриката применение хлопьев овсяных и пюре из тыквы возможно в качестве добавки, формирующей структуру, а также с целью снижения потерь в процессе производства и обеспечения высокой пищевой ценности. Композиция специй подбиралась так, чтобы придать проектируемому аналогу мясного полуфабриката из продуктов переработки сои вкус и аромат мяса с учетом имеющихся в розничной сети наборов специй для мясных котлет. Варианты состава разрабатываемого полуфабриката представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Варианты рецептуры аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои с овсяными хлопьями и пюре из тыквы

Состав	Контроль	Номер образца		
		1	2	3
Основной ингредиент	Мясо птицы	Соевый фарш		
Наполнитель, %:				
– хлопья овсяные	10	5	10	15
– пюре тыквы	–	15	10	5
Дополнительные ингредиенты	Лук репчатый, вода, сухари панировочные, яйцо куриное	Лук репчатый, вода, отруби овсяные экстрадированные (панировка), изолят соевого белка		
Специи	Соль, перец черный молотый, чеснок сушеный	Соль, перец черный молотый, чеснок сушеный, майоран, паприка копченая		

Необходимо смоделировать рецептуру аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои, максимально приближенную по массовой доле нутриентов к принятому эталону (мясному полуфабрикату): белка – 17 %, жира – не более 2 %, углеводов – не менее 6,5 %, сухих веществ – не менее 27 %. Далее подробно описан процесс математического моделирования рецептуры аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои на примере образца 2 (с содержанием овсяных хлопьев и пюре из тыквы равном в количестве по 10 % от массы продукта). Ингредиентный состав продукта представлен в таблице 12. Проектируемый продукт предназначен для питания взрослого населения. Требовалось опре-

делить рецептурный состав и минимальную стоимость рецептуры разрабатываемого полуфабриката при заданных ингредиентах и ограничениях [81].

Таблица 12 – Матрица данных для оптимизации рецептуры аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои на примере образца 2

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Ингредиенты	X_i	Рецептура, кг	Массовая доля, %					Цена, р./кг	ЭЦ, ккал	СВ
			жир	белка	углеводов	зола	воды			
Фарш соевый текстурированный	X_1		1,0	50,0	16,0	6,2	7,3	299,0	273,0	92,7
Хлопья овсяные «Геркулес»	X_2		6,2	12,3	61,8	1,7	12,0	42,0	352,2	88,0
Пюре из тыквы	X_3		0,1	0,8	3,4	0,3	92,7	86,0	17,7	7,3
Лук репчатый свежий	X_4		0,2	1,4	8,2	1,0	86,0	30,0	40,2	14,0
Вода питьевая	X_5		0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,5	0,0	0,0
Отруби овсяные хрустящие	X_6		7,0	17,3	50,8	2,9	6,5	230,0	335,8	93,5
Соль поваренная пищевая	X_7		0,0	0,0	0,0	99,8	0,2	15,0	0,0	99,8
Чеснок сушеный молотый	X_8		0,5	6,5	29,9	1,5	60,0	250,0	150,1	40,0
Перец черный молотый	X_9		3,3	10,4	38,7	4,5	12,5	220,0	225,5	87,5
Изолят соевого белка	X_{10}		3,4	90,0	3,7	3,6	5,0	500,0	405,3	95,0
Паприка копченая молотая	X_{11}		12,9	14,1	54,0	0,0	11,2	400,0	388,5	88,8
<i>Итого</i>		<i>0,00</i>								
Состав продукта, %			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
Функция цели								0,0	0,0	
Балансовые уравнения			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0
Сухие вещества, %		0,0								

На основании матрицы данных формировалась система линейных балансовых неравенств и уравнений по жиру, белку, углеводам, золе, сухим веществам и массе продукта, представленная в таблице 13.

Реализация поставленной задачи осуществлялась путем решения системы линейных балансовых уравнений и ограничений. В качестве критерия оптимизации рецептуры выбрана функция цели – минимальная рецептурная стоимость продукта, которая запишется в следующем виде:

$$F(X_i) = \min(299X_1 + 42X_2 + 86X_3 + 30X_4 + 0,5X_5 + 230X_6 + 15X_7 + 250X_8 + 220X_9 + 500X_{10} + 400X_{11}). \quad (19)$$

Таблица 13 – Система линейных балансовых неравенств и уравнений

Баланс	Уравнения и ограничения
Жиры	$\frac{X_1 + 6,2X_2 + 0,1X_3 + 0,2X_4 + 7,03X_6 + 0,5X_8 + 3,3X_9 + 3,39X_{10} + 12,9X_{11}}{100} \geq 1,0$
Белка	$\frac{50X_1 + 12X_2 + 0,8X_3 + 1,4X_4 + 17,3X_6 + 6,5X_8 + 10,4X_9 + 90X_{10} + 14,1X_{11}}{100} \geq 17$
Углеводов	$\frac{16X_1 + 61,8X_2 + 3,4X_3 + 8,2X_4 + 50,82X_6 + 29,9X_8 + 38,7X_9 + 3,7X_{10} + 54X_{11}}{100} \geq 12,9$
Золы	$\frac{6,2X_1 + 1,7X_2 + 0,34X_3 + X_4 + 2,89X_6 + 1,5X_8 + 4,5X_9 + 3,6X_{10}}{100} \geq 1,5$
Сухих веществ	$\frac{73,15X_1 + 82X_2 + 4,64X_3 + 10,8X_4 + 78,04X_6 + 38,4X_8 + 56,79X_9 + 100,67X_{10} + 81,02X_{11}}{100} \geq 31$
Массы	$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} = 100$

Формула расчета энергетической ценности запишется в виде

$$\text{ЭЦ}(X_i) = 273X_1 + 352,2X_2 + 17,7X_3 + 40,2X_4 + 335,8X_6 + 150,1X_8 + 225,5X_9 + 405,3X_{10} + 388,5X_{11}. \quad (20)$$

Решение системы линейных балансовых уравнений осуществлялось в программе Excel с использованием надстройки «Поиск решения». После ввода данных открывался блок «Параметры поиска решения», где заполнялись соответствующие ячейки. Результаты готовности блока представлены на рисунке 33. При нажатии в блоке «Параметры поиска решения» на клавишу «Найти решение» получали данные рецептуры продукта.

После оптимизации рецептуры аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои (образец 2) получаем продукт с массовой долей (расчетной): жира – 1,4 %; белка – 17 %; углеводов – 12,9 %; золы – 1,8 %; сухих веществ –

33,1 %. Энергетическая ценность продукта – 131,92 ккал (551,14 кДж). Рецептурная стоимость 100 кг спроектированного полуфабриката равна 11 412 р.

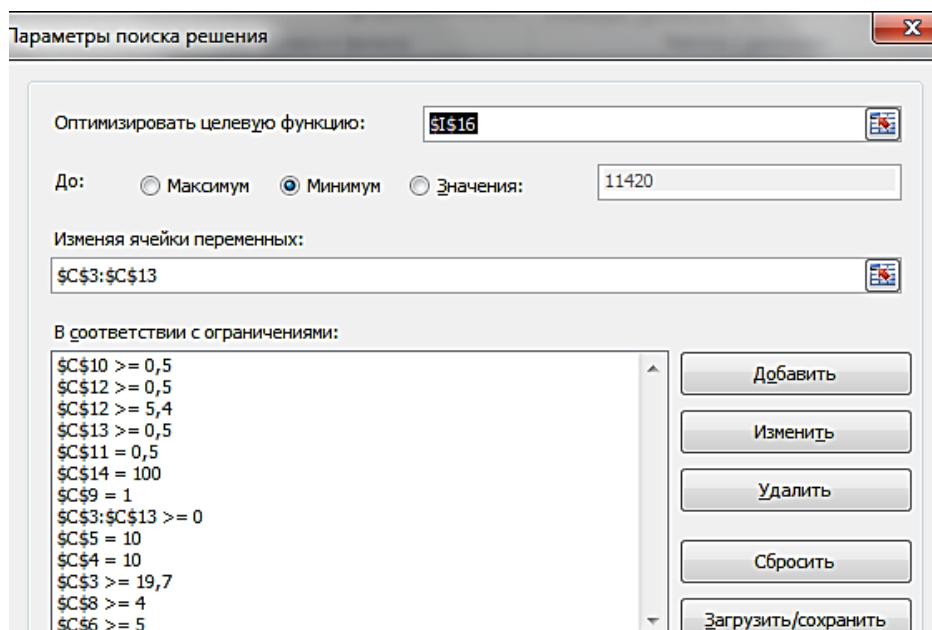


Рисунок 33 – Параметры поиска решения рецептуры аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои на примере образца 2

По аналогии моделировались рецептуры образцов 1 и 3. В таблице 14 представлены смоделированные варианты рецептуры аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои с заданными параметрами.

Таблица 14 – Оптимизированные варианты рецептуры аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои с заданными параметрами

Ингредиент	Расход ингредиентов, кг на 100 кг (без учета потерь)		
	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Фарш соевый текстурированный	19,70	19,70	19,70
Хлопья овсяные «Геркулес»	5,00	10,00	15,00
Изолят соевого белка	6,10	5,40	4,80
Пюре из тыквы	15,00	10,00	5,00
Вода питьевая	42,70	43,40	44,00
Лук репчатый свежий	5,00	5,00	5,00

Продолжение таблицы 14

Ингредиент	Расход ингредиентов, кг на 100 кг (без учета потерь)		
	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Отруби овсяные хрустящие	4,00	4,00	4,00
Соль поваренная пищевая	1,00	1,00	1,00
Перец черный молотый	0,50	0,50	0,50
Чеснок сушеный молотый	0,50	0,50	0,50
Паприка копченая молотая	0,50	0,50	0,50
Масса, кг	100,00	100,00	100,00
Массовая доля, %:			
– жира	1,1	1,4	1,7
– белка	17,0	17,0	17,0
– углеводов	10,0	12,9	15,8
– сухих веществ	29,8	33,1	36,3

Следующим шагом является проведение сенсорной оценки, изучение влияния овсяных хлопьев и пюре из тыквы и дополнительного измельчения соевого фарша на структурно-механические (реологические) показатели полуфабриката из продуктов переработки сои для установления оптимального внесения растительных добавок и технологических режимов производства разрабатываемой продукции.

3.3 Исследование структурно-механических (реологических) показателей и сенсорная оценка модельных образцов аналога мясного полуфабриката

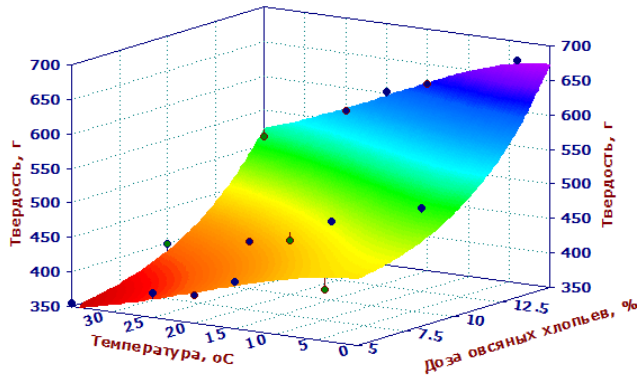
Так как овсяные хлопья, содержащие в большом количестве крахмал и некрахмальные полисахариды, и пюре из тыквы, имеющее значительный объем красящих веществ и воды, способны ухудшать сенсорные и структурно-механические показатели разрабатываемого полуфабриката, необходимо было определить оптимальное количество их внесения.

В данном разделе приведены результаты органолептического анализа и экспериментальных исследований по установлению зависимости реологических характеристик модельных образцов аналога мясного полуфабриката от дополнительного измельчения соевого фарша, а также от дозы внесения овсяных хлопьев и пюре из тыквы в количестве 5 %, 10 % и 15 % от массы продукта и температуры в пределах изменения от 4 °С до 35 °С. За верхний исследованный предел взята температура 35 °С, когда фаршевая система из пластично-вязкого состояния переходит в упругое [89]. Полученные данные исследования реологических свойств модельных образцов аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои приведены в таблице 15.

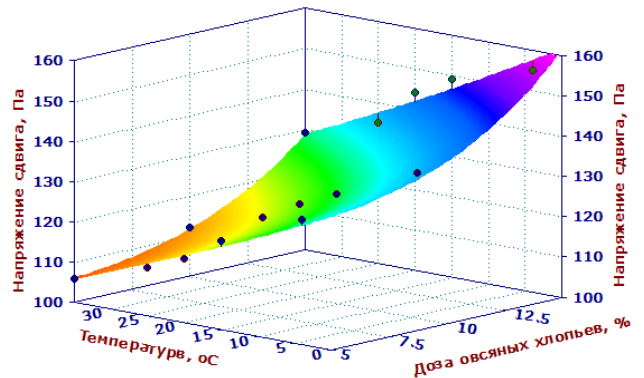
Таблица 15 – Изменение реологических показателей аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои в зависимости от дозы внесенных овсяных хлопьев и температуры

Доза внесения овсяных хлопьев, %	Температура продукта, °С				
	4	15	20	25	35
Твердость текстуры, Па					
5	425,1 ± 0,1	418 ± 0,1	390 ± 0,1	385 ± 0,1	354 ± 0,1
10	501,7 ± 0,1	464 ± 0,1	428 ± 0,1	418 ± 0,1	398 ± 0,1
15	673,0 ± 0,1	621 ± 0,1	602 ± 0,1	565 ± 0,1	512 ± 0,1
Предельное напряжение сдвига, Па					
5	131,0 ± 0,1	122,0 ± 0,1	116,0 ± 0,1	112,0 ± 0,1	106,0 ± 0,1
10	136,0 ± 0,1	127,0 ± 0,1	123,0 ± 0,1	118,0 ± 0,1	112,0 ± 0,1
15	155,0 ± 0,1	149,0 ± 0,1	144,0 ± 0,1	135,0 ± 0,1	129,0 ± 0,1
Когезия, Па					
5	46,11 ± 0,1	43,2 ± 0,1	41,2 ± 0,1	39,4 ± 0,1	37,3 ± 0,1
10	49,28 ± 0,1	46,5 ± 0,1	44,3 ± 0,1	40,4 ± 0,1	40,1 ± 0,1
15	51,36 ± 0,1	49,1 ± 0,1	46 ± 0,1	45,1 ± 0,1	43 ± 0,1
Липкость, Па					
5	242 ± 0,1	224 ± 0,1	216 ± 0,1	212 ± 0,1	209 ± 0,1
10	247 ± 0,1	228 ± 0,1	219 ± 0,1	215 ± 0,1	205 ± 0,1
15	345 ± 0,1	340 ± 0,1	338 ± 0,1	332 ± 0,1	310 ± 0,1

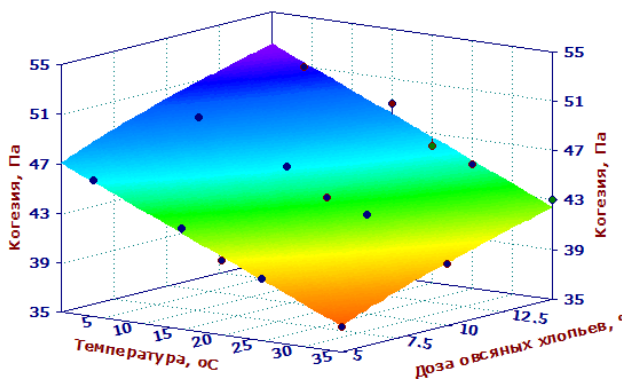
На основании экспериментальных данных разработаны двухфакторные модели (поверхность отклика формата 3D), характеризующие изменение реологических показателей аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои в зависимости от температуры и дозы внесения овсяных хлопьев (рисунок 34).



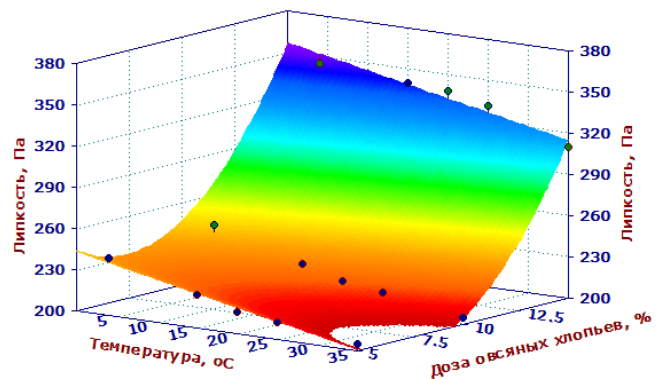
а – поверхность отклика изменения твердости



б – поверхность отклика изменения предельного напряжения сдвига



в – поверхность отклика изменения когезии



г – поверхность отклика изменения липкости

Рисунок 34 – Изменение реологических показателей аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои в зависимости от температуры и дозы внесенных овсяных хлопьев (в формате 3D)

Математическая модель изменения твердости текстуры запишется в виде

$$\ln(z) = a + bx^3 + cy^2 + dy^{2.5}, \quad (21)$$

или после преобразования:

$$z = \exp(a + bx^3 + cy^2 + dy^{2.5}), \quad (22)$$

где z – твердость текстуры, Па; x – доза внесения овсяных хлопьев, %; y – температура, °С.

Статистические данные оценки адекватности математической модели изменения твердости текстуры проектируемого полуфабриката приведены на рисунке 35.

File	Edit	Style	Type					
Rank 160	Eqn 151237883	lnz=a+bx ³ +cy ² +dy ^{2.5}						
XYZ *	X Value	Y Value	Z Value	Z Predict	Residual	Residual %		
1	15	35	512	523.9456	-11.9456	-2.333124		
2	15	25	565	568.21513	-3.215125	-0.569049		
3	15	20	602	594.77157	7.2284253	1.2007351		
4	15	15	621	621.76867	-0.768673	-0.12378		
5	15	4	673	667.96342	5.036583	0.7483779		
6	10	35	398	388.16593	9.8340701	2.4708719		
7	10	25	418	420.96308	-2.963081	-0.708871		
8	10	20	428	440.63747	-12.63747	-2.95268		
9	10	15	464	460.63831	3.3616883	0.7245018		
10	10	4	501	494.86176	6.1382387	1.2251974		
11	5	35	354	347.55509	6.4449107	1.8205962		
12	5	25	385	376.92092	8.0790757	2.0984612		
13	5	20	390	394.53693	-4.536931	-1.163316		
14	5	15	418	412.44524	5.5547615	1.3288903		
15	5	4	425	443.08815	-18.08815	-4.256035		

Рисунок 35 – Статистическая оценка адекватности математической модели изменения твердости текстуры проектируемого полуфабриката

Коэффициенты уравнения: $a = 6,086$; $b = 0,00013$; $c = -0,00064$; $d = 7,278 \cdot 10^{-5}$. Коэффициент детерминации (прогнозирования) модели равен $R^2 = 0,992$. Коэффициент корреляции $R = 0,996$. Максимальная относительная погрешность модели не превышает 5 % и равна 4,256 % при дозе овсяных хлопьев 5 % и температуре 4 °С. Значение коэффициента корреляции и максимальной относительной ошибки дают основание считать, что представленная математическая модель адекватно описывает исследуемый процесс.

С уменьшением дозы пюре из тыквы и одновременном увеличении количества вносимых овсяных хлопьев повышается значение показателя твердости текстуры в аналоге мясного полуфабриката из продуктов переработки сои, что позволяет выдвинуть гипотезу о наличии у вносимых растительных ингредиентов свойств структурообразования.

Реологической характеристикой прочности структуры исследуемых продуктов является предельное напряжение сдвига. Математическая модель изменения предельного напряжения сдвига имеет экспоненциальный вид:

$$z = \exp(a + bx^3 + cy), \quad (23)$$

где z – предельное напряжение сдвига, Па; x – доза овсяных хлопьев, %; y – температура, °С; a , b , c – коэффициенты регрессионного уравнения ($a = 4,882$, $b = 5,976 \cdot 10^{-5}$, $c = -0,0065$).

Коэффициент детерминации уравнения равен $R^2 = 0,989$, коэффициент корреляции $R = 0,994$. Так как коэффициент корреляции практически равен единице, можно утверждать, что представленное регрессионное уравнение изменения предельного напряжения сдвига имеет экспоненциальный вид и адекватно описывает исследуемый процесс. Относительная погрешность модели не превышает 2 % (рисунок 36).

File	Edit	Style	Type					
Rank	254	Eqn	151232484	lnz=a+bx ³ +cy				
XYZ	*	X Value	Y Value	Z Value	Z Predict	Residual	Residual %	
1		15	35	129	128.67126	0.3287364	0.2548344	
2		15	25	135	137.30822	-2.308224	-1.709796	
3		15	20	144	141.84174	2.1582628	1.4987936	
4		15	15	149	146.52493	2.4750663	1.6611183	
5		15	4	155	157.37945	-2.379447	-1.535127	
6		10	35	112	111.64437	0.3556294	0.3175262	
7		10	25	118	119.13841	-1.138414	-0.964757	
8		10	20	123	123.07201	-0.072013	-0.058547	
9		10	15	127	127.13549	-0.135489	-0.106684	
10		10	4	136	136.55364	-0.553639	-0.407088	
11		5	35	106	105.95601	0.0439862	0.0414964	
12		5	25	112	113.06823	-1.06823	-0.953777	
13		5	20	116	116.80141	-0.80141	-0.690871	
14		5	15	122	120.65785	1.342151	1.1001237	
15		5	4	131	129.59614	1.4038616	1.0716501	

Рисунок 36 – Статистическая оценка адекватности математической модели изменения предельного напряжения сдвига проектируемого полуфабриката

Результаты исследования увеличения предельного напряжения сдвига согласуются с представленными ранее данными о том, что овсяные хлопья и пюре из тыквы являются компонентами, формирующими структуру моделируемого продукта.

Математическая модель изменения липкости запишется в виде

$$z_1 = a + bx + cy + dy^2, \quad (24)$$

где z_1 – липкость, Па; x – температура, °С; y – доза вносимых овсяных хлопьев, %.

Коэффициенты регрессионного уравнения: $a = 348,04$; $b = -1,214$; $c = -31,56$; $d = 2,144$. Коэффициент детерминации модели равен $R^2 = 0,995$. Коэффициент корреляции $R = 0,997$. Математическая модель изменения липкости имеет высокие значения коэффициентов детерминации и корреляции, относительная ошибка модели не превышает 2,5 %, что в целом говорит о высоком уровне адекватности разработанной модели. Статистический анализ оценки адекватности математической модели изменения липкости представлен на рисунке 37.

Update	Rank	Eqn	z=a+bx+cy+dy ²					
Add	XYZ	*	X Value	Y Value	Z Value	Z Predict	Residual	Residual %
	1		4	15	345	352.18345	-7.183446	-2.082158
	2		15	15	340	338.82788	1.1721176	0.3447405
	3		20	15	338	332.75717	5.2428284	1.5511327
	4		25	15	332	326.68646	5.3135393	1.6004636
Intervals	5		35	15	310	314.54504	-4.545039	-1.466142
Residuals	6		4	10	247	241.98345	5.0165536	2.0309934
	7		15	10	228	228.62788	-0.627882	-0.275387
	8		20	10	219	222.55717	-3.557172	-1.624279
	9		25	10	215	216.48646	-1.486461	-0.691377
	10		35	10	205	204.34504	0.6549611	0.3194932
Search	11		4	5	242	238.98345	3.0165536	1.2465098
List	12		15	5	224	225.62788	-1.627882	-0.726733
	13		20	5	216	219.55717	-3.557172	-1.646839
Numeric	14		25	5	212	213.48646	-1.486461	-0.701161
Data	15		35	5	205	201.34504	3.6549611	1.7829078

Рисунок 37 – Статистическая оценка адекватности математической модели изменения липкости проектируемого полуфабриката

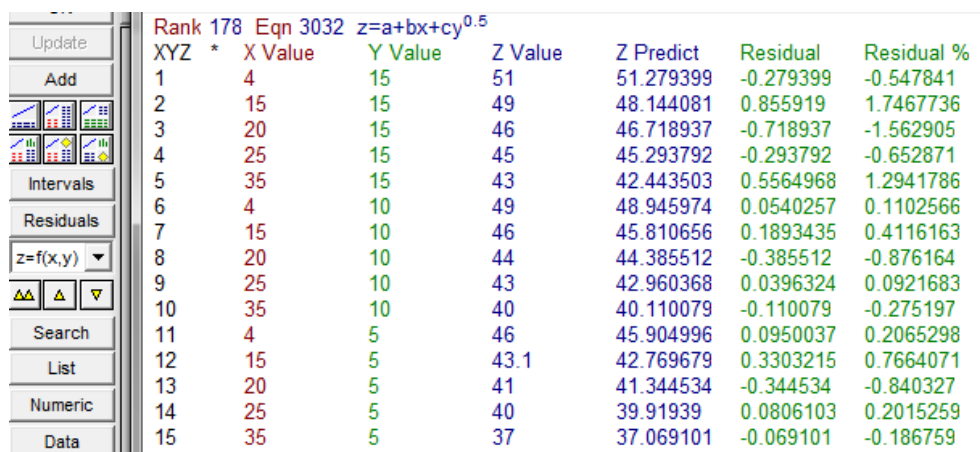
Анализируя полученные данные, следует отметить, что введение овсяных хлопьев приводит к увеличению значения показателя липкости модельных фаршей. Возможно, это объясняется увеличением массовой доли углеводов в полуфабрикате. Результаты проведенных исследований показывают возможность регулирования липкости модельных фаршей за счет направленного изменения структуры путем введения в рецептурный состав структурообразователей.

Еще одним существенным реологическим показателем является когезия, характеризующая внутреннюю силу сцепления частиц в фаршевой системе. Математическая модель изменения когезии имеет вид:

$$z_2 = a + bx + cy^{0.5}, \quad (25)$$

где z_2 – когезия, Па; x – температура, °С; y – доза овсяных хлопьев, %.

Коэффициенты регрессионного уравнения: $a = 39,704$; $b = -0,285$; $c = 3,283$. Коэффициент детерминации (прогнозирования) равен $R^2 = 0,989$. Коэффициент корреляции $R = 0,994$. Статистический анализ адекватности математической модели изменения когезии в модельных образцах аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои приведен на рисунке 38.



Rank	XYZ	X Value	Y Value	Z Value	Z Predict	Residual	Residual %
1	4	15	51	51.279399	-0.279399	-0.547841	
2	15	15	49	48.144081	0.855919	1.7467736	
3	20	15	46	46.718937	-0.718937	-1.562905	
4	25	15	45	45.293792	-0.293792	-0.652871	
5	35	15	43	42.443503	0.5564968	1.2941786	
6	4	10	49	48.945974	0.0540257	0.1102566	
7	15	10	46	45.810656	0.1893435	0.4116163	
8	20	10	44	44.385512	-0.385512	-0.876164	
9	25	10	43	42.960368	0.0396324	0.0921683	
10	35	10	40	40.110079	-0.110079	-0.275197	
11	4	5	46	45.904996	0.0950037	0.2065298	
12	15	5	43.1	42.769679	0.3303215	0.7664071	
13	20	5	41	41.344534	-0.344534	-0.840327	
14	25	5	40	39.91939	0.0806103	0.2015259	
15	35	5	37	37.069101	-0.069101	-0.186759	

Рисунок 38 – Статистическая оценка адекватности математической модели изменения когезии проектируемого полуфабриката

Приведенные результаты исследований показывают увеличение когезии во всех образцах, что связано с повышением прочностных характеристик, увеличением внутреннего взаимодействия между частицами.

Результаты сравнительного анализа изменения реологических показателей в контроле и модельных образцах аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои отражены на рисунке 39. Анализ кинетики позволил определить

точку перегиба и установить оптимальное количество внесения овсяных хлопьев и пюре из тыквы – по 10 % от массы продукта (образец 2).

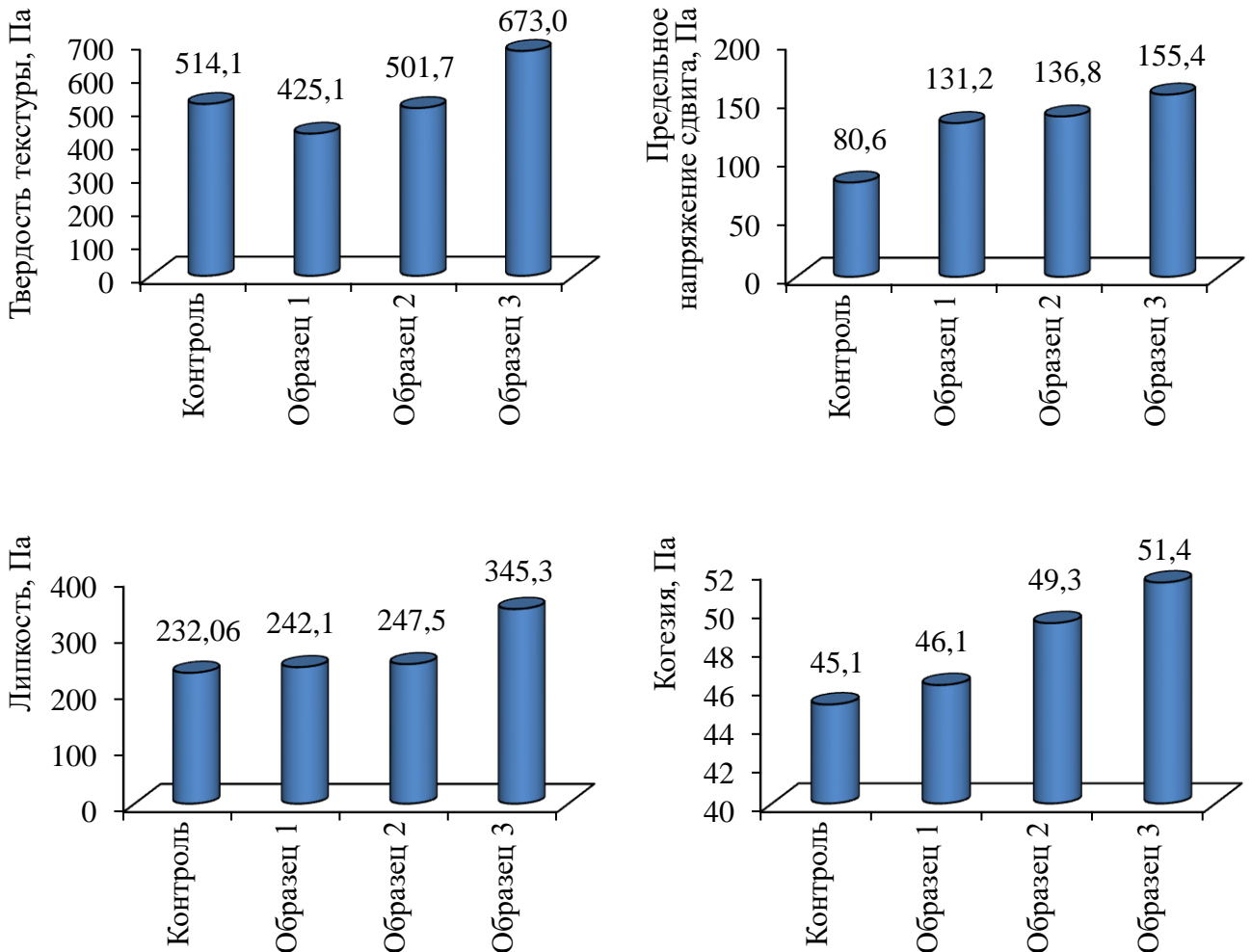


Рисунок 39 – Реологические показатели модельных образцов аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои ($T = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$) в сравнении с контролем

Изучение структурно-механических параметров показало, что увеличение температуры вызывает снижение значений всех реологических показателей аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои. Это объясняется тем, что с повышением температуры структурные связи в соевом полуфабрикate ослабляются за счет уменьшения вязкости и более интенсивного теплового движения молекул, аналогично связям в водно-белково-солевых прослойках мясного

фарша [10]. Исследование графических зависимостей (поверхностей отклика) свидетельствует о влиянии дозы внесения овсяных хлопьев и пюре из тыквы на прочностные характеристики модельных образцов аналога мясного полуфабриката. Как видно из приведенных результатов, во всех образцах исследования при повышении дозы внесения овсяных хлопьев и одновременном снижении дозы пюре из тыквы наблюдается увеличение значений твердости, адгезии, когезии и предельного напряжения сдвига, что свидетельствует в целом об изменении таких показателей, как текстура и консистенция.

Результаты сенсорного анализа модельных образцов проектируемого полуфабриката из продуктов переработки сои представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Органолептические показатели исследуемых образцов аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои

Показатель	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Внешний вид	Форма выраженная, равномерно покрыта панировкой, имеются небольшие трещины на поверхности	Форма четко выраженная, масса однородная, равномерно покрыта панировкой, без трещин на поверхности	
Вид на разрезе	Фарш хорошо перемешан; масса с включениями соевого фарша		
Цвет:			
– панировки	Золотистый	Золотистый	Золотистый
– на срезе	Оранжевый	Серый с желтоватым оттенком	Серый
Запах	Тон термообработки с преобладающим ароматом копченой паприки		
Вкус	Жареного изделия с используемыми специями		
	Выраженный привкус тыквы	Легкий, чуть сладковатый привкус	–

Исследуемые образцы также оценивались по пятибалльной шкале основных признаков: внешний вид и вид на разрезе, цвет, вкус и запах, консистенция (таблица 17).

Таблица 17 – Балльная оценка органолептических показателей качества модельных образцов разрабатываемого полуфабриката после тепловой обработки

Показатель	Оценка качества, балл		
	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Внешний вид и вид на разрезе (max 0,75)	0,40 ± 0,05	0,60 ± 0,05	0,55 ± 0,05
Цвет (max 0,50)	0,35 ± 0,1	0,50 ± 0,1	0,50 ± 0,1
Вкус и запах (max 2,50)	2,00 ± 0,1	2,30 ± 0,1	2,10 ± 0,1
Консистенция (max 1,25)	0,95 ± 0,1	1,25 ± 0,1	1,10 ± 0,1
Общий балл	3,70 ± 0,1	4,65 ± 0,1	4,25 ± 0,1

Из полученных данных следует, что более высокими сенсорными характеристиками обладают образцы 2 и 3. Наивысшую органолептическую оценку получил образец 2 с равным соотношением растительных добавок (хлопья овсяные и пюре из тыквы). Установлено, что внесение в рецептуру пюре из тыквы в количестве 10 % позволяет придать более нежную консистенцию и сочность продукту. Образец 3 имеет более плотную текстуру и меньшую сочность, так как содержит 15 % овсяных хлопьев и только 5 % пюре из тыквы. Это обусловлено увеличением доли углеводов, в частности крахмала, содержащегося в хлопьях. Содержание тыквенного пюре в количестве 15 % (образец 1) придает продукту выраженный привкус тыквы и оранжевый цвет, на поверхности появляются небольшие трещины, а также консистенция продукта становится более жидкой.

Для оценки текстуры модельных образцов аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои применили профильный метод и инструментальный метод «Анализ профиля текстуры» (ТРА). В таблице 18 приведены экспериментальные данные исследования структурно-механических показателей модельных образцов проектируемого аналога мясного полуфабриката, получивших наиболее высокую сенсорную оценку, а на рисунке 40 – профиль текстуры контрольного образца и образцов 2 и 3.

Таблица 18 – Сводные экспериментальные данные анализа профиля текстуры контрольного образца и модельных образцов проектируемого полуфабриката

Параметр	Значение, %		
	Контроль	Образец 2	Образец 3
Твердость (hardness)	51,41 ± 1,0	50,17 ± 1,0	67,30 ± 1,0
Упругость (springiness)	55,71 ± 1,0	50,26 ± 1,0	55,46 ± 1,0
Когезия (cohesiveness)	45,14 ± 1,0	49,28 ± 1,0	51,36 ± 1,0
Липкость (gumminess)	23,21 ± 1,0	24,72 ± 1,0	34,56 ± 1,0
Пережевываемость (chewiness)	12,93 ± 1,0	12,43 ± 1,0	19,17 ± 1,0

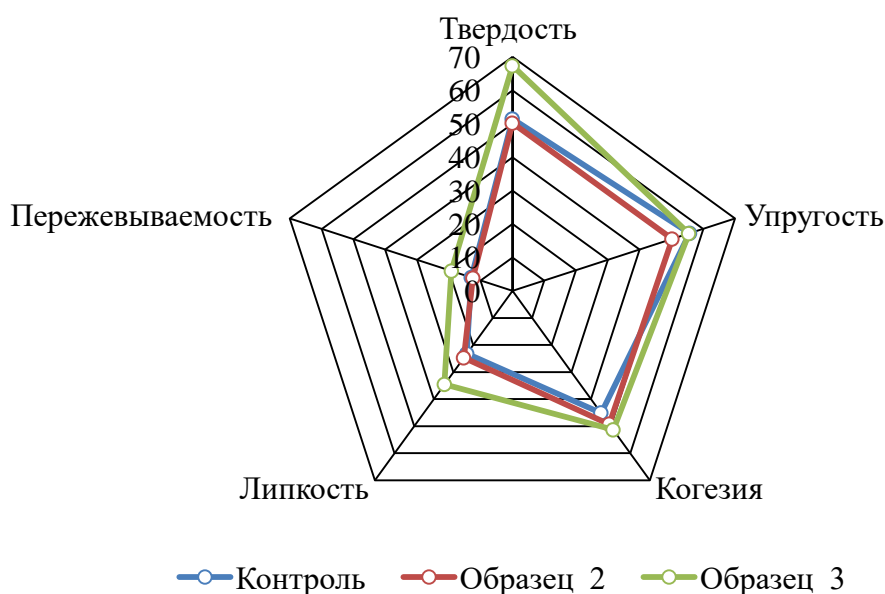


Рисунок 40 – Профиль текстуры контрольного образца и образцов проектируемого полуфабриката на основании данных, полученных на приборе «Структурометр СТ-2»

Оценка текстуры с помощью инструментального метода показала, что образец 2 по структуре максимально приближен к контрольному образцу. У образца 3 наблюдается повышение значений таких реологических показателей, как твердость и липкость, что может быть обусловлено увеличением содержания овсяных хлопьев и одновременным уменьшением дозы вносимого пюре из тыквы. Кроме того, с сокращением объема вносимого пюре из тыквы растет значение показателя

пережевываемости, характеризующего число движений и длительность времени для перехода продукта в состояние, пригодное для глотания.

Известно, что восприятие консистенции обусловлено процессами деформации, включающими в себя глотание, раздавливание, жевание и кусание, которые связаны с такими явлениями, как течение, пластическая деформация и разрушение [113]. Такой технологический процесс, как измельчение, способен оказывать воздействие на структурно-механические показатели фаршевой системы и готового продукта, поэтому для обоснования выбора технологических режимов производства проектируемого полуфабриката из продуктов переработки сои изучалось влияние дополнительного измельчения соевого фарша (в гидратированном виде) на деформационные характеристики проектируемого полуфабриката. Деформационные профили контрольного и опытных образцов проектируемого полуфабриката представлены на рисунках 41 и 42.

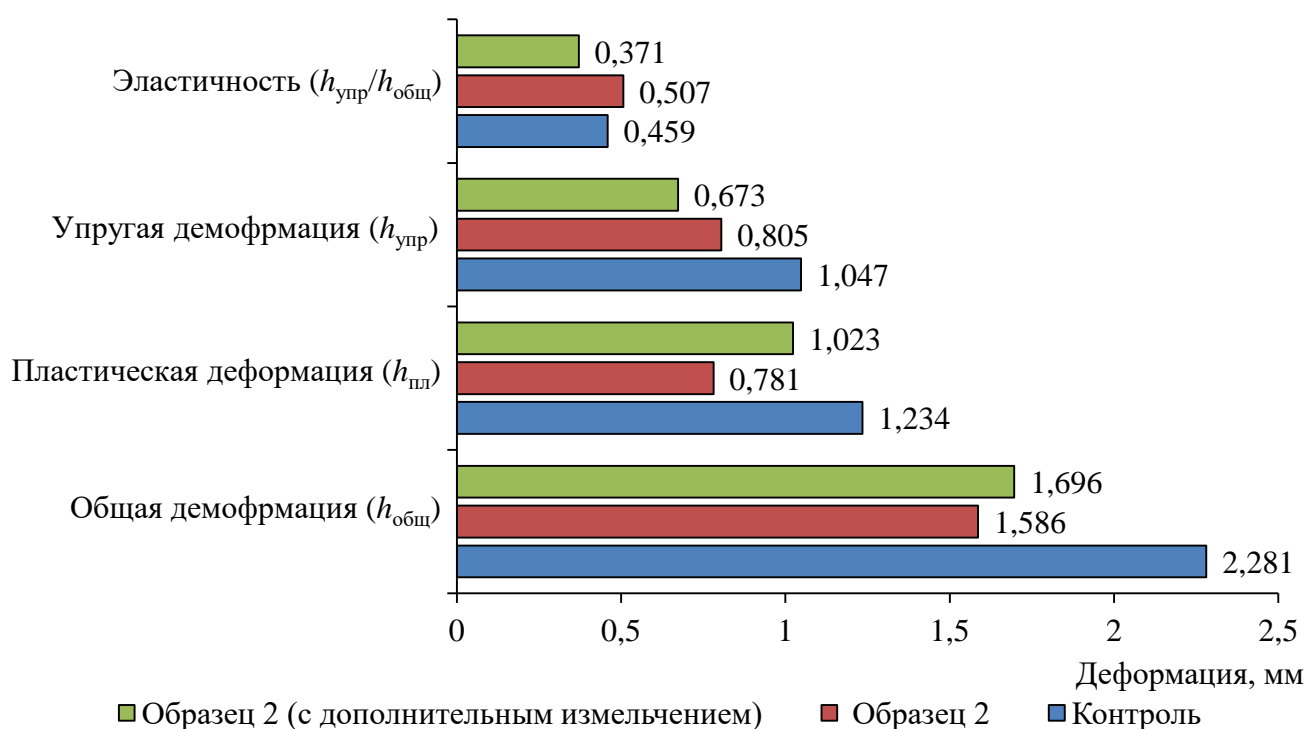


Рисунок 41 – Параметры деформационного профиля разрабатываемого полуфабриката в зависимости от измельчения соевого фарша в сравнении с контролем

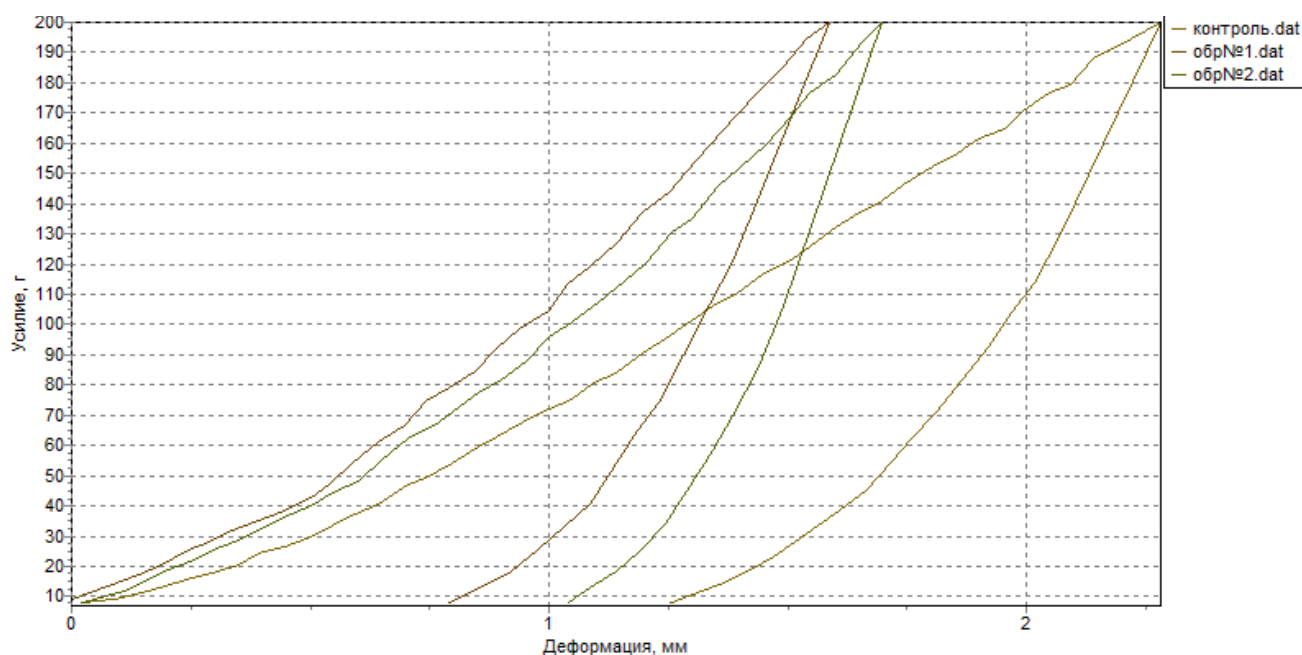


Рисунок 42 – Реологический профиль контрольного и опытных образцов, получаемый при их нагружении до $F_H = 200$ г

При анализе данных деформационного профиля установлено, что максимальное значение деформации имеет контрольный образец – 2,281 мм (общая деформация $h_{\text{общ}}$), модельные образцы из продуктов переработки сои подвергнуты деформации в меньшей степени. Максимальное значение общей деформации $h_{\text{общ}}$ опытных образцов меньше на 25,6 % в сравнении с контролем. Дополнительное измельчение соевого фарша позволяет на 23,6 % повысить значение пластической деформации ($h_{\text{пл}}$), определяющей остаточную деформацию, при которой не происходит разрушение продукта.

Образец 2 с дополнительно измельченным соевым фаршем по оценке твердости имеет более плотную структуру и в то же время является более пластичным, что позволит упростить процесс формования котлет. Предполагается также, что данный вариант фаршевой системы в процессе формования под действием сил тяжести не будет так сильно деформироваться и не приведет к большим возвратным отходам.

Таким образом, разработанный полуфабрикат имеет оригинальную и гармоничную композицию с высокими баллами сенсорной оценки. Анализ органолеп-

тических характеристик проектируемого аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои показал, что максимальные значения по сенсорному профилю были достигнуты при использовании пюре из тыквы и овсяных хлопьев в равном количестве по 10 % от общей массы продукта (образец 2).

3.4 Системный анализ пищевой и биологической ценности и определение комплексного показателя качества проектируемой продукции

При разработке рецептуры аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои была проведена комплексная оценка сбалансированности продукта по рецептурному, витаминному, минеральному и аминокислотному составу, энергетической ценности и стоимости смоделированной фаршевой системы. Количественное содержание основных питательных веществ было определено по справочным данным о химическом составе сырья. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах определяли на основании МР 2.3.1.2432-08 [95]. Принимали следующие усредненные значения для взрослого человека физиологических потребностей в энергии – 3 000 ккал/сут, белках – 80 г/сут, жирах – 80 г/сут, углеводах – 400 г/сут.

Интегральная оценка индекса сбалансированности рецептурного состава опытных образцов проектируемого полуфабриката в сравнении с контролем приведена в таблице 19.

После оптимизации рецептуры аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои получаем продукты с массовой долей белка 17 %, идентичной контрольному образцу. С увеличением дозы овсяных хлопьев увеличиваются энергетическая ценность и массовая доля углеводов, что обусловлено высоким содержанием углеводов в овсе (61,8 % от массы продукта).

Таблица 19 – Сравнительная оценка сбалансированности рецептурного состава в контроле и модельных образцах проектируемого полуфабриката

Показатель	Контроль	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Массовая доля, %:				
– жира	2,0	1,1	1,4	1,7
– белка	17,0	17,0	17,0	17,0
– углеводов	6,5	10,0	12,9	15,8
– сухих веществ	27,0	29,8	33,1	36,3
Соотношение Ж:Б:У	1:8,5:3,25	1:17:29,8	1:12,1:9,2	1:10:9,3
Стандарт соотношения Ж:Б:У	1:1:4			
ИСРС (U_p)	0,044	0,042	0,049	0,056
Энергетическая ценность, ккал/кДж	111,98/468,08	118,0/493,3	131,9/551,6	146,21/596,5
ИСЭЦ (U_s)	0,037	0,039	0,044	0,049
Стоимость рецептурной смеси, р./100 кг	21 233,25	11 981,65	11 412,00	10 892,30

В модельных образцах проектируемого полуфабриката из продуктов переработки сои наблюдается пониженное содержание жира – от 1,1 до 1,7 % в сравнении с контролем, однако с более высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот (таблица 20).

Таблица 20 – Сравнительная оценка содержания липидов в контроле и модельных образцах проектируемого полуфабриката

Липидный состав	Содержание липидов, мг/г			
	Контроль	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Массовая доля жира, %	2,0	1,1	1,4	1,7
МНЖК	0,7	0,3	0,4	0,5
ПНЖК	0,4	0,5	0,6	0,7
НЖК	0,5	0,2	0,3	0,3
Соотношение МНЖК:ПНЖК:НЖК	1:0,6:0,7	1:1,6:0,7	1:1,5:0,7	1:1,4:0,7

Образцы 2 и 3 обладают наиболее высокими индексами сбалансированности рецептурного состава (U_p) и энергетической ценности (U_s). Стоимость самой доро-

гой из предложенных рецептур аналога мясной продукции в 1,8 раза меньше стоимости полуфабрикатов из мяса птицы (контрольного образца).

Интегральная оценка частных индексов сбалансированности витаминного, минерального и аминокислотного состава опытных образцов разрабатываемого полуфабриката из продуктов переработки сои в сравнении с контролем приведена в таблицах 21 и 22.

Таблица 21 – Сравнительная оценка содержания витаминов, макро- и микроэлементов и частных индексов сбалансированности в контроле и модельных образцах проектируемого полуфабриката

Витамины	Контроль	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Содержание витаминов в рецептурах, мг/%				
Ретинол (А)	0,011	0,029	0,019	0,010
Токоферол (Е)	0,480	0,211	0,274	0,338
Тиамин (В ₁)	0,104	0,216	0,236	0,257
Рибофлавин (В ₂)	0,079	0,073	0,075	0,078
Холин (В ₄)	61,205	7,045	8,721	10,396
Пантотеновая кислота (В ₅)	1,107	0,574	0,613	0,653
Пиридоксин (В ₆)	0,575	0,158	0,165	0,172
Фолиевая кислота (В ₉)	0,018	0,070	0,071	0,072
Филлохинон (К)	0,001	0,009	0,010	0,010
ИСВС (U_в)	0,051	0,050	0,052	0,052
Содержание минералов в рецептурах, мг/%				
Калий (К)	247,1	551,0	559,0	567,1
Кальций (Са)	22,2	64,6	65,9	67,2
Натрий (Na)	258,9	393,2	394,0	394,8
Магний (Mg)	67,5	76,7	82,6	88,4
Фосфор (P)	143,8	186,4	201,8	217,3
Железо (Fe)	1,5	2,4	2,6	2,7
Медь (Cu)	0,1	0,9	0,9	0,9
Цинк (Zn)	1,2	0,9	1,0	1,1
Марганец (Mn)	0,3	1,1	1,3	1,5
ИСМС (U_м)	0,128	0,252	0,267	0,281

Таблица 22 – Сравнительная оценка содержания незаменимых аминокислот и аминокислотного сора, частных индексов и обобщенных критериев сбалансированности в контроле и модельных образцах проектируемого полуфабриката

Незаменимые аминокислоты	Содержание незаменимых аминокислот и аминокислотный скор, мг/г белка							
	Контроль		Образец 1		Образец 2		Образец 3	
Валин	42,67	85,3	15,97	31,9	18,53	37,1	21,09	42,2
Изолейцин	37,36	93,4	14,49	36,2	16,32	40,8	18,15	45,4
Лейцин	64,62	92,3	24,31	34,7	27,19	38,8	30,08	43,0
Лизин	80,53	146,4	19,09	34,7	21,00	38,2	22,92	41,7
Метионин+цистин	26,70	76,3	10,82	30,9	12,69	36,3	14,56	41,6
Треонин	36,37	90,9	12,96	32,4	14,71	36,8	16,46	41,1
Триптофан	13,02	130,2	5,22	52,2	6,11	62,1	7,01	70,1
Фенилаланин+тирозин	61,59	102,7	28,87	48,1	33,34	55,6	37,81	63,0
ИСАС	1,0		0,37		0,42		0,47	
КУАС	0,757		0,845		0,871		0,881	
ПСИ, %	6,51		5,92		5,04		4,78	
Критерий Харрингтона	0,101		0,095		0,105		0,114	
Биологическая ценность, %	21,5		17,2		19,4		21,5	

Проведенный анализ витаминного и минерального состава модельных образцов проектируемого полуфабриката позволил установить повышение содержания макро- и микроэлементов и увеличение индекса сбалансированности минерального состава (U_m) в два раза в сравнении с контролем на примере образца 1. Увеличилось содержание витаминов А, В₁, В₉, К, однако уменьшилось содержание витаминов В₄, В₅, В₆, которые в большом количестве содержались в продуктах животного происхождения (яйца, мясо птицы), предусмотренных рецептурой контрольного образца.

На основании проведенных исследований сбалансированности пищевой и биологической ценности, структурно-механических (реологических) характеристик проектируемого продукта определена оптимальная рецептура аналога мясно-

го полуфабриката из продуктов переработки сои с содержанием овсяных хлопьев и пюре из тыквы в равном количестве по 10 % от массы продукта (образец 2).

Ниже более подробно описана и графически проиллюстрирована сбалансированность пищевой и биологической ценности модельного образца 2 аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои. На рисунке 43 представлены значения уровня сбалансированности витаминного состава исследуемого образца полуфабриката при употреблении в пищу продукта взрослым населением, а на рисунке 44 – смоделированные данные уровня соответствия минерального состава физиологической норме.

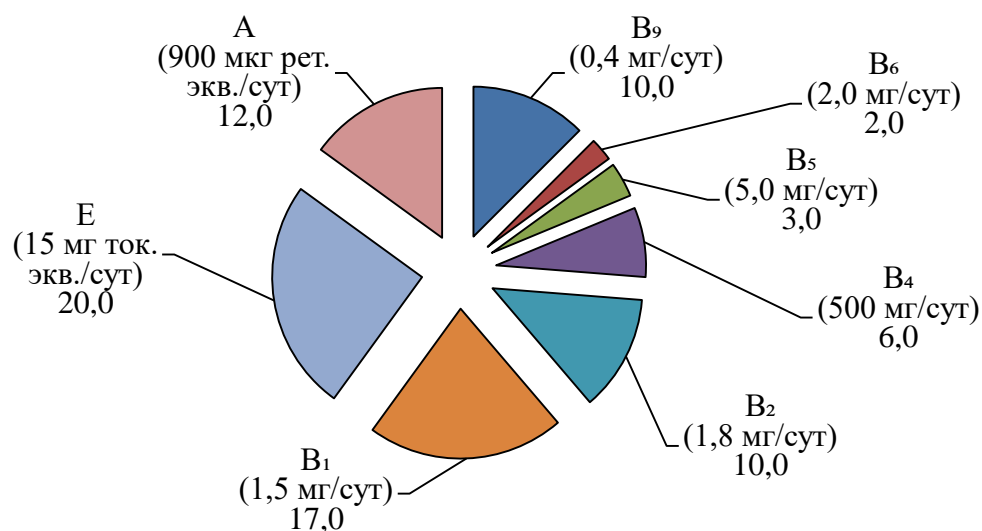


Рисунок 43 – Уровень сбалансированности витаминного состава аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои, % (образец 2)

Употребление в пищу взрослым населением разрабатываемой продукции в количестве 100 г на 17,8 % покрывает суточную норму в витамине В₉, на 15,8 % – в витамине В₁, на 12,3 % – в витамине В₅. Аналог мясного полуфабриката из продуктов переработки сои (образец 2) содержит большое количество меди и марганца, и 100 г продукта позволит обеспечить для взрослого человека их ежедневную норму на 89,2 % и 64,3 % соответственно.

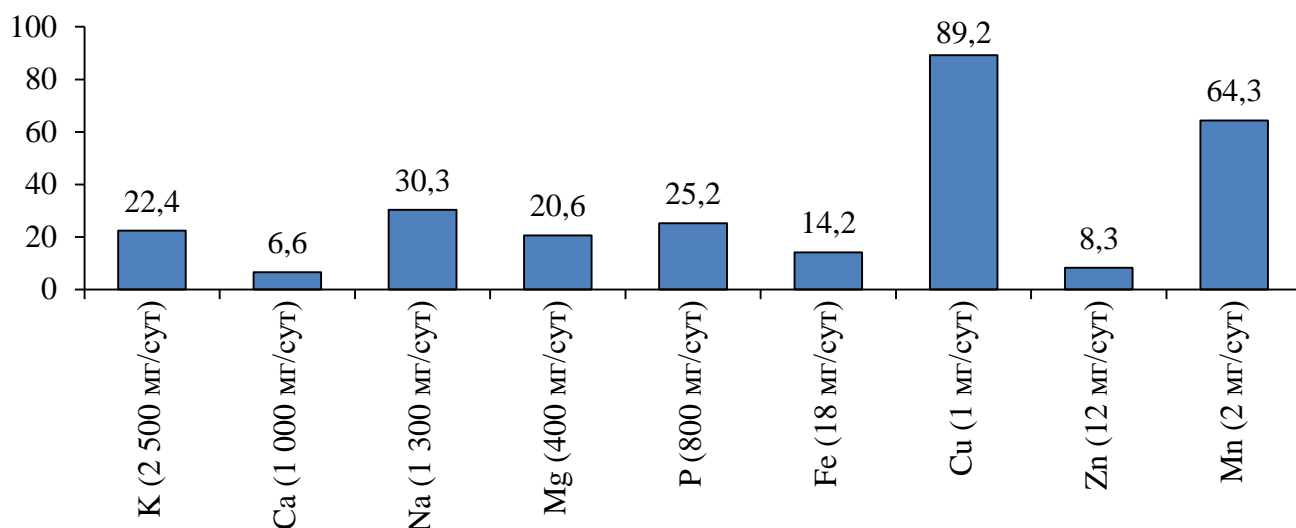


Рисунок 44 – Уровень сбалансированности минерального состава аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои, % (образец 2)

Сравнение аминокислотного сора аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои с равным количеством овсяных хлопьев и пюре из тыквы (образец 2) с эталонными значениями представлено на рисунке 45.

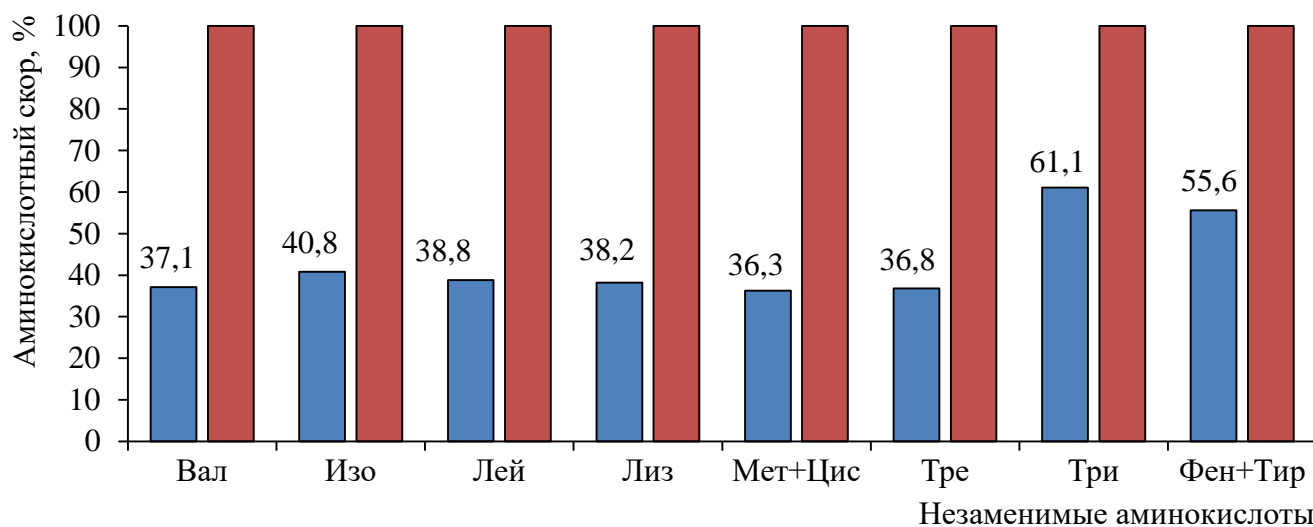


Рисунок 45 – Сравнение аминокислотного сора аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои (образец 2) с эталонными значениями, % (100 %)

В таблице 23 представлен расчет показателей сбалансированности и биологической ценности аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои

с овсяными хлопьями и пюре из тыквы (образец 2): показатель утилитарности аминокислотного состава (КУАС = 0,871), показателя сопоставимой недостаточности (ПСИ = 5,04 %), индекса сбалансированности аминокислотного состава (ИСАС = 0,42) и биологической ценности (БЦ = 19,4 %).

Таблица 23 – Оценка сбалансированности и биологической ценности аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои (образец 2)

Показатель	Обозначение	Валин	Изолейцин	Лейцин	Лизоцим	Метионин+ Цистин	Треонин	Триптофан	Фенилаланин+ Тирозин
Содержание незаменимых аминокислот, мг/г белка	A_j	18,53	16,32	27,19	21,00	12,69	14,71	6,11	33,34
Содержание в продукте, г/100 г белка	A_j	1,85	1,63	2,72	2,10	1,27	1,47	0,61	3,33
Взрослые, мг/г белка	$A_{эj}$	50,0	40,0	70,0	55,0	35,0	40,0	10,0	60,0
Взрослые, г/100 г белка	$A_{эj}$	5,0	4,0	7,0	5,5	3,5	4,0	1,0	6,0
Минимум в продукте, мг/г белка		6,11							
Аминограмма (взрослые)	$A_j/A_{эj}$	0,37	0,41	0,39	0,38	0,36	0,37	0,61	0,56
Аминограмма (взрослые), %	АКС	37,1	40,8	38,8	38,2	36,3	36,8	61,1	55,6
Сумма незаменимых аминокислот взрослые	$A_{эj}$	36,0							
Сумма незаменимых аминокислот расчетная	A_j	15,0							
Коэффициент утилитарности аминокислотного сора	КУАС	0,871							
C_{\min}		0,36							
Отношение $A_j/A_{эj}$		0,37	0,41	0,39	0,38	0,36	0,37	0,61	0,56
Коэффициент утилитарности аминокислоты	КУНА	0,98	0,89	0,93	0,95	1,00	0,99	0,59	0,65
Индекс сбалансированности аминокислотного состава	ИСАС	0,42							

Продолжение таблицы 23

Показатель	Обозначение	Валин	Изолейцин	Лейцин	Лизоцим	Метионин+ Цистин	Треонин	Триптофан	Фенилаланин+ Тирозин
$C_{\min} \times A_{эj}$		1,81	1,45	2,54	1,99	1,27	1,45	0,36	2,18
$A_j - C_{\min} \times A_{эi}$		0,04	0,18	0,18	2,10	0,00	0,02	0,25	1,16
Сумма ($A_j - C_{\min} \times A_{эi}$)		3,93							
Показатель сопоставимой недостаточности, %	ПСИ	5,04							
Обобщенный Критерий Харрингтона	D_i	0,105							
Различие аминокислотного сора	РАС	99,207	95,984	122,300	117,377	63,731	63,223	38,851	44,432
Сумма (РАС)		645,104							
Коэффициент различия аминокислотных скоров, %	КРАС	80,64							
Биологическая ценность, %	БЦ	19,4							

На основе представленных данных можно наблюдать уменьшение содержания незаменимых аминокислот и индекса сбалансированности аминокислотного состава (ИСАС) в сравнении с контролем. Хотя соевый фарш и обладает высоким содержанием белка, но по аминокислотному составу проигрывает мясному сырью (мясу птицы и яйцу). Однако обобщенный критерий Харрингтона и биологическая ценность образца 2 проектируемого полуфабриката максимально приближены к контролю, а также коэффициент утилитарности аминокислотного состава (КУАС), который описывает сбалансированность незаменимых аминокислот по отношению к физиологически необходимой норме, что свидетельствует об имитации разрабатываемой продукции не только по органолептическим свойствам, но и пищевой ценности мяса. Добавление в рецептуру аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои овсяных хлопьев и тыквы представляет высокую

практическую значимость, так как способствует улучшению органолептических показателей, а также увеличивает пищевую и биологическую ценность.

Была проведена квалитметрическая оценка модельных образцов аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои и контрольного образца по предложенной формуле (1). Результаты расчета представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Сравнительная оценка комплексного показателя качества контрольного и модельных образцов аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои

Объект	Произведение коэффициента весомости и относительного показателя качества аналога мясного полуфабриката									
	$10 \times k_1$	$2 \times k_2$	$3 \times k_3$	$6 \times k_4$	$10 \times k_5$	$17 \times k_6$	$20 \times k_7$	$12 \times k_8$	$2 \times k_9$	$18 \times k_{10}$
	Вкус и запах (max 2,5)	Внешний вид (max 0,75)	Консистенция (max 1,25)	Отсутствие консервантов (max 0,50)	Отсутствие яиц (max 0,50)	Цена (max 1,00)	Полезность (критерий Харрингтона)	Безопасность (max 1,00)	Пищевая ценность (ИРС, U_p)	Полностью растительные ингредиенты (max 1,00)
Контроль	2,50	0,75	1,25	0,50	0,00	0,50	0,101	1,00	0,044	0,00
Образец 1	2,00	0,40	0,95	0,50	0,50	1,00	0,095	1,00	0,042	1,00
Образец 2	2,30	0,60	1,25	0,50	0,50	1,00	0,105	1,00	0,049	1,00
Образец 3	2,10	0,55	1,10	0,50	0,50	1,00	0,114	1,00	0,056	1,00

Объект	Комплексный показатель качества, %
Контроль	55,86
Образец 1	80,63
Образец 2	85,15
Образец 3	82,79

Значение комплексного показателя качества K для модельного образца 2 аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои составляет 85,15 % – максимальное значение среди сравниваемых образцов. Разработанный продукт наиболее полно отвечает ожиданиям потребителей, что обеспечит высокий спрос на него и конкурентное преимущество.

4 Товароведная оценка и управление качеством разработанного аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои

4.1 Исследование показателей качества в процессе хранения и установление сроков годности аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои

Для установления сроков годности аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои определяли с интервалом 30 ч сенсорные, физико-химические и микробиологические показатели качества и безопасности в процессе хранения на основании МУК 4.2.1847-04 [96] с коэффициентом резерва 1,5. Хранение осуществлялось при температуре $(4 \pm 2) ^\circ\text{C}$, а также при аггравированной температуре $(9 \pm 1) ^\circ\text{C}$ в течение 90 ч в незащищенной среде (в пластиковом контейнере с крышкой). Данные балльной оценки изменения сенсорных показателей в процессе хранения исследуемого образца приведены в таблице 25.

Таблица 25 – Изменение сенсорных показателей качества аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои в процессе хранения после тепловой обработки, балл

Дескриптор	Продолжительность хранения, ч			
	0	30	60	90
Внешний вид и вид на разрезе (max 0,75)	$0,60 \pm 0,05$	$0,55 \pm 0,05$	$0,45 \pm 0,05$	$0,40 \pm 0,05$
Цвет (max 0,50)	$0,50 \pm 0,1$	$0,50 \pm 0,1$	$0,50 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$
Вкус и запах (max 2,50)	$2,30 \pm 0,1$	$2,30 \pm 0,1$	$2,15 \pm 0,1$	$2,05 \pm 0,1$
Консистенция (max 1,25)	$1,25 \pm 0,1$	$1,15 \pm 0,05$	$1,05 \pm 0,05$	$0,95 \pm 0,05$
Общий балл	$4,65 \pm 0,1$	$4,50 \pm 0,1$	$4,15 \pm 0,1$	$3,90 \pm 0,1$

На протяжении всего срока годности микробиологические показатели безопасности должны соответствовать требованиям ТР ТС 021/2011 [134]. В таблице 26 представлены значения физико-химических и микробиологических показателей качества объекта исследования в процессе хранения.

Таблица 26 – Изменение физико-химических показателей качества и микробиологических показателей безопасности исследуемого полуфабриката в процессе хранения

Показатель	Продолжительность хранения, ч						
	фон	30		60		90	
		(4±2) °С	(9±1) °С	(4±2) °С	(9±1) °С	(4±2) °С	(9±1) °С
Физико-химические показатели							
Массовая доля влаги, %	62,88	62,88	62,30	62,50	61,70	62,00	61,60
Массовая доля жира, %	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,88
Активная кислотность, рН	6,20	6,20					
Микробиологические показатели							
КМАФАнМ, КОЕ/г	$3,8 \cdot 10^4$	$3,8 \cdot 10^4$	$3,8 \cdot 10^4$	$6,4 \cdot 10^3$	$4,0 \cdot 10^4$	$6,4 \cdot 10^3$	$4,2 \cdot 10^4$
Дрожжи, КОЕ/г	Менее $1,0 \cdot 10^1$	Менее $1,0 \cdot 10^1$					
Плесени, КОЕ/г	Менее $1,0 \cdot 10^1$	Менее $1,0 \cdot 10^1$					

Сенсорные показатели, в частности внешний вид и консистенция, больше всего были подвержены изменениям и снизились на 33 % и 24 % соответственно. Массовая доля влаги в конце хранения снизилась на 2 %, массовая доля жира – на 1 % в процессе хранения при аггравированной температуре. Активная кислотность (рН) находилась на одном уровне, значение составляло 6,2. Анализ проведенного исследования изменения микробиологических показателей позволяет установить, что при соблюдении требований и условий хранения срок годности аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои составляет 2,5 сут (60 ч) в незащищенной среде до и после вскрытия пластикового контейнера с крышкой. Продукт обладает высокой хранимостью, показатели качества на протяжении всего срока хранения с резервным запасом находятся на допустимом

уровне, поэтому можно считать, что разработанный аналог мясного полуфабриката из продуктов переработки сои обеспечит конкурентное преимущество для реализации в розничной сети.

4.2 Установление регламентируемых показателей качества аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои

Товароведную оценку качества спроектированного аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои проводили по комплексу показателей: органолептических, физико-химических и показателей безопасности, а также оценивали текстурный профиль. На основании проведенных исследований установлены регламентируемые показатели качества, представленные в таблице 27.

Таблица 27 – Органолептические показатели качества разработанного полуфабриката из продуктов переработки сои после тепловой обработки

Показатель качества	Описание и характеристика
Внешний вид и вид на разрезе	Форма округлая или фигурно-приплюснутая, четко выраженная, равномерно покрыта панировкой, без трещин на поверхности, без разорванных и ломаных краев, фарш хорошо перемешан, масса однородная
Цвет	Панировки – золотистый; на разрезе – серый с желтоватым оттенком
Консистенция	В доведенном до кулинарной готовности виде – сочная, некрошливая, мягкая
Вкус	Соленый, чуть сладковатый с недолгим послевкусием, идентичный жареному мясному изделию, со слабым привкусом и запахом лука и специй
Запах	Тон термообработки, аналогичный мясному, с преобладающим ароматом копченой паприки

Регламентируемые физико-химические показатели аналога мясного полуфабриката из соевого фарша «Котлеты соевые с тыквой» представлены в таблице 28.

Таблица 28 – Физико-химические показатели разработанного полуфабриката из продуктов переработки сои

Показатель качества	Значение показателя	
	до тепловой обработки	после тепловой обработки
Массовая доля белка, %	16,7 ± 0,1	12,71 ± 0,04
Массовая доля жира, %	1,9 ± 0,1	14,81 ± 0,04
Массовая доля влаги, %	62,88 ± 0,3	51,53 ± 0,05
Клетчатка, %	7,35 ± 0,07	
Активная кислотность, ед. рН	6,2 ± 0,1	
Температура полуфабриката, °С	4 ± 2	73 ± 1
Посторонние и металлопримеси	Не допускаются	

Данные по содержанию аминокислот в разработанном полуфабрикате после тепловой обработки представлены в таблице 29.

Таблица 29 – Содержание аминокислот в аналоге мясного полуфабриката из продуктов переработки сои после тепловой обработки

Аминокислота	Значение, мг/100 г
Аспарагиновая	1 574,5 ± 8,3
Глутаминовая	2 350,8 ± 43,8
Серин	562,7 ± 20,6
Гистидин	246,1 ± 12,2
Глицин	467,6 ± 6,4
Треонин	781,5 ± 29,2
Аргинин	804,7 ± 31,3
Аланин	487,3 ± 22,2
Тирозин	428,8 ± 35,2
Цистин	53,7 ± 5,0
Валин	490,3 ± 18,0
Метионин	119,9 ± 13,0
Фенилаланин	631,3 ± 37,9
Изолейцин	480,5 ± 57,7

Продолжение таблицы 29

Аминокислота	Значение, мг/100 г
Лейцин	768,9 ± 125,2
Лизин	629,4 ± 95,6
Пролин	970,7 ± 203,6
<i>Итого</i>	<i>11848,7</i>

В таблице 30 представлены регламентируемые микробиологические показатели аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои.

Таблица 30 – Микробиологическая безопасность разработанного полуфабриката из продуктов переработки сои

Показатель		Допустимый уровень (требования по ТР ТС 021/2011)	Значение показателя
Объем продукта (см ³), в котором не допускаются	БГКП (колиформы)	0,1	Не обнаружено в 0,1
	Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы	25	Не обнаружено в 25
	<i>S. aureus</i>	1,0	Не обнаружено в 1,0
	<i>B. cereus</i>	0,1	Не обнаружено в 0,1
Дрожжи, КОЕ/г, не более		50	Менее 1,0·10 ¹
Плесени, КОЕ/г, не более		10	Менее 1,0·10 ¹
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более		5·10 ⁴	3,8·10 ⁴

Гигиенические показатели безопасности разработанной продукции должны отвечать требованиям ТР ТС 021/2011 [134] (таблица 31).

Текстурный профиль нового аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои представлен в таблице 32.

Таблица 31 – Гигиенические показатели безопасности аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои

Показатель		Допустимый уровень по ТР ТС 021/2011
Токсичные элементы	Свинец	0,2 мг/кг
	Мышьяк	0,1 мг/кг
	Кадмий	0,2 мг/кг
	Ртуть	0,03 мг/кг
Пестициды	ГХЦГ (α , β , γ -изомеры)	0,1 мг/кг
	ДДТ и его метаболиты	0,01 мг/кг
	Ртутьорганические пестициды	Не допускаются
Радионуклиды	Цезий-137	60 Бк/кг
	Стронций-90	11 бк/кг
Микотоксины	Афлатоксин В ₁	0,005
	Олигосахара	Не более 2 %
	Ингибитор трипсина	Не более 0,5 %

Таблица 32 – Текстурный профиль разработанного полуфабриката из продуктов переработки сои

Показатель	Значение
Твердость текстуры, Па	501,70 ± 5,0
Упругость, %	50,26 ± 0,5
Когезия, Па	49,28 ± 0,5
Устойчивость, %	49,00 ± 0,5
Пережевываемость, g	124,26 ± 1,0
Липкость, Па	247,50 ± 1,0
Предельное напряжение сдвига, Па	136,80 ± 1,0
Общая деформация ($h_{\text{общ}}$), мм	1,696 ± 0,01
Упругая деформация ($h_{\text{упр}}$), мм	0,673 ± 0,01
Пластическая деформация ($h_{\text{пл}}$), мм	1,023 ± 0,01
Эластичность ($h_{\text{упр}}/h_{\text{общ}}$)	0,371

В ходе выполнения диссертационного исследования в соответствии с ГОСТ 31987-2012 [29] была разработана и утверждена технологическая документация:

- технические условия ТУ 10.89.19-001-02069214-2021 «Аналог мясного полуфабриката из соевых продуктов охлажденный формованный»;
- технологическая инструкция по производству аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои охлажденного формованного ТИ ТУ 10.89.19-001-02069214;
- технико-технологическая карта № 143/21 «Котлеты соевые с овсяными хлопьями и тыквой».

4.3 Разработка модели управления качеством аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои

С применением методов экспертной квалиметрии, методологии построения причинно-следственной диаграммы Исикавы и метода «5М и Е» были проанализированы и систематизированы факторы, влияющие на качество и безопасность аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои на всех этапах технологического процесса, на основании чего была построена причинно-следственная диаграмма (рисунок 46).

В стандартах серии ИСО 22000 делается акцент на применении процессного подхода при внедрении системы управления качеством с использованием методологии на основе цикла Шухарта – Деминга (PDCA) и риск-ориентированного подхода.

Объектом управления качеством выступают все элементы, образующие жизненный цикл продукции (петлю качества) – «совокупность взаимосвязанных процессов последовательного изменения состояния продукции от обоснования ее разработки до окончания эксплуатации и последующей ликвидации» в соответствии с ГОСТ Р 15.000-2016 [36].



Рисунок 46 – Причинно-следственная диаграмма факторов, влияющих на качество аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои

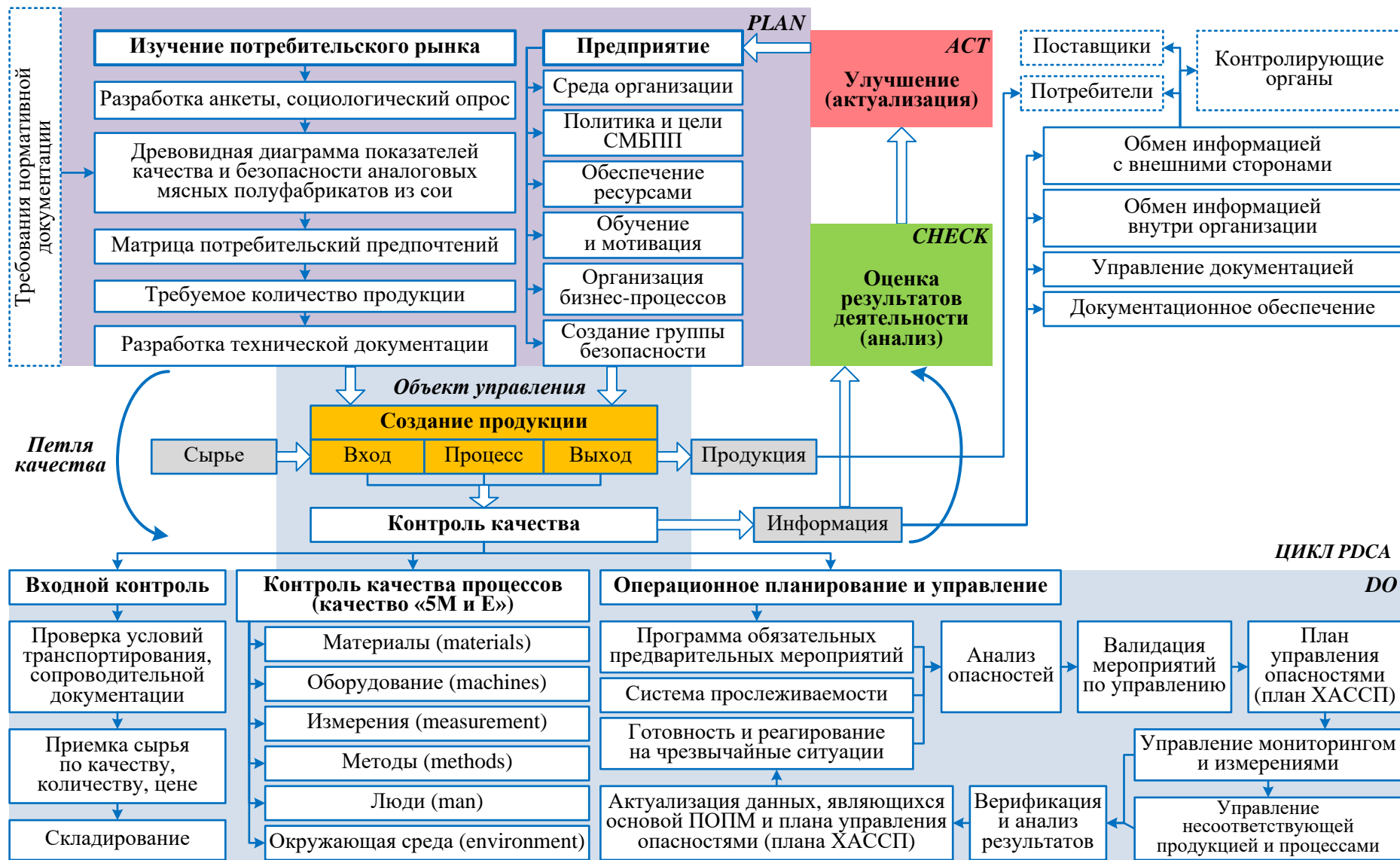


Рисунок 47 – Модель управления качеством аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои

В основу модели управления качеством (рисунок 47) легла система менеджмента безопасности, основанная на принципах ХАССП, что обусловлено требованием (гл. 3, ст. 10) ТР ТС 021/2011 [134] об обязательной разработке, внедрении и поддержании в рабочем состоянии процедур, основанных на принципах ХАССП, по ГОСТ Р ИСО 22000-2019 [43].

По результатам проведенного анализа установлено, что качество разрабатываемой продукции обусловлено свойствами и составом исходного сырья, соблюдением режимов технологических операций, санитарно-гигиеническими условиями производства, транспортировки и хранения. Полученные результаты вошли в основу разработки мероприятий по управлению рисками для их устранения и (или) минимизации.

4.4 Управление рисками при производстве аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои

4.4.1 Идентификация, анализ и оценка опасностей

Исходными данными для проведения идентификации и анализа рисков при производстве аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои является описание в виде спецификации сырья, готового продукта (таблица 33).

Далее для сбора исходной информации составлялись блок-схемы технологического процесса производства аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои: входной контроль сырья (рисунок 48), подготовка сырья и производство аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои с хлопьями овсяными и пюре из тыквы (рисунок 49). Для определения опасностей использовались данные из спецификаций сырья и готовой продукции; о технологическом процессе – из блок-схем, а также нормативная документация.

Таблица 33 – Спецификация аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои

Наименование продукции, идентификационное название	Аналог мясного полуфабриката из продуктов переработки сои, охлажденный формованный «Котлеты соевые с овсяными хлопьями и тыквой», ТУ 10.89.19-001-02069214-2021
Состав	Вода, фарш соевый текстурированный, изолят соевого белка, хлопья овсяные, лук репчатый свежий, тыква, отруби овсяные хрустящие (отруби овсяные, мука овсяная, соль), соль поваренная пищевая, специи (паприка копченая молотая, чеснок, черный перец молотый)
Предусмотренный срок годности	С момента окончания технологического процесса в незащищенной среде (пластиковый контейнер с крышкой) – 60 ч, в защитной среде при температуре хранения (4 ± 2)°C
Информация о реализуемой продукции	Использовать для приготовления вторых блюд
Предусмотренное применение	Подходит для массового потребления, а также для диетического питания
Рекомендации по приготовлению	При тепловой обработке довести до кулинарной готовности – обжаривать с двух сторон до появления румяной корочки
Требования к качеству	Внешний вид: форма округлая или фигурно-приплюснутая, четко выраженная, без трещин на поверхности, равномерно покрыта панировкой, без разорванных и ломаных краев. Вид на срезе: фарш хорошо перемешан; масса однородная. Консистенция: в доведенном до кулинарной готовности виде – сочная, некрошливая, мягкая. Цвет, запах, вкус: свойственные данному наименованию полуфабриката с учетом используемых рецептурных компонентов, без постороннего привкуса и запаха
Группа уязвимых потребителей	Аллерген – соя
Упаковка	Отформованные пакеты из газонепроницаемой, термоусадочной и комбинированных пленочных материалов, лотки из полимерных или комбинированных материалов под запайку.
Показатели безопасности	ГХЦГ (α , β , γ -изомеры) – 0,1 мг/кг; ДДТ и его метаболиты – 0,01 мг/кг; ртутьорганические пестициды – не допускаются; афлатоксин В ₁ – 0,005; олигосахара, не более – 2 %; ингибитор трипсина, не более – 0,5 %; свинец – 0,2 мг/кг; мышьяк – 0,1 мг/кг; кадмий – 0,2 мг/кг; ртуть – 0,03 мг/кг; цезий-137 – 60 Бк/кг; стронций-90 – 11 Бк/кг
Микробиологические показатели	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более – $5 \cdot 10^4$; БГКП (колиформы) – 0,1; патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы – 25; <i>S. aureus</i> – 1,0; <i>B. cereus</i> – 0,1; плесени, КОЕ/г, не более – 10; дрожжи, КОЕ/г, не более – 50



Рисунок 48 – Блок-схема 1 «Входной контроль сырья»



Рисунок 49 – Блок-схема 2 «Производство аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои»

По каждому потенциально опасному фактору проводился анализ риска в соответствии с ГОСТ Р ИСО 22000-2019 [43]. Анализ опасностей и определение критических контрольных точек проводились по алгоритму, представленному в ГОСТ Р 51705.1-2001 [38], и с помощью метода «Дерева принятия решений». Основная задача – пересмотр и использование собранной информации в определении ККТ.

При входном контроле сырья необходимо осуществлять строгий контроль ГМО в соевом фарше. В процессе складского хранения на качество и безопасность сырья влияют температура и влажность воздуха, продолжительность хранения. В процессе производства разработанного полуфабриката на равномерность распределения ингредиентов и структурно-механические свойства оказывает влияние подготовка соевого фарша и дозирование вносимых ингредиентов. Также необходимо соблюдать последовательность технологических операций и поточность во избежание перекрестного загрязнения и микробной контаминации.

Далее устанавливались критические пределы значений для каждой ККТ, нахождение в которых свидетельствует о соблюдении установленного уровня безопасности. Задача – поиск и анализ информации о критических контрольных пределах, а также их последующее обоснование, подтверждение и установление технологических ограничений.

Следующим этапом является разработка системы мониторинга, позволяющая удостовериться, что ККТ находятся в управляемом состоянии. Для этого определялось место контроля, метод, периодичность, регистрация данных в ККТ и рабочие инструкции. Для исправления отклонений в случае их возникновения в ККТ создавалась система корректирующих действий. Задачи данного этапа заключаются в выявлении возможных причин отклонений, определении характера корректирующих мероприятий и их документировании. После этого устанавливались процедуры проверки и контроля (верификации).

Идентификация, анализ опасных факторов и определение степени риска представлены в таблице 34.

Таблица 34 – Анализ опасных факторов и определение степени риска

Источник опасности	Опасность	Оценка опасности				ККТ/КТ
		Вероятность проявления	Тяжесть последствий	Риск по диаграмме	Статус риска	
1. Поступающее сырье	1.1. Биологическая: возникновение плесени и развитие микроорганизмов при несоблюдении температурного режима и санитарных условий при транспортировке	1	3	ОДР	У	КТ
	1.2.1. Химическая: превышение уровней пестицидов, удобрений, тяжелых металлов, радионуклидов, диоксидов, нитритов, нитратов и т. д.	1	2	ОДР	НУ	КТ
	1.2.2. Химическая: наличие ГМО в сое	4	1	ОНР	К	ККТ-1
	1.3. Физическая: отсутствие, загрязнение и нарушение целостности внешней упаковки, отсутствие маркировки, нарушение сроков годности	2	1	ОДР	У	КТ
2. Хранение сырья	2.1.1. Биологическая: возникновение плесени и развитие микроорганизмов при несоблюдении условий хранения: нарушение температурного режима	2	2	ОНР	У	КТ
	2.1.2. Биологическая: нарушение товарного соседства	2	1	ОДР	У	КТ
	2.1.3. Биологическая: неудовлетворительное санитарное состояние холодильных камер и складских помещений	2	2	ОДР	У	КТ
3. Производство и хранение полуфабрикатов	3.1. Физическая: попадание посторонних предметов; примесей, в том числе металломагнитных	3	2	ОНР	К	ККТ-2
	3.2.1. Биологическая: обсеменение сырья и полуфабрикатов в ходе технологического процесса	2	4	ОНР	К	
	3.2.2. Биологическая: загрязнения в производственном цехе, загрязнения оборудования и инвентаря	2	1	ОДР	У	КТ
	3.2.3. Биологическая: нарушение температурного режима и сроков хранения при охлаждении и последующем хранении полуфабрикатов	1	2	ОДР	У	КТ

Продолжение таблицы 34

Источник опасности	Опасность	Оценка опасности				ККТ/КТ
		Вероятность проявления	Тяжесть последствий	Риск по диаграмме	Статус риска	
4. Вода	4.1. Биологическая и 4.2. Химическая : загрязнение продукции при контакте с водой, несоответствующей требованиям по гигиеническим показателям	1	2	ОДР	НУ	КТ
5. Персонал	5.1. Биологическая : вирусы/микробы по причине несоблюдения личной гигиены и несвоевременного прохождения медицинских осмотров	1	2	ОДР	У	КТ
	5.2. Физическая : попадание посторонних предметов, находящихся на теле (серьги, украшения), в карманах; отходы жизнедеятельности человека (волосы, ногти); загрязнения от спецодежды (пуговицы, нитки, кусочки ткани)	1	2	ОНР	У	КТ
6. Воздух	6.1. Биологическая : может быть источником микробного загрязнения, плесеней, дрожжей	1	2	ОДР	НУ	КТ
7. Дезинфицирующие средства	7.1. Химическая : попадание моющих и дезинфицирующих средств на сырье и продукты	1	2	ОДР	У	КТ
	7.2. Химическая : превышение пестицидов, активного хлора, ПАВ	1	2	ОДР	НУ	КТ
8. Инфраструктура и производственная среда	8.1. Биологическая : попадание грызунов, насекомых, птиц и отходов их жизнедеятельности. Остаточные количества средств для обработки помещений от грызунов и насекомых	2	2	ОДР	У	КТ
	8.2. Физическая : попадание посторонних предметов: строительные материалы, краска, элементы технического оснащения	1	2	ОДР	НУ	КТ
9. Оборудование	9.1. Физическая : попадание посторонних предметов технологического оснащения (мелкие части оборудования: гайки, болты и т. д.), продукты износа машин и оборудования	1	2	ОДР	НУ	КТ

В качестве источников опасности были проанализированы: входящее сырье и его хранение на складе, инфраструктура и производственная среда, оборудование и инвентарь, персонал, вода, воздух, технологический процесс производства полуфабрикатов, включая упаковку и хранение. Анализ рисков с учетом возникновения фактора и значимости его последствий проводился по каждому потенциально опасному фактору, также был составлен перечень факторов, у которых риск превышает допустимый уровень.

4.4.2 Разработка мероприятий по управлению рисками с использованием цифровых технологий

В таблице 35 представлен разработанный план управления опасностями (план ХАССП) при производстве аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои с применением цифровых технологий.

Для каждой ККТ определены опасные факторы, контролируемые параметры и их предельные значения (критические пределы), процедуры мониторинга, корректирующие действия, которые необходимо предпринимать в случае нарушения предельных значений, а также документ, в котором фиксируют результаты контроля.

Таким образом, в качестве основных условий и технологических приемов, рекомендуемых для обеспечения высокого качества и безопасности при производстве аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои, следует выделить следующие требования:

- обеспечение строгого входного контроля показателей качества поступающего сырья (в частности, контроль ГМО в соевом фарше);
- повышение требований к санитарному состоянию производственных помещений, инвентаря и оборудования;
- соблюдение температурно-влажностных режимов в производственных и складских помещениях;

Таблица 35 – План управления опасностями (план ХАССП) при производстве аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои с применением цифровых технологий

Принцип 1	Принцип 2	Принцип 3	Принцип 4			Принцип 5	Принцип 6	Принцип 7
Опасность и меры управления	ККТ/КТ	Допустимые пределы	Мониторинг			Коррекция и корректирующие действия	Верификация	Записи
			Что	Как	Когда			
1. Поступающее сырье								
1.1. Биологическая: проверка санитарного состояния кузова транспорта и температурного режима перевозки	КТ	Доп.	Санитарное состояние кузова и температурный режим	Визуальный осмотр; контроль температуры (например, с использованием инфракрасного термометра)	При приемке (входной контроль)	В случае выявленных нарушений условий при транспортировке – проверка качества продукции, при неудовлетворительном результате – возврат поставщику с составлением акта	Копия договора на дезинфекцию транспорта; наличие личной медицинской книжки у сопровождающих лиц; контроль температуры в толще продуктов (проникающий термометр)	Журнал входного контроля
1.2.1 и 1.2.2. Химическая: наличие товаросопроводительные документации и сведений об оценке (подтверждении) соответствия: свидетельство о государственной регистрации / декларация о соответствии	КТ	Не доп.	Показатели безопасности	Проверка товаросопроводительной документации		Предприятие утверждает для поставщиков требования к сырью; аудит поставщиков	Отбор проб сырья и лабораторные исследования согласно ППОПМ	
	ККТ-1	≤ 0,9 %	ГМО в сое	Тест-полоски для выявления ГМО/генетический анализатор		При обнаружении ГМО – возврат поставщику с составлением акта		

Продолжение таблицы 35

Принцип 1	Принцип 2	Принцип 3	Принцип 4			Принцип 5	Принцип 6	Принцип 7
Опасность и меры управления	ККТ/КТ	Допустимые пределы	Мониторинг			Коррекция и корректирующие действия	Верификация	Записи
			Что	Как	Когда			
1.3. Физическая: осмотр внешней упаковки на целостность и отсутствие загрязнений, наличие маркировочных ярлыков, соответствие информации на маркировочных ярлыках представленным сопроводительным документам, проверка сроков годности	КТ	Доп.	Транспортная упаковка, маркировка, сроки годности	Визуальный осмотр	При приемке	При нарушении целостности упаковки – отметка в транспортной накладной,	Чек-лист входного контроля сырья	
	КТ	Доп.	Транспортная упаковка, маркировка, сроки годности	Визуальный осмотр		Фотографирование явных повреждений, возврат поставщику с составлением акта	Чек-лист входного контроля сырья	Журнал входного контроля
2. Хранение сырья								
2.1.1. Биологическая: хранение поступающего сырья в соответствии с необходимым температурным режимом и сроками хранения	КТ	$t \leq (23 \pm 2) \text{ } ^\circ\text{C}$ $\phi \leq 75 \%$	Температура и влажность на складе	Визуальный контроль показателей на гигрометре/Wi-Fi-логгер данных со встроенным сенсором температуры и влажности	В начале и конце смены	Переместить сырье в другое помещение/склад; ремонт кондиционирующей установки помещения/склада	1 раз в год – внутренний аудит; отбор проб сырья и лабораторные исследования согласно ППОПМ	Журнал учета температуры и влажности в складских помещениях; журнал учета температурного режима холодильного

Продолжение таблицы 35

Принцип 1	Принцип 2	Принцип 3	Принцип 4			Принцип 5	Принцип 6	Принцип 7
Опасность и меры управления	ККТ/КТ	Допустимые пределы	Мониторинг			Коррекция и корректирующие действия	Верификация	Записи
			Что	Как	Когда			
2.1.2. Биологическая: хранение поступающего сырья с соблюдением товарного соседства	КТ	Не доп.	Условия хранения (товарное соседство)	Визуальный осмотр	Ежедневно	Обеспечить раздельное хранение, проверить качество сырья и продукции, при необходимости – утилизировать	Чек-лист проверки условий хранения сырья	оборудования; журнал техосмотра оборудования
2.1.3. Биологическая: систематическая мойка и дезинфекция холодильных камер и складских помещений	КТ	Недопустимые	Санитарное состояние	Чек-лист проверки санитарного состояния; визуальный осмотр		Переместить сырье в другое помещение/склад; провести санитарную обработку	ППОПМ (процедура проведения генеральных и санитарных уборок)	Журнал генеральных и санитарных уборок
3. Производство полуфабрикатов								
3.1. Физическая: своевременная утилизация посторонних предметов; соблюдение технологических процессов	ККТ-2	Не доп.	Посторонние предметы и примеси	Визуальный осмотр; магнитный металлоувитель (сепаратор)	В процессе производства	При обнаружении посторонних предметов продукцию утилизировать	Договор на вывоз ТБО; бракераж готовой продукции; технологические и технико-технологические карты	Журнал учета металломагнитной примеси в сырье; бракеражный журнал

Продолжение таблицы 35

Принцип 1	Принцип 2	Принцип 3	Принцип 4			Принцип 5	Принцип 6	Принцип 7
Опасность и меры управления	ККТ/КТ	Допустимые пределы	Мониторинг			Коррекция и корректирующие действия	Верификация	Записи
			Что	Как	Когда			
3.2.1. Биологическая: Обеспечение маркировки (аллергены) инвентаря, использование по назначению	ККТ-2	Не доп.	Перекрестное загрязнение	Маркировка (аллергены) инвентаря; точность технологического процесса; цветовое кодирование	В процессе производства	Мойка оборудования, инвентаря и рабочего места; соблюдение личной гигиены; бактерицидные установки	Процедура (инструкция) по работе с аллергенами; инструкции по мойке/дезинфекции оборудования, инвентаря	Журнал генеральных и санитарных уборок; бракеражный журнал
3.2.2. Биологическая: Мойка и дезинфекция оборудования и инвентаря после каждой технологической операции; ежедневная уборка в производственном помещении с использованием дезинфицирующих средств; ежемесячная генеральная уборка помещений	КТ	Доп.	Качество уборки (чистота)	Чек-лист проверки санитарного состояния; АТФ-тесты поверхностей/люминометр	Ежедневно	В случае некачественной уборки – провести дополнительную санитарную обработку	Инструкции по мойке/дезинфекции оборудования, инвентаря; график проведения генеральных уборок	Журнал генеральных и санитарных уборок

Продолжение таблицы 35

Принцип 1	Принцип 2	Принцип 3	Принцип 4			Принцип 5	Принцип 6	Принцип 7
Опасность и меры управления	ККТ/КТ	Допустимые пределы	Мониторинг			Коррекция и корректирующие действия	Верификация	Записи
			Что	Как	Когда			
3.2.3. Биологическая: охлаждение и хранение полуфабрикатов в соответствии с необходимым температурным режимом, маркировка полуфабрикатов с указанием даты и времени изготовления	КТ	Не доп.	Температура и влажность; маркировка	Wi-Fi-логгер данных со встроенным сенсором температуры и влажности; этикетор (принтер этикеток/этикет-пистолет)	Ежедневно	Переместить продукцию в другое помещение/склад; ремонт кондиционирующей установки помещения/склада	Чек-лист проверки условий и сроков хранения готовой продукции; отбор проб сырья и лабораторные исследования согласно ППОПМ	Журнал учета температуры и влажности в складских помещениях; журнал учета температурного режима холодильного оборудования
4. Вода								
4.1. Биологическая и 4.2. Химическая: проведение лабораторных исследований безопасности воды	КТ	Значения показателей по СанПиН 2.1.4.1074	Качество воды	АТФ-тесты воды/люминометр	Согласно ППОПМ	В случае несоответствия воды гигиеническим требованиям – приостановление производства; выявление и устранение причины	Отбор проб воды и лабораторные исследования согласно ППОПМ	Договор на исследование проб воды

Продолжение таблицы 35

Принцип 1	Принцип 2	Принцип 3	Принцип 4			Принцип 5	Принцип 6	Принцип 7
Опасность и меры управления	ККТ/КТ	Допустимые пределы	Мониторинг			Коррекция и корректирующие действия	Верификация	Записи
			Что	Как	Когда			
5. Персонал								
5.1. Биологическая: ежедневный осмотр персонала на предмет соблюдения личной гигиены, на наличие гнойничковых заболеваний кожи рук и открытых поверхностей тела, признаков инфекционных заболеваний, контроль своевременного прохождения медицинских осмотров	КТ	Доп.	Состояние здоровья персонала	Визуальный осмотр	Ежедневно	Инструкции по личной гигиене; автоматические дозаторы (диспенсеры) для жидкого мыла и дезинфицирующих средств; электросушилки для рук	График обучения; график прохождения медицинских осмотров; договор на проведение медицинских обследований сотрудников с лечебным учреждением	Гигиенический журнал, медицинская книжка
5.2. Физическая: ежедневный осмотр персонала на предмет соблюдения личной гигиены	КТ	Не доп.	Посторонние предметы	Визуальный осмотр	Ежедневно	Маркировка партии продукции, в случае обнаружения посторонних предметов – утилизация; цветные перчатки, фартуки – для идентификации	График обучения; инструкция по предотвращению данного загрязнения	Должностные инструкции сотрудников; бракеражный журнал

Продолжение таблицы 35

Принцип 1	Принцип 2	Принцип 3	Принцип 4			Принцип 5	Принцип 6	Принцип 7
Опасность и меры управления	ККТ/КТ	Допустимые пределы	Мониторинг			Коррекция и корректирующие действия	Верификация	Записи
			Что	Как	Когда			
6. Воздух								
6.1. Биологическая: проверка и поддержание приточно-вытяжной вентиляционной системы в исправном состоянии	КТ	Скорость движения воздуха $\leq 0,2$ м/с	Воздухообмен	Измерения фактических параметров микроклимата	Согласно ППОПМ	Обеспечение воздухо-теплового баланса помещений; ультрафиолетовые бактерицидные облучатели закрытого типа (рециркуляторы)	Договор на сервисное обслуживание; инструкция по использованию бактерицидной установки; акты проверки эффективности работ систем вентиляции и кондиционирования	Журнал контроля работы бактерицидной установки; журнал проведения сервисного обслуживания оборудования
7. Моющие и дезинфицирующие средства								
7.1. Химическая: обучение (инструктаж) проведения санитарной обработки помещений, оборудования, инвентаря; соблюдение технологии санитарной обработки помещений, оборудования, инвентаря	КТ	Не доп.	Концентрация моющего/дезинфицирующего средства в рабочем растворе	Тест полоски	После санобработки, приготовления раствора	Маркировка и хранение в специально отведенных местах; стационарная система дозирования/дозатор для дозирования моющих средств в ведро/бутылку	Инструкция по использованию моющих и дезинфицирующих средств и проведению санитарной обработки; внутренний аудит в соответствии с ППОПМ	Журнал учета средств дезинфекции; журнал генеральной и санитарной уборки

Продолжение таблицы 35

Принцип 1	Принцип 2	Принцип 3	Принцип 4			Принцип 5	Принцип 6	Принцип 7
Опасность и меры управления	ККТ/КТ	Допустимые пределы	Мониторинг			Коррекция и корректирующие действия	Верификация	Записи
			Что	Как	Когда			
7.2. Химическая: входной контроль поступающих моющих и дезинфицирующих средств: проверка товаросопроводительной документации (гигиен. заключение, сертификат качества, свидетельство о гос. регистрации и инструкция по применению)	КТ	Доп.	Показатели безопасности	Проверка сведений об оценке соответствия: свидетельство о государственной регистрации/ декларация о соответствии	При входном контроле	Тест-полоски; работа с проверенными поставщиками и средствами	Лабораторные исследования согласно ППОПМ	Журнал входного контроля

Продолжение таблицы 35

Принцип 1	Принцип 2	Принцип 3	Принцип 4			Принцип 5	Принцип 6	Принцип 7
Опасность и меры управления	ККТ/КТ	Допустимые пределы	Мониторинг			Коррекция и корректирующие действия	Верификация	Записи
			Что	Как	Когда			
8. Инфраструктура и производственная среда								
8.1. Биологическая: проведение плановых мероприятий: установка средств контроля вредителей – точек пест-контроля: следовые и клеевые площадки, инсектицидные механические ловушки, нетоксичные приманки в виде блоков внутри контрольно-истребительных контейнеров, сигнальные ленты на входных отверстиях этих устройств	КТ	Не доп.	Точки пест-контроля (план размещения ловушек)	Чек-лист пест-контроля; проведение выборочных обработок по показаниям; анализ данных с точек пест-контроля; инспекционные проверки в зонах повышенного риска	Согласно программе пест-контроля	Установка доп. средств контроля: применение нетоксичных ловушек для грызунов и членистоногих внутри помещений, с приманками – на прилегающей территории; замена средств мониторинга и истребления; выемка отловленных вредителей; мойка и дезинфицирующие средства мониторинга и истребления	Договор на проведение мероприятий по дезинфекции, дезинсекции и дератизации; процедура (инструкция) по борьбе с летающими насекомыми, птицами, грызунами	Журнал проведения мероприятий по дезинсекции, дератизации; программа пест-контроля

Продолжение таблицы 35

Принцип 1	Принцип 2	Принцип 3	Принцип 4			Принцип 5	Принцип 6	Принцип 7
Опасность и меры управления	ККТ/КТ	Допустимые пределы	Мониторинг			Коррекция и корректирующие действия	Верификация	Записи
			Что	Как	Когда			
8.2. Физическая: регулярные осмотры санитарно-технического состояния помещений, плановые ремонты, наличие сертификатов на отделочные материалы	КТ	Доп.	Санитарно-техническое состояние помещений	Визуальный осмотр	Согласно ППОПМ	Инструкция по предотвращению данного загрязнения	Договор на обслуживание и ремонт помещений; инструкция по обработке помещений и график проведения генеральных уборок	Журнал санитарно-технического состояния помещений
9. Оборудование								
9.1. Физическая: осмотр оборудования в начале и по окончании технологического процесса, своевременное прохождение сервиса	КТ	Доп.	Оборудование	Визуальный осмотр	В начале и по окончании технологического процесса	В случае обнаружения попадания постороннего предмета в продукт – продукт утилизировать, провести ремонт или замену вышедшего из строя оборудования, также на время ремонта убрать из меню	Договор на сервисное обслуживание оборудования; инструкция по эксплуатации оборудования и техника безопасности	Журнал проведения сервисного обслуживания оборудования

- соблюдение технологического процесса производства аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои;
- поддержание заданных температурных режимов (от 0 °С до 4 °С) при хранении, транспортировке и реализации полуфабрикатов;
- обучение персонала, контроль за соблюдением личной гигиены, закрепление ответственности за каждый процесс производства.

Заключение

На основе анализа научно-технической литературы, теоретических и экспериментальных исследований спроектирована рецептура аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои с заданными потребительскими свойствами.

Итоги проведенного исследования представлены в следующих выводах:

– изучен рынок аналогов мясных полуфабрикатов из альтернативных источников белка и установлено, что аналоги мясных котлет на российском рынке растительных полуфабрикатов представлены 24 производителями, из которых 29 % являются зарубежными. В продаже присутствуют как сухие котлетные смеси, так и готовые сформованные котлеты. Средняя цена соевых котлет отечественных производителей составляет 70 р. за 100 г, а зарубежной продукции – 232 р. за 100 г. В качестве источника белка в аналогах мясных полуфабрикатов выступает соя (21,5 %), соя и пшеница – 18,5 %, горох (12,3 %), соя с горохом и рисом или пшеницей – 9,3 %;

– определен целевой портрет потребителя аналога мясной продукции путем проведения опроса: респонденты 26–45 лет (57,7 %), по роду деятельности относящиеся к категории «специалисты» (49 %). Наиболее предпочтительным видом полуфабрикатов являются котлеты (48,2 %). Установлено, что аналоги мясных полуфабрикатов употребляют несколько раз в неделю (24 %) или несколько раз в месяц (38,6 %). Основная причина употребления аналогов мяса – вегетарианство/веганство (76,4 %). Положительно относятся к полуфабрикатам из сои 71 % потребителей, нейтрально – 16,2 %. Сформирована номенклатура показателей качества и безопасности, разработана матрица потребительских предпочтений. В установлении требований к ожидаемому качеству данной продукции главную роль играют следующие показатели: полезность (20 %), полностью растительные ингредиенты (18 %) и цена (17 %);

– разработана рецептура аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои с заданными потребительскими свойствами при помощи симплекс-метода, метода квалитетического прогнозирования, дескрипторно-профильного метода сенсорного анализа, удовлетворяющая ожидания потребителей;

– изучена возможность применения овсяных хлопьев и пюре из тыквы в рецептуре полуфабрикатов из продуктов переработки сои. Построены двухфакторные модели, показывающие поверхность отклика изменения реологических параметров и свидетельствующие о влиянии дозы внесения овсяных хлопьев и пюре из тыквы на структурно-механические показатели полуфабриката из продуктов переработки сои. На основе анализа кинетики определена точка перегиба и установлено оптимальное количество внесения добавок – по 10 % от массы продукта. Построен текстурный профиль спроектированного полуфабриката: твердость текстуры – $(501,70 \pm 5,0)$ Па; упругость – $(50,26 \pm 0,5)$ %; когезия – $(49,28 \pm 0,5)$ Па; устойчивость – $(49,00 \pm 0,5)$ %; пережевываемость – $(124,26 \pm 1,0)$ г; липкость – $(247,50 \pm 1,0)$ Па; предельное напряжение сдвига – $(136,80 \pm 1,0)$ Па;

– научно обоснован выбор технологических режимов производства разработанной продукции; изучено влияние дополнительного измельчения соевого фарша на реологические показатели: увеличивается пластическая деформация ($h_{пл}$) на 31 % до 1,023 мм, общая деформация ($h_{общ}$) повышается на 0,136 мм (1,696 мм), упругая деформация ($h_{упр}$) составляет 0,673, значение эластичности ($h_{упр}/h_{общ}$) равно 0,371. Доказано, что данная технологическая операция позволяет повысить структурно-механические свойства продукции, а также снизить производственный брак в процессе формования полуфабриката;

– выполнена сенсорная оценка качества смоделированных образцов аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои, проведен системный анализ пищевой и биологической ценности и установлены частные индексы сбалансированности подструктурных элементов продукта: ИСРС (U_p) = 0,049; ИСЭЦ (U_s) = 0,044; ИСВС (U_v) = 0,052; ИСМС (U_m) = 0,267; ИСАС (U_a) = 0,42. Значение коэффициента утилитарности аминокислотного состава (КУАС) составляет 0,871, а показателя сопоставимой избыточности (ПСИ) – 5,04 %. Обобщенный критерий

Харрингтона составляет 0,105 и идентичен контролю (0,101). Биологическая ценность спроектированного полуфабриката – 19,4 %. Проведена комплексная оценка качества разрабатываемого продукта, значение комплексного показателя качества (К) составляет 85,15 %;

– проведена товароведная оценка и установлены регламентируемые показатели качества аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои, соответствующего по показателям качества и безопасности нормативным требованиям. Разработанная продукция максимально приближена к контролю (мясному полуфабрикату) с массовой долей, %: белка – $(16,7 \pm 0,1)$, жира – $(1,9 \pm 0,1)$, сухих веществ – $(37,12 \pm 0,3)$, клетчатки – $(7,35 \pm 0,07)$, активная кислотность – $(6,2 \pm 0,1)$ ед. рН. Установлен срок годности – 60 ч в незащищенной среде до и после вскрытия упаковки (пластиковый контейнер с крышкой). Подготовлен и утвержден пакет нормативно-технической документации на аналог мясного полуфабриката из продуктов переработки сои. Реализована апробация в производственных условиях на базе предприятий «ЖизньМарт» (г. Екатеринбург) и «ФИТМЭНШЕФ» (г. Оренбург);

– установлены основные факторы, формирующие качество и безопасность, построена модель управления качеством аналогов мясных полуфабрикатов, в основу которой легли методы экспертной квалиметрии, метод «5Е и М» и принципы ХАССП, применяемая в ООО «Центр «Дегустатор» (г. Екатеринбург). Проведены идентификация, анализ и оценка опасных факторов и установлены критические контрольные точки: поступающее сырье (химическая опасность: наличие ГМО в сое) – ККТ-1; производство аналога мясного полуфабриката (физическая опасность: попадание посторонних предметов и посторонних примесей, в том числе металломагнитных, и биологическая опасность: микробная контаминация сырья и полуфабрикатов в ходе технологического процесса) – ККТ-2. Разработан план мероприятий по управлению опасностями при производстве аналогов мясных полуфабрикатов из продуктов переработки сои с использованием цифровых технологий.

Список литературы

1. Аврамова, Э. Э. Анализ нетрадиционных форм питания / Э. Э. Аврамова // Проблемы и перспективы развития современной науки : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Кишинев, 20 декабря 2019 г.). – Кишинев : Мир науки, 2019. – С. 13–17.
2. Агафонов, И. В. Обоснование биотехнологических подходов к созданию и использованию биокomпозитов на основе растительного и животного сырья / И. В. Агафонов, О. К. Мотовилов, Е. С. Стаценко. – DOI 10.14529/food210206 // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2021. – Т. 9, № 2. – С. 57–64.
3. Алешков, А. В. Инновации в пищевой индустрии: системное обобщение / А. В. Алешков, Т. К. Каленик, Е. В. Моткина. – DOI 10.17217/2079-0333-2016-36-28-38 // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2016. – № 36. – С. 28–38.
4. Алешков, А. В. Пищевая промышленность – индустрия инноваций : монография / А. В. Алешков. – Хабаровск : РИЦ ХГУЭП, 2016. – 188 с. – ISBN 978-5-7823-0664-9.
5. Анализ рынка мяса растительного в России / Discovery Research Group. – Москва, 2021. – 122 с.
6. Ангелюк, В. П. Разработка показателей условной когезии фаршевых систем / В. П. Ангелюк, П. С. Попов, К. А. Дусмагулов // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. – 2013. – № 4. – С. 54–56.
7. Аникеева, Н. В. Мониторинг цифровых систем в пищевой промышленности на материалах Волгоградской области / Н. В. Аникеева // Пищевая индустрия. – 2018. – № 4 (38). – С. 59–65.
8. Антипова, Л. В. Текстураты растительных белков для производства продуктов питания / Л. В. Антипова, И. Н. Толпыгина, Л. Е. Мартемьянова // Пищевая промышленность. – 2014. – № 2. – С. 20–23.

9. Антипова, Л. В. Оценка потенциала источников растительных белков для производства продуктов питания / Л. В. Антипова, Л. Е. Мартемьянова // Пищевая промышленность. – 2013. – № 8. – С. 10–12.

10. Атрепьева, Л. В. Изучение химических свойств белков растительного сырья / Л. В. Атрепьева, Е. А. Аниканова // Актуальные проблемы химии, химической технологии и химического образования : сб. докл. Всерос. науч.-практ. конф. (Курск, 22–24 декабря). – Курск : Курский гос. ун-т, 2015. – С. 59–63.

11. Байнович, Б. Альтернативы мясному белку – обзор / Б. Байнович, У. Биндрич, А. Метис, Ф. Хайнц // Все о мясе – 2012. – № 6. – С. 24–27.

12. Белоусова, Е. В. Перспективы развития стандартизации в мясной промышленности / Е. В. Белоусова, З. А. Юрчак, Т. Н. Лисина // Все о мясе. – 2015. – № 5. – С. 8–11.

13. Беляевская, В. В. Совершенствование рецептуры рубленного полуфабриката, обогащенного растительными компонентами / В. В. Беляевская // Новые информационные технологии и системы в решении задач инновационного развития : сб. ст. по итогам Междунар. науч.-практ. конф. (Волгоград, 19 ноября 2020 г.). – Волгоград : Агентство международных исследований, 2020. – С. 170-172..

14. Бойцова, Т. М. Анализ рынка мясных полуфабрикатов: возможности и перспективы / Т. М. Бойцова, О. М. Антоненко // Научные труды Дальрыбвтуза. – 2017. – Т. 42. – С. 99–104.

15. Вайскрובה, Е. С. Современные требования к пищевой продукции в рамках таможенного Союза / Е. С. Вайскрובה, А. Е. Кожемякина // Международный научно-исследовательский журнал. – 2014. – № 1–1 (20). – С. 59–62.

16. Васюкова, А. Т. Регулирование функционально-технологических свойств фаршевых систем путем применения структурорегулирующих добавок / А. Т. Васюкова, Д. А. Тихонов, Т. А. Тонапетян, Д. А. Куликов. – DOI 10.20914/2310-1202-2020-1-151-156 // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2020. – Т. 82, № 1 (83). – С. 151–156.

17. Ветрова, О. Н. Применение овощных и злаковых порошков в производстве мясных полуфабрикатов / О. Н. Ветрова, Е. Н. Демина // Инновационные

направления интеграции науки, образования и производства : сб. тез. докл. участников I Междунар. науч.-практ. конф. (Керчь, 14–17 мая 2020 г.) / под общ. ред. Е. П. Масюткина. – Керчь : Керченский гос. мор. технол. ун-т, 2020. – С. 146–149.

18. Вигуро, А. О. Анализ поведения потребителей на рынке полуфабрикатов / А. О. Вигуро, А. И. Яблочкина, С. Н. Прядко // Экономика и социум. – 2017. – № 1-1. – С. 301–304.

19. Волошина, Е. С. Влияние овсяных хлопьев и толокна на потребительские свойства рубленых полуфабрикатов из мяса птицы / Е. С. Волошина, Н. И. Дунченко, И. А. Костоев, А. А. Свинина // Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение : сб. науч. ст. и докл. V Междунар. науч.-практ. конф. (Воронеж, 23 ноября 2018 г.). – Воронеж : РИТМ, 2018. – С. 140–144.

20. Волошина, Е. С. Оценка результативности системы менеджмента качества на мясоперерабатывающем предприятии / Е. С. Волошина, Н. И. Дунченко. – DOI 10.21323/2414-438X-2017-2-3-21-30 // Теория и практика переработки мяса. – 2017. – № 3. – С. 21–30.

21. Габдукаева, Л. З. Проектирование рецептур мясорастительных полуфабрикатов повышенной пищевой ценности / Л. З. Габдукаева, О. А. Решетник. – DOI 10.36107/spfp.2019.191 // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2019. – № 3. – С. 100–113.

22. Гаврилова, Е. В. Растительное сырье в производстве полуфабрикатов мясных рубленых / Е. В. Гаврилова // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. – 2014. – Т. 2, № 7. – С. 34–37.

23. Горбарская, Ю. В. Проблемы внедрения системы пищевой безопасности ХАССП на предприятиях сферы гостеприимства / Ю. В. Горбарская, А. А. Макарова, О. В. Пасько // Стратегии развития индустрии туризма и гостеприимства : сб. ст. – Москва : КноРус, 2020. – С. 77-83.

24. Горлов, И. Ф. Приоритетные направления в совершенствовании технологий производства и переработки продукции животноводства / И. Ф. Горлов, Н. И. Мосолова // Научно-агронимический журнал. – 2016. – № 1 (98). – С. 12–13.

25. ГОСТ 26180-84 Корма. Методы определения аммиачного азота и активной кислотности (рН). – Москва : Изд-во стандартов, 1984. – 8 с.
26. ГОСТ 26889-86. Продукты пищевые и вкусовые. Общие указания по определению содержания азота методом Кьельдаля. – Москва : Стандартинформ, 2010. – 22 с.
27. ГОСТ 30390-2013. Услуги общественного питания. Продукция общественного питания, реализуемая населению. Общие технические условия. – Москва : Стандартинформ, 2019. – 24 с.
28. ГОСТ 31675-2012. Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации. – Москва : Стандартинформ, 2020. – 19 с.
29. ГОСТ 31987-2012. Услуги общественного питания. Технологические документы на продукцию общественного питания. Общие требования к оформлению, построению и содержанию. – Москва : Стандартинформ, 2019. – 17 с.
30. ГОСТ ISO 11036-2017. Органолептический анализ. Методология. Характеристики структуры. – Москва : Стандартинформ, 2018. – 33 с.
31. ГОСТ ISO 11085-2016. Корма, зерно и продукты его переработки. Определение содержания сырого и общего жира методом экстракции Рэндалла. – Москва : Стандартинформ, 2020. – 16 с.
32. ГОСТ ISO 5492-2014. Органолептический анализ. Словарь. – Москва : Стандартинформ, 2016. – 54 с.
33. ГОСТ ISO 6658-2016. Органолептический анализ. Методология. Общее руководство. – Москва : Стандартинформ, 2016. – 34 с.
34. ГОСТ ISO/TS 17728-2017. Микробиология пищевой цепи. Методы отбора проб пищевой продукции и кормов для микробиологического анализа. – Москва : Стандартинформ, 2017. – 20 с.
35. ГОСТ ИСО 13299-2015. Органолептический анализ. Методология. Общее руководство по составлению органолептического профиля. – Москва : Стандартинформ, 2016. – 28 с.

36. ГОСТ Р 15.000-2016. Система разработки и постановки продукции на производство (СПП). Основные положения. – Москва : Стандартинформ, 2019. – 16 с.
37. ГОСТ Р 51074-2003. Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования. – Москва : Издательство стандартов, 2004. – 50 с.
38. ГОСТ Р 51705.1-2001. Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования. – Москва : Стандартинформ, 2009. – 12 с.
39. ГОСТ Р 52427-2005. Промышленность мясная. Продукты пищевые. Термины и определения. – Москва : Стандартинформ, 2006. – 39 с.
40. ГОСТ Р 54607.4-2015. Услуги общественного питания. Методы лабораторного контроля продукции общественного питания. Часть 4. Методы определения влаги и сухих веществ. – Москва : Стандартинформ, 2015. – 8 с.
41. ГОСТ Р 54732-2011/ISO/TS 10004:2010. Менеджмент качества. Удовлетворенность потребителей. Руководящие указания по мониторингу и измерению. – Москва : Стандартинформ, 2020. – 43 с.
42. ГОСТ Р ИСО 20252-2014. Исследование рынка, общественного мнения и социальных проблем. Словарь и сервисные требования. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 44 с.
43. ГОСТ Р ИСО 22000-2019. Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции. – Москва : Стандартинформ, 2019. – 42 с.
44. ГОСТ Р ИСО 53159-2008. Органолептический анализ. Методология. – Москва : Стандартинформ, 2009. – 19 с.
45. Гришин, А. С. Новые технологии в индустрии питания – 3D-печать / А. С. Гришин, О. В. Бредихина, А. С. Помоз [и др.]. – DOI 10.14529/food160205 // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2016. – Т. 4, № 2. – С. 36–44.
46. Губер, Н. Б. Инструменты снижения рисков при реализации инновационных проектов в сфере продуктов питания животного происхождения / Н. Б. Гу-

бер, М. Б. Ребезов, Г. М. Топурия // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. – 2014. – Т. 8, № 1. – С. 156–159.

47. Доня, Д. В. Реологические показатели комбинированных мясных фаршей / Д. В. Доня, Е. В. Махачева // Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 4. – С. 249–253.

48. Дунченко, Н. И. Влияние овсяных хлопьев и толокна на органолептические свойства котлет из мяса птицы / Н. И. Дунченко, А. А. Свинина, Е. С. Волошина // Мясная индустрия. – 2018. – № 1. – С. 43–45.

49. Дунченко, Н. И. Применение методов квалиметрии в управлении качеством пищевой продукции / Н. И. Дунченко, В. С. Янковская, И. А. Лафишева // Качество и жизнь. – 2018. – № 4 (20). – С. 109–114.

50. Дунченко, Н. И. Управление качеством продукции. Пищевая промышленность : учебник / Н. И. Дунченко, М. П. Щетинин, В. С. Янковская – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 244 с. – ISBN 978-5-8114-4962-0.

51. Дунченко, Н. И. Управление качеством рубленых мясных полуфабрикатов на базе квалиметрического прогнозирования / Н. И. Дунченко, А. А. Свинина // Индустрия питания. – 2018. – Т. 3, № 3. – С. 59–64.

52. Еделев, Д. А. Обеспечение безопасности продуктов питания на территории Таможенного Союза при введении в действие Технического регламента ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» / Д. А. Еделев, В. М. Кантере, В. А. Матисон // Пищевая промышленность. – 2013. – № 5. – С. 8–14.

53. Елисеева, Л. Г. Безопасность пищевых продуктов – одна из ключевых составляющих обеспечения продовольственной безопасности / Л. Г. Елисеева, И. А. Махотина, С. Л. Калачев. – DOI 10.7256/2454-0668.2019.1.28958 // Национальная безопасность. nota bene. – 2019. – № 1. – С. 1–19.

54. Жаринов, А. И. Современные тренды ассортимента мясопродуктов / А. И. Жаринов, М. В. Молочников, А. Дыдыкин // Мясная индустрия. – 2016. – № 9. – С. 14–18.

55. Загитова, Д. И. Потребительское отношение среди российской молодежи к современным трендам здорового питания: количественный анализ / Д. И. Загитова // Экономика и управление в XXI веке: стратегии устойчивого развития : сб.

статей IX Междунар. науч.-практ. конф. (Пенза, 5 июля 2019 г.) – Пенза : Наука и просвещение, 2019. – С. 33–39.

56. Золотин, А. Ю. Вопросы терминологии при исследовании органолептического восприятия пищевых продуктов / А. Ю. Золотин, С. В. Симоненко, Н. А. Шахайло [и др.] // Пищевая промышленность. – 2017. – № 12. – С. 35–37.

57. Золотин, А. Ю. Роль ингредиентов в формировании потребительской ценности пищевого продукта / А. Ю. Золотин, С. В. Симоненко, Е. С. Симоненко. – DOI 10.24411/0235-2486-2020-10030 // Пищевая промышленность. – 2020. – № 3. – С. 29–33.

58. Ибрагимова, И. Е. Возможности использования анализатора текстуры для определения реологических характеристик пищевых сред / И. Е. Ибрагимова // Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти Василия Матвеевича Горбатова. – 2016. – № 1. – С. 131–133.

59. Иванова, В. Н. Повышение качества пищевой продукции – ключевой приоритет реализации государственной политики Российской Федерации в области здорового питания / В. Н. Иванова, С. Н. Серегин // Пищевая промышленность. – 2016. – № 5. – С. 8–14.

60. Ивахнишина, Т. В. Создание классификации заменителей, аналогов и имитаций пищевых продуктов / Т. В. Ивахнишина, А. В. Алешков // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке : тр. Всерос. науч.-практ. конф. творческой молодежи с междунар. участием (Хабаровск, 18–21 апреля 2017 г.) : в 2 т. – Хабаровск : ДВГУПС, 2017. – Т. 1. – С. 263–267.

61. Казанская, А. Ю. Продовольственная независимость РФ в условиях антироссийских санкций: динамика производства сельскохозяйственной продукции / А. Ю. Казанская. – DOI 10.23670/IRJ.2018.76.10.034 // Международный научно-исследовательский журнал. – 2018. – № 10-2 (76). – С. 43–49.

62. Карапетян, Р. В. Революция питания 4.0 – Новые вызовы современному обществу / Р. В. Карапетян. – DOI 10.17513/mjrfi.12899 // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2019. – № 10. – С. 230–234.

63. Каримова, А. З. Изучение качественных характеристик мясорастительных полуфабрикатов с добавлением тыквенного пюре / А. З. Каримова, Э. К. Папуниди, Г. Р. Юсупова. – DOI 10.31588/2413-4201-1883-237-1-90-94 // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2019. – Т. 237, № 1. – С. 90–94.

64. Китаевская, С. В. Сравнительная оценка антиоксидантной активности овощного сырья / С. В. Китаевская, С. А. Китаевский, В. Я. Пономарев // Юность и знания – гарантия успеха – 2015 : сб. науч. тр. 2-й Междунар. науч.-практ. конф. (Курск, 1–2 октября 2015 г.) : в 2 т. – Курск : Университетская книга, 2015. – Т. 1. – С. 106–108.

65. Крамарева, М. А. Современные тенденции развития новых форматов на рынке массового питания / М. А. Крамарева // Вестник индустрии гостеприимства : Междунар. науч. сб. – Санкт-Петербург : СПбГЭУ, 2017. – С. 87–93.

66. Крапива, Т. В. Обзор современных трендов индустрии питания в России / Т. В. Крапива, Л. А. Маюрникова // Актуальные направления научных исследований: технологии, качество и безопасность : сб. материалов Нац. (Всерос.) конф. (Кемерово, 25–27 мая 2020 г.) / под общ. ред. А. Ю. Просекова. – Кемерово : Кемеровский гос. ун-т, 2020. – С. 50–52.

67. Красуля, О. Н. Моделирование рецептур мясных продуктов в условиях информационной неопределенности / О. Н. Красуля, А. Е. Краснов, С. В. Николаева, И. М. Головин // Мясная индустрия. – 2005. – № 1. – С. 12–15.

68. Кузнецова, О. В. Вегетарианские продукты – полезная диета или модный тренд? / О. В. Кузнецова, А. Ю. Жукова. – DOI 10.21323/2071-2499-2020-1-34-36 // Все о мясе. – 2020. – № 1. – С. 34–36.

69. Купцова, С. В. Разработка процедуры определения и идентификации процессов СМК предприятия общественного питания / С. В. Купцова // Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продовольствия. Управление «зелеными» навыками в пищевой промышленности : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 20-летию кафедры управления качеством и товароведения

продукции (Москва, 29–30 октября 2019 г.). – Москва : Рос. гос. аграр. ун-т – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2020. – С. 191–195.

70. Курбанов, Р. Ф. Маркетинговый анализ конкурентных предложений на рынке растительной мясоимитирующей продукции / Р. Ф. Курбанов, И. В. Маракулина. – DOI 10.17238/issn2587-666X.2020.6.114 // Вестник аграрной науки. – 2020. – № 6 (87). – С. 114–121.

71. Лейберова, Н. В. Инновационный подход к разработке пищевых продуктов, ориентированных на потребителя / Н. В. Лейберова, О. В. Чугунова, Н. В. Заворохина. – DOI 10.17059/2011-4-13 // Экономика региона. – 2011. – № 4. – С. 142–148.

72. Липатов, Н. Н. Информационно-алгоритмические и терминологические аспекты совершенствования качества многокомпонентных продуктов питания специального назначения / Н. Н. Липатов, О. И. Башкиров, Л. В. Нескоромная // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2002. – № 9. – С. 25–28.

73. Липатов, Н. Н. Предпосылки компьютерного проектирования продуктов и рационов питания с заданной пищевой ценностью / Н. Н. Липатов // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. – 2001. – № 3. – С. 4–9.

74. Лисин, П. А. Моделирование рецептурной смеси многокомпонентных мясных продуктов с применением симплекс-метода / П. А. Лисин, Л. Е. Мартемьянова, Ю. С. Савельева // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2014. – № 1 (13). – С. 73–76.

75. Лисин, П. А. Практическое руководство по проектированию продуктов питания с применением Excel, MathCAD, Maple : учеб. пособие / П. А. Лисин. – 2-е изд. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 250 с. – ISBN 978-5-8114-7416-5.

76. Лисицын, А. Б. Методы и подходы к прогнозированию в мясной промышленности / А. Б. Лисицын, М. А. Никитина, А. Н. Захаров, Е. О. Щербинина. – DOI 10.20914/2310-1202-2016-4-261-267 // Вестник ВГУИТ. – 2016. – № 4. – С. 261–267.

77. Макарова, А. А. Актуальность разработки аналоговой мясной продукции / А. А. Макарова, О. В. Пасько // Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продовольствия. Управление «зелеными» навыками в пищевой промыш-

ленности : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 20-летию кафедры управления качеством и товароведения продукции (Москва, 29–30 октября 2019 г.). – Москва : Рос. гос. аграр. ун-т – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2020. – С. 258–263.

78. Макарова, А. А. Альтернативное сырье для замены мяса и управление качеством аналоговой мясной продукции / А. А. Макарова, О. В. Пасько // Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продовольствия. Управление «зелеными» навыками в пищевой промышленности : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 20-летию кафедры управления качеством и товароведения продукции (Москва, 29–30 октября 2019 г.). – Москва : Рос. гос. аграр. ун-т – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2020. – С. 254–258.

79. Макарова, А. А. Влияние нутрициологии на современные тренды и политику в области питания / А. А. Макарова, О. В. Пасько // Медико-биологические и нутрициологические аспекты здоровьесберегающих технологий : материалы I Междунар. науч.-практ. конф. (Кемерово, 27 ноября 2020 г.) – Кемерово : КемГМУ, 2020. – С. 215–220.

80. Макарова, А. А. Маркетинговые исследования потребительских предпочтений для разработки аналоговой мясной продукции / А. А. Макарова, О. В. Пасько. – DOI 10.29141/2500-1922-2020-5-2-3 // Индустрия питания. – 2020. – Т. 5, № 2. – С. 21–28.

81. Макарова, А. А. Проектирование аналоговых мясных полуфабрикатов с применением симплекс-метода / А. А. Макарова, П. А. Лисин, О. В. Пасько. – DOI 10.29141/2500-1922-2021-6-2-6 // Индустрия питания. – 2021. – Т. 6, № 2. – С. 50–58.

82. Макарова, А. А. Разработка аналоговой мясной продукции на основе квалиметрического прогнозирования / А. А. Макарова // Современное состояние, перспективы развития АПК и производства специализированных продуктов питания : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной юбилею Заслуженного работника высшей школы Российской Федерации, доктора технических наук, профессора Гавриловой Натальи Борисовны (Омск, 24 апреля 2020 г.). – Омск : Омский гос. аграр. ун-т им. П. А. Столыпина, 2020. – С. 431–435.

83. Макарова, А. А. Роль ингредиентов в формировании органолептических показателей качества аналоговой мясной продукции / А. А. Макарова // Материалы международной научной конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 160-летию В. А. Михельсона : сб. ст. (Москва, 9–11 июня 2020 г.). – Москва : РГАУ-МСХА, 2020. – Т. 1. – С. 495–499.

84. Макарова, А. А. Состояние мирового производства растительного сырья как перспективного источника белка для аналоговой мясной продукции / А. А. Макарова, О. В. Пасько. – DOI 10.14529/food200302 // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2020. – Т. 8, № 3. – С. 12–20.

85. Макарова, А. А. Формирование системы менеджмента безопасности с использованием цифровых технологий при производстве аналоговых мясных полуфабрикатов / А. А. Макарова, О. В. Пасько. – DOI 10.24411/0235-2486-2020-10029 // Пищевая промышленность. – 2020. – № 3. – С. 34–38.

86. Максимов, А. С. Визуализация анализа данных, полученных на приборе «Структурометр СТ-2» при исследовании релаксации напряжений / А. С. Максимов, К. В. Стипанюк // Управление реологическими свойствами пищевых продуктов : сб. ст. 5-й науч.-практ. конф. с междунар. участием (Москва, 25–26 апреля 2017 г.). – Москва : Буки Веди, 2017. – С. 19–23.

87. Максимов, А. С. Реология пищевых продуктов. Лабораторный практикум : учебник / А. С. Максимов, В. Я. Черных. – Санкт-Петербург : Гиорд, 2006. – 176 с. – ISBN 5-98879-001-1.

88. Малашонок, А. А. Анализ баланса производства и использования сои в Российской Федерации / А. А. Малашонок // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2018. – № 5 (38). – С. 60–64.

89. Матвеев, Ю. И. Определение температур перехода в вязкотекучее состояние, денатурации и начала интенсивной деструкции белков в зависимости от их химического строения / Ю. И. Матвеев // Высокомолекулярные соединения. Серия А. – 1997. – Т. 39, № 4. – С. 690–698.

90. Матисон, В. А. Идентификация целевого потребителя и формирование итоговой концепции при конструировании продуктов питания / В. А. Матисон, В. М. Кантере // Пищевая промышленность. – 2012. – № 7. – С. 40–42.

91. Меренкова, С. П. Формирование функционально-технологических свойств мясного фарша под воздействием комплекса ферментов / С. П. Меренкова, О. В. Зинина, С. И. Якимов. – DOI 10.14529/food190205 // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2019. – Т. 7, № 2. – С. 44–53.

92. Микляшевски, П. Использование соевых белков в переработке мяса / П. Микляшевски, В. В. Прянишников, Е. В. Бабичева, А. В. Ильтяков // Все о мясе. – 2006. – № 3. – С. 10–13.

93. Михайлов, А. А. Проблемы и перспективы цифровизации экономики в Российской Федерации / А. А. Михайлов, Л. А. Горюнова, Л. А. Цветкова // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и право. – 2019. – № 12. – С. 63–67.

94. Мойзес, Б. Б. Статистические методы контроля качества и обработка экспериментальных данных : учеб. пособие / Б. Б. Мойзес, И. В. Плотникова, Л. А. Редько. – 2-е изд. – Москва : Юрайт, 2019. – 118 с. – ISBN 978-5-534-12574-0.

95. МР 2.3.1.2432-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. – Москва : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 36 с.

96. МУК 4.2.1847-04. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. – Москва : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 31 с.

97. Национальное агентство финансовых исследований. – URL: <https://nafi.ru> (дата обращения: 25.07.2020).

98. Николаева, М. А. Концепции питания / М. А. Николаева // Товаровед продовольственных товаров. – 2018. – № 1. – С. 30–39.

99. Нициевская, К. Н. Разработка и товароведная оценка мясных зраз с использованием растительных пастообразных концентратов из семян амаранта

и люпина : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.15 / Нициевская Ксения Николаевна. – Кемерово, 2012. – 171 с.

100. Павлюченко, М. П. Управление качеством пищевых продуктов на предприятиях индустрии гостеприимства на основе системы ХАССП / М. П. Павлюченко, Е. Н. Аникина // Индустрия туризма: возможности, приоритеты, проблемы и перспективы. – 2019. – Т. 14, № 2. – С. 60–68.

101. Пасько, О. В. Актуальность обеспечения безопасности пищевой продукции путем внедрения системы ХАССП / О. В. Пасько, Е. Н. Аникина, А. А. Шадчинева // Пища. Экология. Качество : тр. XIV Междунар. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 8–10 ноября 2017 г.). – Новосибирск : Золотой колос, 2017. – С. 98–102.

102. Патент № 2010100871 Российская Федерация, МПК А23К 1/14 (2006.01). Аналог мяса с соответствующей внешней текстурой : № 2010100871/13 ; заявл. 13.06.2008 ; опубл. 20.07.2011 / Редмен Э. Д.

103. Патент № 2010137628 Российская Федерация, МПК А23L 1/00 (2006.01). Продукт-аналог мяса : № 2010137628/13 ; заявл. 12.02.2009 ; опубл. 20.03.2012 / Райзер Р., Гумудавелли В., Гэрибиан У. [и др.].

104. Патент № 2442430 Российская Федерация, МПК А23J 3/14 (2006.01). Способ получения пищевого продукта-заменителя мяса : № 2009120533 ; заявл. 01.11.2007 ; опубл. 20.02.2012 / Эспелета Вега А., Мора Кастильо С. Д..

105. Патент № 2468611 Российская Федерация, МПК А23L 1/31 (2006.01). Аналог мяса низкого усилия сдвига : № 2010113930/10 ; заявл. 11.09.2008 ; опубл. 10.12.2012 / Торни А. А., Райзер Р., Ортис Мальдонадо Д. Л. [и др.].

106. Патент № 2537527 Российская Федерация, МПК А23L 1/31 (2006.01). Пищевые композиции, обладающие реалистичным мясоподобным внешним видом, осязаемыми свойствами и структурой : № 2011132389/13 ; заявл. 30.12.2009 ; опубл. 10.01.2015 / Урхан Р. Б., Кюнле Д. У.

107. Патент RUS 2476079. Экструдированный пищевой продукт, способ его получения и экструдер для его изготовления : опубл. : 27.02.2013 / Бижер Ф., Картье К., Леспаньоль Л., Пибаро П., Рейне П.

108. Патент RUS 2588538. Заменители пищевых продуктов и способы производства заменителей пищевых продуктов : опубл. 27.06.2016 / Гафей Вендел Рей (US), Пибаро Патрик (FR).

109. Патент RUS 2660933. Способы и композиции пригодных к потреблению материалов : опубл. 11.07.2018 / Врльиц М., Соломатин С., Фрейзер Р. [и др.].

110. Петрова, Е. И. Разработка систем менеджмента безопасности как условие реализации требований технического регламента Таможенного союза / Е. И. Петрова, Е. Ю. Тарасова // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – № 1 (25). – С. 158–165.

111. Попов, В. С. Функциональные и технологические свойства зерна овса и перспективный ассортимент продуктов питания на его основе / В. С. Попов, С. С. Сергеева, Н. В. Барсукова // Вестник технологического университета. – 2016. – Т. 19, № 16. – С. 147–151.

112. Потороко, И. Ю. Формирование качества продуктов животного происхождения с позиций соответствия потребительским требованиям / И. Ю. Потороко, Л. А. Цирульниченко, В. В. Ботвинникова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2015. – Т. 3, № 3. – С. 75–82.

113. Просеков, А. Ю. Фундаментальные основы технологии продуктов питания : учебник / А. Ю. Просеков. – 2-е изд., испр. и доп. – Кемерово : КемГУ, 2020. – 652 с. – ISBN 978-5-8353-2631-0.

114. Прушковский, Л. В. «Мозговой штурм» – один из методов стимулирования творческой активности / Л. В. Прушковский, О. А. Глазунова // Наука и образование: новое время. – 2016. – № 2 (13). – С. 285–289.

115. Прянишников, В. В. Инновационные технологии производства мясных продуктов / В. В. Прянишников // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 2–3. – С. 364–366.

116. Ратушный, А. С. Роль продуктов функционального назначения в питании человека / А. С. Ратушный, К. В. Брыксина, С. С. Борзикова [и др.] // Наука

и образование. – 2018. – Т. 1, № 1. – URL: <http://opusmgau.ru/index.php/see/article/view/452/454> (дата обращения: 25.07.2020).

117. Рогов, И. А. Мясо *in vitro* как перспективный источник полноценного белка / И. А. Рогов, А. Б. Лисицын, И. М. Волкова // Все о мясе. – 2013. – № 4. – С. 22–25.

118. Родина, Т. Г. Сенсорный анализ как составляющая товарной экспертизы пищевых продуктов / Т. Г. Родина // Международная торговля и торговая политика. – 2015. – № 1 (1). – С. 83–95.

119. Рождественская, Л. Н. Анализ вызовов и современных тенденций развития технологий на рынке белков / Л. Н. Рождественская, Е. С. Бычкова, А. Л. Бычков // Пищевая промышленность. – 2018. – № 5. – С. 42–47.

120. Рязанова, О. А. Безопасность сои сортов сибирской селекции / О. А. Рязанова, В. И. Заостровных, М. А. Николаева // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2017. – № 3 (44). – С. 100–105.

121. Рязанова, О. А. Производство инновационных пищевых продуктов на основе сои сортов сибирской селекции / О. А. Рязанова, В. И. Заостровных, М. А. Николаева // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2017. – № 2 (43). – С. 56–61.

122. Самченко, О. Н. Использование тыквы при производстве мясных рубленых полуфабрикатов / О. Н. Самченко, Т. К. Каленик, А. Г. Вершинина // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – № 2 (25). – С. 84А–88.

123. Сандракова, И. В. Исследование потребителей продуктов здорового питания / И. В. Сандракова, И. Ю. Резниченко // Практический маркетинг. – 2019. – № 12 (274). – С. 22–27.

124. Свинина, А. А. Информационные технологии и автоматизация на предприятиях общественного питания / А. А. Свинина, Е. В. Мыльникова // Инновационные технологии в сфере питания, сервиса и торговли : материалы Международ. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 28 октября 2013 г.). – Екатеринбург : Урал. гос. экон. ун-т, 2013. – С. 122–124.

125. Свинина, А. А. Создание системы менеджмента качества и безопасности, основанной на принципах ХАССП, при производстве мясных полуфабрикатов / А. А. Свинина, О. В. Пасько // Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании : материалы Всерос. науч.-практ. конф., приуроченной к юбилею заслуженного деятеля науки РФ В. М. Позняковского. – Екатеринбург : Урал. гос. экон. ун-т, 2017. – С. 229–232.

126. Свинина, А. А. Технологические решения обеспечения качества и безопасности мясных рубленых полуфабрикатов в индустрии питания и пищевой промышленности / А. А. Свинина // Индустрия туризма: возможности, приоритеты, проблемы и перспективы. – 2017. – Т. 10, № 2. – С. 158–167.

127. Серафимович, А. Е. Продовольственная безопасность: международно-правовые аспекты и российская правоприменительная практика / А. Е. Серафимович, А. Ю. Просеков. – DOI 10.17323/2072-8166.2018.4.235.254 // Право. Журнал Высшей школы экономики. – 2018. – № 4. – С. 235–245.

128. Сергиенко, О. И. Управление продуктовой цепочкой продовольствия: роль международных стандартов качества и безопасности / О. И. Сергиенко, А. В. Белова // Экономика и экологический менеджмент. – 2014. – № 2. – С. 50–59.

129. Синеговская, В. Т. Использование экологически чистых технологий при получении зерна сои / В. Т. Синеговская, И. М. Присяжная, М. О. Синеговский, С. П. Присяжная. – DOI 10.31857/S2500262720030175 // Российская сельскохозяйственная наука. – 2020. – № 3. – С. 71–75.

130. Скоробогатов, Д. Д. Средства автоматизации математического моделирования реологических задач / Д. Д. Скоробогатов // Инновационное развитие техники и технологий в промышленности (ИНТЕКС-2020) : сб. материалов Всерос. науч. конф. молодых исследователей с междунар. участием, посвященной Юбилейному году в ФГБОУ ВО «РГУ им. А. Н. Косыгина» (Москва, 14–16 апреля 2020 г.). – Москва : Рос. гос. ун-т им. А. Н. Косыгина, 2020. – С. 235–239.

131. Смирнова, Н. А. Современные системы управления качеством и безопасностью пищевых продуктов / Н. А. Смирнова, А. А. Смирнов // Пищевая промышленность. – 2015. – № 11. – С. 12–14.

132. Стаценко, Е. С. Изучение и сравнительный анализ биохимического состава сортов сои, пригодных для производства продуктов питания / Е. С. Стаценко, Н. Ю. Корнева. – DOI 10.24411/0235-2451-2019-10516 // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33, № 5. – С. 65–68.

133. Стаценко, Е. С. Разработка технологии производства продуктов функционального назначения на основе сои и тыквы / Е. С. Стаценко, О. В. Литвиненко, Н. Ю. Корнева [и др.]. – DOI 10.52653/PPI.2021.7.7.011 // Пищевая промышленность. – 2021. – № 7. – С. 41–45.

134. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011), утв. решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 880. – Москва, 2011. – 242 с.

135. Технический регламент Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки» (ТР ТС 022/2011), утв. решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 881. – Москва, 2011. – 40 с.

136. Тимакова, Р. Т. Конкурентоспособность вегетарианского меню как фактор конкурентного преимущества ресторана / Р. Т. Тимакова // Взаимодействие науки и общества: проблемы и перспективы (Уфа, 15 мая 2015 г.). – Уфа : Аэтерна, 2015. – С. 114–116.

137. Федеральная служба государственной статистики. – URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 25.07.2020).

138. Челнакова, Н. Г. Изучение основополагающих характеристик, обуславливающих потребительские свойства функционального продукта / Н. Г. Челнакова, Е. В. Латкова, А. Н. Австриевских // Товаровед продовольственных товаров. – 2013. – № 1. – С. 13–16.

139. Черешнев, В. А. Проблема продовольственной безопасности: национальные и международные аспекты / В. А. Черешнев, В. М. Позняковский // Индустрия питания. – 2016. – № 1 (1). – С. 6–14.

140. Чернуха, И. М. Современные научные направления разработки специализированной пищевой продукции / И. М. Чернуха // Мясная индустрия. – 2019. – № 2. – С. 31–34.

141. Черных, В. Я. Информационно-измерительная система на базе прибора «Структурометр СТ-2» для контроля реологических характеристик пищевых сред / В. Я. Черных // Управление реологическими свойствами пищевых продуктов : материалы 4-й науч.-практ. конф. с междунар. участием (Москва, 21–22 апреля 2015 г.). – Москва : Буки веди, 2015. – С. 24–29.

142. Юдина, С. Б. Совершенствование методики проектирования пищевой ценности функциональных продуктов / С. Б. Юдина // Мясная индустрия. – 2015. – № 3. – С. 36–37.

143. Юрк, Н. А. Современные тенденции в производстве мясных полуфабрикатов функциональной направленности / Н. А. Юрк, И. В. Власов // Современный взгляд на будущее науки : сб. ст. междунар. науч.-практ. конф. (Пермь, 25 октября 2016 г.) : в 3 ч. – Пермь : Аэтерна, 2016. – Ч. 3. – С. 92–94.

144. Abdulkadir, E. Extruded food products and their potential impact on food and nutrition security / E. Abdulkadir, W. Oldewage-Theron. – DOI 10.1080/16070658.2019.1583043 // South African journal of clinical nutrition. – 2019. – Vol. 33, iss. 4. – P. 1–2.

145. Ajwalia, R. A review meat alternative gaining importance over traditional meat products / R. Ajwalia // Food and agriculture spectrum journal. – 2020. – Vol. 1, iss. 1. – P. 32–37.

146. Akyazi, T. A guide for the food industry to meet the future skills requirements emerging with industry 4.0 / T. Akyazi, A. Goti, A. Oyarbide [et al.]. – DOI 10.3390/foods9040492 // Foods. – 2020. – Vol. 9, iss. 4. – Art. 492.

147. Anjum, F. M. Development of texturized vegetable protein using indigenous sources / F. M. Anjum, A. Naeem, M. I. Khan [et al.] // Pakistan journal of food sciences. – 2011. – Vol. 21, iss. 4. – P. 33–44.

148. Asgar, M. A. Nonmeat protein alternatives as meat extenders and meat analogs / M. A. Asgar, A. Fazilah, N. Huda [et al.]. – DOI 10.1111/j.1541-4337.2010.00124.x // Comprehensive reviews in food science and food safety. – 2010. – Vol. 9, iss. 5. – P. 513–529.

149. Barrett, C. B. Overcoming global food security challenges through science and solidarity / C. B. Barrett. – DOI 10.1111/AJAE.12160 // American journal of agricultural economics. – 2021. – Vol. 103, iss. 2. – P. 422–447.

150. Ben-Daya, M. The role of internet of things in food supply chain quality management: a review / M. Ben-Daya, E. Hassini, Z. Bahroun, B. H. Banimfreg. – DOI 10.1080/10686967.2020.1838978 // Quality management journal. – 2021. – Vol. 28, iss. 1. – P. 17–40.

151. Bohrer, B. M. An investigation of the formulation and nutritional composition of modern meat analogue products / B. M. Bohrer. – DOI 10.1016/j.fshw.2019.11.006 // Food science and human wellness. – 2019. – Vol. 8, iss. 4. – P. 320–329.

152. Boukid, F. Plant-based meat analogues: from niche to mainstream / F. Boukid. – DOI 10.1007/s00217-020-03630-9 // European food research and technology. – 2021. – Vol. 247. – P. 297–308.

153. Chiang, J. H. Physicochemical, textural and structural characteristics of wheat gluten-soy protein composited meat analogues prepared with the mechanical elongation method / J. H. Chiang, W. Tay, D. S. M. Ong [et al.]. – DOI 10.1016/j.foostr.2021.100183 // Food Structure. – 2021. – Vol. 28. – Art. 100183.

154. Daubert, C. R. Rheological principles for food analysis / C. R. Daubert, E. A. Foegeding // Food analysis / ed. by S. Nielsen. – Boston : Springer, 2010. – P. 541–554.

155. De Angelis, D. Physicochemical and sensorial evaluation of meat analogues produced from dry-fractionated pea and oat proteins / D. De Angelis, A. Kaleda, A. Pasqualone [et al.]. – DOI 10.3390/foods9121754 // Foods. – 2020. – Vol. 9, iss. 12. – Art. 1754.

156. Debrenti, A. S. Measuring digital readiness in food industry / A. S. Debrenti // Journal of EcoAgriTourism. – 2020. – Vol. 16. – P. 11–20.

157. Derbyshire, E. Mycoprotein: nutritional and health properties / E. Derbyshire, K.-T. Ayoob. – DOI 10.1097/NT.0000000000000316 // Nutrition today. – 2019. – Vol. 54, iss. 1. – P. 7–15.

158. Do Carmo, C. S. Meat analogues from a faba bean concentrate can be generated by high moisture extrusion / C. S. do Carmo, S. H. Knutsen, G. Malizia [et al.]. – DOI 10.1016/j.fufo.2021.100014 // *Future foods*. – 2021. – Vol. 3. – Art. 100014.

159. Doinea, M. Internet of things based systems for food safety management / M. Doinea, C. Boja, L. Batagan [et al.]. – DOI 10.12948/issn14531305/19.1.2015.08 // *Informatica Economica*. – 2015. – Vol. 19, iss. 1. – P. 87–97.

160. Don, C. Plant protein structuring: recent developments, opportunities, and challenges / C. Don, A. J. van der Goot. – DOI 10.1094/CFW-65-4-0037 // *Cereal foods world*. – 2020. – Vol. 65, iss. 4. – Art. 0037.

161. Dooley, D. M. FoodOn: a harmonized food ontology to increase global food traceability, quality control and data integration / D. M. Dooley, E. J. Griffiths, G. S. Gosal [et al.]. – DOI 10.1038/s41538-018-0032-6 // *NPJ Science of Food*. – 2018. – Vol. 2. – Art. 23.

162. FAOSTAT. – URL: <http://www.fao.org/faostat/ru> (дата обращения: 20.05.2020).

163. Fiorentini, M. Role of sensory evaluation in consumer acceptance of plant-based meat analogs and meat extenders: a scoping review / M. Fiorentini, A. Kinchla, A. Nolden. – DOI 10.3390/foods9091334 // *Foods*. – 2020. – Vol. 9, iss. 9. – Art. 1334.

164. Fonmboh, D. J. The advances of plant product meat alternatives as a healthier and environmentally friendly option for animal meat protein consumption / D. J. Fonmboh, E. R. Aba, T. M. Awah [et al.]. – DOI 10.9734/ajb2t/2020/v6i430087 // *Asian journal of biotechnology and bioresource technology*. – 2020. – Vol. 6, iss. 4. – P. 23–40.

165. Fresán, U. Meat analogs from different protein sources: a comparison of their sustainability and nutritional content / U. Fresán, M. A. Mejia, W. J. Craig [et al.]. – DOI 10.3390/su11123231 // *Sustainability*. – 2019. – Vol. 11, iss. 12. – Art. 3231.

166. Granheim, S. I. Mapping the digital food environment: a scoping review protocol / S. I. Granheim, E. Opheim, L. Terragni [et al.]. – DOI 10.1136/bmjopen-2019-036241 // *BMJ open*. – 2020. – Vol. 10, iss. 4. – Art. e036241.

167. Guerrieri, N. Proteins in food processing / N. Guerrieri, M. Cavaletto, R. Y. Yada. – Boca Raton : Woodhead, 2004. – 686 p. – ISBN 185573723X.

168. He, J. A review of research on plant-based meat alternatives: driving forces, history, manufacturing, and consumer attitudes / J. He, N. M. Evans, H. Liu, S. Shao. – DOI 10.1111/1541-4337.12610 // *Comprehensive reviews in food science and food safety*. – 2020. – Vol. 19, iss. 5. – P. 2639–2656.

169. *Ingredients in meat products: properties, functionality and applications* / ed. by R. Tarté. – Cham : Springer, 2009. – 419 p. – ISBN 978-0-387-71326-7.

170. Ismail, I. Meat analog as future food: a review / I. Ismail, Y. H. Hwang, S. T. Joo. – DOI 10.5187/jast.2020.62.2.111 // *Journal of animal science and technology*. – 2020. – Vol. 62, iss. 2. – P. 111–120.

171. Jones, O. G. Recent advances in the functionality of non-animal sourced proteins contributing to their use in meat analogs / O. G. Jones // *Current opinion in food science*. – 2016. – Vol. 7. – C. 7–13.

172. Joseph, P. Recent advances in the functionality of non-animal-sourced proteins contributing to their use in meat analogs / O. G. Jones. – DOI 10.1016/j.cofs.2015.08.002 // *Current opinion in food science*. – 2016. – Vol. 7. – P. 7–13.

173. Joshi, V. K. Meat analogues: plant based alternatives to meat products – a review / V. K. Joshi, S. Kumar. – DOI 10.5958/2277-9396.2016.00001.5 // *International journal of food and fermentation technology*. – 2015. – Vol. 5, iss. 2. – P. 107–119.

174. Kodan, R. Internet of things for food sector: Status quo and projected potential / R. Kodan, P. Parmar, S. Pathania. – DOI 10.1080/87559129.2019.1657442 // *Food reviews international*. – 2020. – Vol. 36, iss. 6. – P. 584–600.

175. Kumar, P. Meat analogues: health promising sustainable meat substitutes / P. Kumar, M. K. Chatli, N. Mehta [et al.]. – DOI 10.1080/10408398.2014.939739 // *Critical reviews in food science and nutrition*. – 2017. – Vol. 57, iss. 5. – P. 923–932.

176. Kyriakopoulou, K. *Plant-based meat analogues* / K. Kyriakopoulou, B. Dekkers, A. J. Goot. – DOI 10.1016/B978-0-12-814874-7.00006-7 // *Sustainable meat production and processing* / ed. by C. Galanakis. – New York : Academic Press, 2018. – P. 103–126.

177. Lee, H. J. Status of meat alternatives and their potential role in the future meat market – a review / H. J. Lee, H. I. Yong, M. Kim [et al.]. – DOI 10.5713/ajas.20.0419

// Asian-Australasian journal of animal sciences. – 2020. – Vol. 33, iss. 10. – P. 1533–1543.

178. León-Bravo, V. Alccass: innovation for sustainable supply chains for traditional and new products / V. León-Bravo, F. Caniato, A. Moretto, R. Cagliano. – DOI 10.1108/S2045-060520160000005010 // Organizing supply chain processes for sustainable innovation in the agri-food industry, vol. 5 / ed. by R. Cagliano [et al.]. – Bingley : Emerald Group, 2016. – P. 31–57.

179. Lin, Q. Food safety traceability system based on blockchain and EPCIS / Q. Lin, H. Wang, X. Pei, J. Wang. – DOI 10.1109/ACCESS.2019.2897792 // IEEE Access. – 2019. – Vol. 7. – P. 20698–20707.

180. Lisitsyn A., Russian methodology for designing multicomponent foods in retrospect / A. Lisitsyn, I. Chernukha, M. Nikitina. – DOI 10.21603/2308-4057-2020-1-2-11 // Foods and raw materials. – 2020. – Vol. 8, iss. 1. – P. 2–11.

181. Liu, Y. A credible food traceability system based on domain name system security extensions / Y. Liu, S. Liu, J. Wang [et al.]. – DOI 10.3991/ijoe.v14i04.8385 // International journal of online engineering. – 2018. – Vol. 14, no. 4. – P. 111–125.

182. Liu, Y. An internet-of-things solution for food safety and quality control: a pilot project in China / Y. Liu, H. Weili, Z. Yin [et al.]. – DOI 10.1016/j.jii.2016.06.001 // Journal of industrial information integration. – 2016. – Vol. 3. – P. 1–7.

183. Lonkila, A. Promises of meat and milk alternatives: an integrative literature review on emergent research themes / A. Lonkila, M. Kaljonen. – DOI 10.1007/s10460-020-10184-9 // Agriculture and human values. – 2021. – URL: <https://doi.org/10.1007/s10460-020-10184-9> (дата обращения: 12.07.2021).

184. McClements, D. J. Methods for testing the quality attributes of plant-based foods: meat-and processed-meat analogs / D. J. McClements, J. Weiss, A. Kinchla [et al.]. – DOI 10.3390/foods10020260 // Foods. – 2021. – Vol. 10, iss. 2. – Art. 260.

185. Mejia, M. A. The future of meat: exploring the nutritional qualities and environmental impacts of meat replacements / M. A. Mejia, H. Harwatt, K. Jaceldo-Siegl [et al.] // The Faseb Journal. – 2016. – Vol. 30, suppl. 1. – P. 894–898.

186. Mozaffarian, D. History of modern nutrition science – implications for current research, dietary guidelines, and food policy / D. Mozaffarian, I. Rosenberg, R. Uauy. – DOI 10.1136/bmj.k2392 // BMJ. – 2018. – Vol. 361. – Art. k2392.

187. Myhan, R. An approach to modeling the rheological properties of food materials / R. Myhan, I. Białobrzewski, M. Markowski. – DOI 10.1016/j.jfoodeng.2012.02.011 // Journal of food engineering. – 2012. – Vol. 111, iss. 2. – P. 351–359.

188. Patent № 2018185318, IPC A23L 27/26 (2016.1), A23J 3/22 (2006.1). Flavor modifiers for meat analog products : № PCT/EP2018/058918 ; filed 06.04.2018 ; publ. 11.10.2018 / Yuangang Z., Chakraborty P., Villagran F. V

189. Patent № 9700067 United States, IPC A23. I/14, A23. 3/4. Methods and compositions for affecting the flavor and aroma profile of consumables : № 14/797,006 ; filed 10.07.2015 ; publ. 10.12.2015 / Fraser R., Brown P., Karr J. [et al.].

190. Paustian, M. Consumer preferences for regional meat products / M. Paustian, F. E. Reinecke, L. Theuvsen. – DOI 10.1108/BFJ-01-2016-0002 // British food journal. – 2016. – Vol. 118, iss. 11. – P. 2761–2780.

191. Plant-Based Global Standart. – URL: <https://www.brcgsbookshop.com/bookshop/plant-based-global-standardissue-1/c-24/p-621> (дата обращения: 12.08.2020).

192. Popa, A. An intelligent IoT-based food quality monitoring approach using low-cost sensors / A. Popa, M. Hnatiuc, M. Paun [et al.]. – DOI 10.3390/sym11030374 // Symmetry. – 2019. – Vol. 11, iss. 3. – Art. 374.

193. Prause, L. Digitalization and the third food regime / L. Prause, S. Hackfort, M. Lindgren. – DOI 10.1007/s10460-020-10161-2 // Agriculture and human values. – 2020. – URL: <https://doi.org/10.1007/s10460-020-10161-2> (дата обращения: 12.06.2021).

194. Ramachandraiah, K. Potential development of sustainable 3D-printed meat analogues: a review / K. Ramachandraiah. – DOI 10.3390/su13020938 // Sustainability. – 2021. – Vol. 13, iss. 2. – Art. 938.

195. Riascos, J. J. Hypoallergenic legume crops and food allergy: factors affecting feasibility and risk / J. J. Riascos, A. K. Weissinger, S. M. Weissinger, A. W. Burks. –

DOI 10.1021/jf902526y // Journal of agricultural and food chemistry. – 2010. – Vol. 58, iss. 1. – P. 20–27.

196. Rödl, M. B. Taking animals out of meat: meat industries and the rise of meat alternatives / M. B. Rödl. – DOI 10.1007/978-3-030-55285-5_6 // Sustainable consumption and production, vol. II / ed. by R. Bali Swain, S. Sweet. – Cham : Palgrave Macmillan, 2021. – P. 99–120.

197. Samard, S. A. A comparison of physicochemical characteristics, texture, and structure of meat analogue and meats / S. A. Samard, G. H. Ryu. – DOI 10.1002/jsfa.9438 // Journal of the science of food and agriculture. – 2019. – Vol. 99, iss. 6. – P. 2708–2715.

198. Santo, R. E. Considering plant-based meat substitutes and cell-based meats: a public health and food systems perspective / R. E. Santo, B. F. Kim, S. E. Goldman [et al.]. – DOI 10.3389/fsufs.2020.00134 // Frontiers in sustainable food systems. – 2020. – Vol. 4. – Art. 134.

199. Schreuders, F. K. Comparing structuring potential of pea and soy protein with gluten for meat analogue preparation / F. K. Schreuders, B. L. Dekkers, I. Bodnár [et al.]. – DOI 10.1016/j.jfoodeng.2019.04.022 // Journal of food engineering. – 2019. – Vol. 261. – P. 32–39.

200. Shan, L. C. Consumer preferences towards healthier reformulation of a range of processed meat products: a qualitative exploratory study / L. C. Shan, È. Regan, F. J. Monahan [et al.]. – DOI 10.1108/BFJ-11-2016-0557 // British food journal. – 2017. – Vol. 119, iss. 9. – P. 2013–2026.

201. Singh, P. Functional and edible uses of soy protein products / P. Singh, R. Kumar, S. N. Sabapathy, A. S. Bawa. – DOI 10.1111/j.1541-4337.2007.00025.x // Comprehensive reviews in food science and food safety. – 2008. – Vol. 7, iss. 1. – P. 14–28.

202. Stephens, N. Bringing cultured meat to market: technical, socio-political, and regulatory challenges in cellular agriculture / N. Stephens, L. Di Silvio, I. Dunsford [et al.]. – DOI 10.1016/j.tifs.2018.04.010 // Trends in food science and technology. – 2018. – Vol. 78. – P. 155–166.

203. Sundmaeker, H. Internet of food and farm 2020 / H. Sundmaeker, C. N. Verdouw, J. Wolfert, L. Perez Freire // Digitising the industry: Internet of Things connecting physical, digital and virtual worlds / ed. by O. Vermesan, P. Friess. – Gisturp : River Publishers, 2016. – P. 129–150.

204. Thavamani, A. Meet the meat alternatives: the value of alternative protein sources / A. Thavamani, T. J. Sferra, S. Sankararaman. – DOI 10.1007/s13668-020-00341-1 // Current nutrition reports. – 2020. – Vol. 9, iss. 4. – P. 346–355.

205. Tian, F. A supply chain traceability system for food safety based on HACCP, blockchain & Internet of things / F. Tian. – DOI 10.1109/ICSSSM.2017.7996119 // 14th International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM). – IEEE, 2017. – P. 1–6.

206. Tiunov, V. M. FoodTech and the digitalization of public catering in Russia / V. M. Tiunov. – DOI 10.37493/2307-910X.2020.3.2 // Современная наука и инновации. – 2020. – No. 3 (31). – P. 17–21.

207. Tosun, P. Meat substitutes in sustainability context: a content analysis of consumer attitudes / P. Tosun, M. Yanar, S. Sezgin, N. Uray. – DOI 10.1080/08974438.2020.1840475 // Journal of international food and agribusiness marketing. – 2020. – P. 1–23.

208. Tziva, M. Understanding the protein transition: The rise of plant-based meat substitutes / M. Tziva, S. O. Negro, A. Kalfagianni, M. P. Hekkert. – DOI 10.1016/j.eist.2019.09.004 // Environmental innovation and societal transitions. – 2020. – Vol. 35. – P. 217–231.

209. Van der Weele, C. Meat alternatives: an integrative comparison / C. van der Weele, P. Feindt, A. J. van der Goot [et al.]. – DOI 10.1016/j.tifs.2019.04.018 // Trends in food science and technology. – 2019. – Vol. 88. – P. 505–512.

210. Verboven, P. Digital twins of food process operations: the next step for food process models? / P. Verboven, T. Defraeye, A. K. Datta, B. Nicolai. – DOI 10.1016/j.cofs.2020.03.002 // Current opinion in food science. – 2020. – Vol. 35. – P. 79–87.

211. Xiong, Y. L. Hydrolyzed wheat gluten suppresses transglutaminase-mediated gelation but improves emulsification of pork myofibrillar protein / Y. L. Xiong,

K. K. Agyare, K. Addo. – DOI 10.1016/j.meatsci.2008.02.005 // *Meat science*. – 2008. – Vol. 80, iss. 2. – P. 535–544.

212. Yankovskaya, V. S. Food quality management based on qualimetric methods / V. S. Yankovskaya, N. I. Dunchenko, D. Artykova [et al.] // *Rural Development 2019 : proceedings of the 9th International Scientific Conference*. – Kaunas : Vytautas Magnus University, 2019. – P. 93–97.

213. Yoon, J. Y. Lab-on-a-chip pathogen sensors for food safety / J. Y. Yoon, K. Bumsang. – DOI 10.3390/s120810713 // *Sensors*. – 2012. – Vol. 12, iss. 8. – P. 10713–10741.

214. You, G. Y. Development of meat analogues using vegetable protein: a review / G. Y. You, H. I. Yong, M. H. Yu, K. H. Jeon // *Korean journal of food science and technology*. – 2020. – Vol. 52, iss. 2. – P. 167–171.

215. Yu, B. Food quality monitoring system based on smart contracts and evaluation models / B. Yu, P. Zhan, M. Lei [et al.]. – DOI 10.1109/ACCESS.2020.2966020 // *IEEE Access*. – 2020. – Vol. 8. – P. 12479–12490.

216. Yuliarti, O. Structuring the meat analogue by using plant-based derived composites / O. Yuliarti, T. Kovic, N. J. Yi. – DOI 10.1016/j.jfoodeng.2020.110138 // *Journal of food engineering*. – 2021. – Vol. 288. – Art. 110138.

217. Zinina, O. V. Business activity of agricultural enterprises. Problems and solutions / O. V. Zinina, Ju. A. Olentsova. – DOI 10.26140/anie-2020-0904-0032 // *Azimuth of scientific research: economics and administration*. – 2020. – Vol. 9, № 4 (33). – P. 151–153.

218. Zong-ya, J. I. Application of texture analyzer in the assessment for food quality / Z. Ji // *Food engineering*. – 2011. – Vol. 3. – P. 22–25.

- квалифицированный служащий;
- рабочий;
- студент;
- пенсионер;
- не работаю.

4. Как часто Вы покупаете полуфабрикаты?

- практически каждый день;
- несколько раз в неделю;
- несколько раз в месяц;
- несколько раз в год;
- не покупаю вообще.

5. Какой вид полуфабрикатов Вы предпочитаете больше всего?

- котлеты;
- котлеты с начинкой (зразы);
- тефтели, фрикадельки;
- шницели, бифштексы;
- другое: _____.

6. В каких случаях Вы употребляете полуфабрикаты?

- покупаю регулярно на обед/ужин;
- покупаю, когда нет времени на приготовление пищи;
- просто потому что захотелось;
- другое: _____.

7. Где Вы обычно покупаете данную продукцию?

- в крупных супермаркетах;
- в небольшом продуктовом магазине;
- в интернет-магазине;
- где придется;

○ другое: _____.

8. Как Вы относитесь к полуфабрикатам из сои (аналоги мясной продукции)?

- положительно;
- нейтрально;
- отрицательно;
- никогда не пробовал(а).

9. По какой причине Вы употребляете аналоговую мясную продукцию?

- вегетарианство;
- религия;
- аллергия;
- не употребляю;
- другое: _____.

10а. Назовите желаемые свойства аналоговых мясных полуфабрикатов из сои (для тех, кто употребляет данную продукцию):

- натуральный вкус;
- внешний вид (правильная форма, состояние панировки);
- цвет (приятный, однородный);
- однородный по консистенции;
- состав продукта;
- полностью натуральные ингредиенты;
- пищевая и энергетическая ценность;
- сочный;
- без яиц;
- без добавления консервантов.

10б. Назовите желаемые свойства аналоговых мясных полуфабрикатов из сои (для тех, кто употребляет данную продукцию):

- приемлемая цена;

- полезный;
- безопасный;
- низкокалорийный;
- высококалорийный;
- удобная упаковка;
- длительный срок хранения;
- короткий срок хранения;
- производитель/торговая марка.

Раздел 2

Оцените значимость для Вас различных показателей при выборе (покупке) аналога мясного полуфабриката методом попарного сопоставления.

1. Вкус:

- внешний вид;
- сочность;
- полностью натуральные ингредиенты;
- без яиц;
- приемлемая цена;
- полезность;
- безопасность;
- пищевая ценность;
- отсутствие консервантов.

2. Внешний вид:

- сочность;
- полностью натуральные ингредиенты;
- без яиц;
- приемлемая цена;
- полезность;

- безопасность;
- пищевая ценность;
- отсутствие консервантов.

3. Сочность:

- полностью натуральные ингредиенты;
- без яиц;
- приемлемая цена;
- полезность;
- безопасность;
- пищевая ценность;
- отсутствие консервантов.

4. Полностью натуральные ингредиенты:

- без яиц;
- приемлемая цена;
- полезность;
- безопасность;
- пищевая ценность;
- отсутствие консервантов.

5. Без яиц:

- приемлемая цена;
- полезность;
- безопасность;
- пищевая ценность;
- отсутствие консервантов.

6. Приемлемая цена:

- полезность;
- безопасность;

- пищевая ценность;
- отсутствие консервантов.

7. Полезность:

- безопасность;
- пищевая ценность;
- отсутствие консервантов.

8. Безопасность

- пищевая ценность;
- отсутствие консервантов.

Приложение Б
(обязательное)

Матрица результатов опроса 500 респондентов

Варианты ответов	Респонденты в зависимости от пола и возраста					
	Мужчины 18–25 лет	Мужчины 26–45 лет	Мужчины 46 лет и старше	Женщины 18–25 лет	Женщины 26–45 лет	Женщины 46 лет и старше
Род деятельности (один вариант ответа)						
Специалист	9	106	12	21	72	25
Квалифицированный служащий	2	22	0	3	20	16
Рабочий	6	9	2	5	11	2
Студент	15	1	0	63	2	0
Пенсионер	0	0	1	0	0	8
Не работаю	1	7	4	7	46	9
Как часто Вы покупаете полуфабрикаты (один вариант ответа)						
Практически каждый день	1	5	1	2	6	0
Несколько раз в неделю	15	33	5	28	29	10
Несколько раз в месяц	10	60	6	38	50	29
Несколько раз в год	5	28	3	21	47	16
Не покупаю вообще	2	11	4	9	20	6

Варианты ответов	Респонденты в зависимости от пола и возраста					
	Мужчины 18–25 лет	Мужчины 26–45 лет	Мужчины 46 лет и старше	Женщины 18–25 лет	Женщины 26–45 лет	Женщины 46 лет и старше
Какой вид полуфабрикатов Вы предпочитаете больше всего (несколько вариантов ответа)						
Котлеты	18	60	7	62	71	23
Котлеты с начинкой (зразы)	3	25	1	21	20	8
Тефтели, фрикадельки	5	24	4	22	18	11
Шницели, бифштексы	3	26	6	12	26	13
Другое	5 – блины, 6 – вареники/пельмени, 5 – овощные смеси для гарнира, 6 – продукты соевые (тофу, фарш/мясо, спаржа, сосиски)	5 – блины, 10 – вареники/пельмени, 3 – овощные смеси для гарнира, 3 – пицца, 8 – продукты соевые (тофу, фарш/мясо, спаржа, сосиски)	2 – вареники/пельмени, 3 – овощные смеси для гарнира, 2 – продукты соевые (тофу, фарш/мясо, спаржа, сосиски)	2 – блины, 4 – вареники/пельмени, 6 – овощные смеси для гарнира, 7 – продукты соевые (тофу, фарш/мясо, спаржа, сосиски)	10 – блины, 45 – вареники/пельмени, 13 – овощные смеси для гарнира, 2 – пицца, 28 – продукты соевые (тофу, фарш/мясо, спаржа, сосиски)	6 – вареники/пельмени, 4 – овощные смеси для гарнира, 14 – продукты соевые (тофу, фарш/мясо, спаржа, сосиски)
В каких случаях Вы употребляете полуфабрикаты (один вариант ответа)						
Покупаю регулярно на обед/ужин	10	18	6	6	10	7
Покупаю, когда нет времени на приготовление пищи	9	47	4	45	60	27
Просто потому что захотелось	14	72	8	43	68	24
Другое	0	1 – нет желания готовить	1 – нет желания готовить	2 – разнообразить рацион; 2 – не покупаю	7 – разнообразить рацион, 2 – скидки и акции, 4 – не покупаю	1 – скидки и акции, 2 – не покупаю

Варианты ответов	Респонденты в зависимости от пола и возраста					
	Мужчины 18–25 лет	Мужчины 26–45 лет	Мужчины 46 лет и старше	Женщины 18–25 лет	Женщины 26–45 лет	Женщины 46 лет и старше
Где Вы обычно покупаете данную продукцию (один вариант ответа)						
В крупных супермаркетах	13	66	13	56	65	27
В небольшом продуктовом магазине	6	22	0	12	24	10
В интернет-магазине	4	10	1	3	6	2
Где придется	7	29	3	21	31	15
Другое	2 – специализированный магазин/ для веганов, 1 – ВкусВилл	4 – специализированный магазин/ для веганов	2 – у частных лиц/на рынке	3 – специализированный магазин/ для веганов, 1 – ВкусВилл, 2 – не покупаю	9 – специализированный магазин/ для веганов, 6 – ВкусВилл, 6 – у частных лиц/на рынке, 4 – не покупаю	4 – специализированный магазин/ для веганов, 1 – ВкусВилл, 2 – не покупаю
Как Вы относитесь к аналогам мясных полуфабрикатов из сои (один вариант ответа)						
Положительно	24	99	11	72	108	41
Нейтрально	1	25	5	14	21	15
Отрицательно	4	6	2	2	7	2
Никогда не пробовал(а)	4	8	1	10	15	3
По какой причине Вы употребляете аналоги мяса? (один вариант ответа)						
Вегетарианство/веганство	23	113	13	75	110	41
Религия	0	3	1	2	6	3
Аллергия	1	1	0	0	1	4

Варианты ответов	Респонденты в зависимости от пола и возраста					
	Мужчины 18–25 лет	Мужчины 26–45 лет	Мужчины 46 лет и старше	Женщины 18–25 лет	Женщины 26–45 лет	Женщины 46 лет и старше
Не употребляю	9	15	3	17	21	4
Другое	0	3 – нравится вкус/ разнообразие ра- циона, 3 – для здоровья/диета	1 – нравится вкус/ разнообразие ра- циона, 1 – для здоровья/диета	3 – нравится вкус/ разнообразие ра- циона, 1– под- держка члена се- мьи (за компанию)	6 – нравится вкус/ разнообразие ра- циона, 6 – для здоровья/диета, 1 – поддержка члена семьи (за компанию)	5 – нравится вкус/ разнообразие ра- циона, 1 – для здоровья/диета, 3 – поддержка члена семьи (за компанию)
Назовите желаемые свойства аналога мясного полуфабриката из сои (несколько вариантов ответа)						
Вкус, идентичный мясному продукту	18	78	7	66	83	36
Внешний вид (форма, панировка)	12	30	5	41	74	18
Цвет (приятный, од- нородный)	4	17	3	22	52	15
Состав продукта	7	50	7	59	99	37
Полностью раститель- ные ингредиенты	18	68	11	57	112	47
Пищевая и энергетиче- ская ценность	8	27	6	40	82	27
Сочность	10	47	7	66	90	24
Отсутствие яиц	9	63	5	61	85	23
Отсутствие консер- вантов	4	27	6	35	101	29
Цена	20	98	11	87	118	38

Варианты ответов	Респонденты в зависимости от пола и возраста					
	Мужчины 18–25 лет	Мужчины 26–45 лет	Мужчины 46 лет и старше	Женщины 18–25 лет	Женщины 26–45 лет	Женщины 46 лет и старше
Полезность	20	88	11	69	125	45
Безопасность	10	86	7	59	100	42
Низкокалорийность	3	5	0	17	42	19
Калорийность	6	13	4	18	7	1
Удобная упаковка	4	6	0	21	22	8
Длительный срок хранения	1	9	4	21	16	3
Короткий срок хранения	0	0	3	4	14	5
Торговая марка/производитель	0	1	1	6	7	5



УТВЕРЖДАЮ:
 Директор ИП Халяпин А.О.
 (организация, должность)
 А.О. Халяпин, «03»  2021 г.
 (подпись, инициалы, фамилия, дата)

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА № 143/21

КОТЛЕТЫ СОЕВЫЕ С ОВСЯНЫМИ ХЛОПЬЯМИ И ТЫКВОЙ

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая технико-технологическая карта распространяется на «Котлеты соевые с овсяными хлопьями и тыквой», вырабатываемые и реализуемые в магазине полезной еды «Жизньмарт», г. Екатеринбург, улица Сакко и Ванцетти, 61.

2 ТРЕБОВАНИЯ К СЫРЬЮ

Продовольственное сырье, пищевые продукты и полуфабрикаты, используемые для приготовления котлет, должны соответствовать требованиям действующих нормативных и технических документов, иметь сопроводительные документы, подтверждающие их безопасность и качество (сертификат соответствия, санитарно-эпидемиологическое заключение, удостоверение безопасности и качества и пр.).

3 РЕЦЕПТУРА

Наименование сырья	Расход сырья и продуктов на 1 порцию, г	
	БРУТО	НЕТТО
Фарш соевый текстурированный	19,70	19,70
Хлопья овсяные	10,00	10,00
Изолят соевого белка	5,40	5,40
Пюре из тыквы	10,00	10,00
Вода питьевая	43,40	43,40
Лук репчатый свежий	5,95	5,00
Отруби овсяные хрустящие	4,00	4,00
Соль поваренная пищевая	1,00	1,00
Перец черный молотый	0,50	0,50
Чеснок сушеный молотый	0,50	0,50
Паприка копченая молотая	0,50	0,50
ВЫХОД:	-	100

4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

Соевый фарш предварительно подготавливают путем гидратации водой ($T=90-100^{\circ}\text{C}$), предусмотренной рецептурой, с последующим набуханием в течение 10-15 минут с добавлением хлопьев овсяных измельченных. Затем фаршевую массу и лук репчатый пропускают через мясорубку (диаметр решетки 3 мм). В фаршемешалку последовательно загружаются ингредиенты и перемешиваются 4-6 мин до образования связанной однородной массы. Для получения тыквенного пюре тыква очищается от корки, режется

на кубики произвольной формы, бланшируется в течение 10 мин, затем жидкая часть удаляется, твердая – протирается до однородной массы. Из готовой котлетной массы разделяют изделия овально-приплюснутой формы с заостренным концом. Поверхность сформованных полуфабрикатов панируется овсяными отрубями (в измельченном виде), затем жарят основным способом с двух сторон до образования румяной корочки.

Котлеты отпускают по 2 или 1 штуке на порцию. При отпуске изделий их гарнируют. Гарниры – овощи гриль/на пару/свежие, макаронные изделия отварные, картофель отварной/жареный (из вареного/сырого), капуста тушеная, сложный гарнир.

5 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ, РЕАЛИЗАЦИИ И ХРАНЕНИЮ

Котлеты реализуют в упакованном виде сразу после приготовления.

Допустимый срок годности котлет в упаковке в незащищенной среде – не более 60 часов при температуре (4±2)°С.

6 ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ

6.1 Органолептические показатели качества:

Внешний вид и вид на разрезе: форма округлая или фигурно-приплюснутая, четко выраженная, равномерно покрыта панировкой, без трещин на поверхности, без разорванных и ломаных краев, фарш хорошо перемешан, масса однородная.

Цвет: панировки – золотистый; на срезе – желто-серый.

Вкус и запах: жареного изделия с используемыми рецептурными компонентами.

Текстура (консистенция): сочная, некрошливая, мягкая.

6.2 Микробиологические показатели должны соответствовать требованиям Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»:

Объем продукта (см³), в котором не допускается:

БГКП (колиформы)	0,1;
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы	25;
S.aureus	1,0;
V.cereus	0,1;
Дрожжи, КОЕ/г, не более	50;
Плесени, КОЕ/г, не более	10;
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	5×10 ⁴ ;

7 ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ (на выход – 100 г)

Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Клетчатка, г	Калорийность, ккал
12,71	14,81	12,90	7,35	235,73

Ответственный за оформление ТТК

Технолог



**Приложение Г
(обязательное)**

Акты промышленной апробации и внедрения на предприятиях

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ООО «ФИТМЭНШЕФ»



организация, должность

подпись, ФИО Д.В. Рубан

«24» мая 2021 г.

Акт промышленной апробации

Внедрения в практику производственной деятельности
фабрики-кухни ООО «ФИТМЭНШЕФ» (г. Оренбург) аналога мясного полуфабриката из
продуктов переработки сои, разработанного соискателем Уральского государственного
экономического университета
Макаровой Анной Андреевной
(в рамках выполнения диссертационной работы)

С целью расширения кулинарной продукции и включения в ассортимент аналогов мясных продуктов соискателем Макаровой А.А. была предложена новая рецептура аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои в соответствии с ТУ 10.89.19-001-02069214-2021.

Полученный полуфабрикат оценивался дегустационной комиссией в составе:

Разработчик – Макарова А.А.

Директор – Рубан Д.В.

Технолог – Медведева Л.И.

Дегустационная комиссия отметила высокие органолептические показатели полуфабриката и рекомендовала к внедрению в производство.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: дегустационная комиссия рекомендовала представленный полуфабрикат к производству и реализации в условиях розничной торговой сети.

Комиссия:
Разработчик

подпись

Макарова А.А.
ФИО

Директор

подпись

Рубан Д.В.
ФИО

Технолог

подпись

Медведева Л.И.
ФИО

УТВЕРЖДАЮ:


 Директор ИП Халяпин А.О.
 организация/должность
Халяпин А.О.
 подпись, ФИО
 06 2021 г.

Акт промышленной апробации

Внедрения в практику производственной деятельности
 фабрики-кухни магазина полезной еды «Жизньмарт» ИП Халяпин А.О. (г. Екатеринбург,
 улица Сакко и Ванцетти, 61) аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки
 сои, разработанного соискателем Уральского государственного экономического
 университета
 Макаровой Анной Андреевной
 (в рамках выполнения диссертационной работы)

С целью расширения кулинарной продукции и включения в ассортимент аналогов мясных продуктов соискателем Макаровой А.А. была предложена новая рецептура аналога мясного полуфабриката из соевых продуктов в соответствии с ТУ 10.89.19-001-02069214-2021.

Полученный полуфабрикат оценивался дегустационной комиссией в составе:

Разработчик – Макарова А.А.

Директор – Халяпин А.О.

Технолог – Торбунова В.А.

Дегустационная комиссия отметила высокие органолептические показатели полуфабриката и рекомендовала к внедрению в производство.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: дегустационная комиссия рекомендовала представленный полуфабрикат к производству и реализации в условиях розничной торговой сети.

Комиссия:
Разработчик

Макарова А.А.
подпись

Макарова А.А.
ФИО

Директор

Халяпин А.О.
подпись

Халяпин А.О.
ФИО

Технолог

Торбунова В.А.
подпись

Торбунова В.А.
ФИО

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИП Халяпин А.О.
 организация, должность
 А.О. Халяпин
 подпись, ФИО



2021 г.

Акт

Внедрения в практику производственной деятельности
 фабрики-кухни магазина полезной еды «Жизньмарт» ИП Халяпин А.О. (г. Екатеринбург,
 улица Сакко и Ванцетти, 61) аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки
 сои, разработанного соискателем Уральского государственного экономического
 университета
 Макаровой Анной Андреевной
 (в рамках выполнения диссертационной работы)

С целью расширения кулинарной продукции и включения в ассортимент аналогов
 мясных продуктов соискателем Макаровой А.А. была предложена новая рецептура
 аналога мясного полуфабриката из соевых продуктов в соответствии с ТУ 10.89.19-001-
 02069214-2021.

Полученный полуфабрикат оценивался дегустационной комиссией в составе:

Разработчик – Макарова А.А.

Директор – Халяпин А.О.

Технолог – Горбунова В.А.

Дегустационная комиссия отметила высокие органолептические показатели
 полуфабриката и рекомендовала к внедрению в производство.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: дегустационная комиссия рекомендовала представленный
 полуфабрикат к производству и реализацию в условиях розничной торговой сети.

Комиссия:
 Разработчик

Директор

Технолог

<u>Макарова А.А.</u> подпись	<u>Халяпин А.О.</u> подпись	<u>Макарова А.А.</u> ФИО
<u>Горбунова В.А.</u> подпись	<u>Халяпин А.О.</u> подпись	<u>Халяпин А.О.</u> ФИО
		<u>Горбунова В.А.</u> ФИО

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ООО «ФИТМЭНШЕФ»

организация, должность

Д.В. Рубан

подпись, ФИО

2021 г.



Акт

Внедрения в практику производственной деятельности фабрики-кухни ООО «ФИТМЭНШЕФ» (г. Оренбург) аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои, разработанного соискателем Уральского государственного экономического университета Макаровой Анной Андреевной (в рамках выполнения диссертационной работы)

С целью расширения кулинарной продукции и включения в ассортимент аналогов мясных продуктов соискателем Макаровой А.А. была предложена новая рецептура аналога мясного полуфабриката из продуктов переработки сои в соответствии с ТУ 10.89.19-001-02069214-2021.

Полученный полуфабрикат оценивался дегустационной комиссией в составе:

Разработчик – Макарова А.А.

Директор – Рубан Д.В.

Технолог – Медведева Л.И.

Дегустационная комиссия отметила высокие органолептические показатели полуфабриката и рекомендовала к внедрению в производство.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: дегустационная комиссия рекомендовала представленный полуфабрикат к производству и реализации в условиях розничной торговой сети.

Комиссия:
Разработчик

подпись

Макарова А.А.
ФИО

Директор

подпись

Рубан Д.В.
ФИО

Технолог

подпись

Медведева Л.И.
ФИО

Приложение Д
(обязательное)

Акт о внедрении ООО «Центр «Дегустатор»



ООО Центр «Дегустатор»
620027, г.Екатеринбург, ул.Короленко, д.14, оф.57, тел/факс
(343)319-46-73, e-mail degustator@olympus.ru
ИНН 6673134496 / КПП 667801001 ОГРН1056604932780

Исх № 12/3 от 19.03. 2021 г.

АКТ

О внедрении результатов диссертационного исследования Макаровой Анны Андреевны на тему «Формирование и управление качеством полуфабриката из продуктов переработки сои» в практику производственной деятельности ООО «Центр «Дегустатор»

Настоящим подтверждаем, что материалы диссертационного исследования Макаровой Анны Андреевны на тему «Формирование и управление качеством полуфабриката из продуктов переработки сои» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.15 – Технология и товароведение пищевых продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания внедрены в ООО «Центр «Дегустатор» в части:

- использования модели управления качеством при производстве аналогов мясной продукции;
- использования причинно-следственной диаграммы факторов, влияющих на качество аналогов мясных полуфабрикатов из продуктов переработки сои, в том числе на органолептические показатели.

Директор



Заворохина Н.В.

Приложение Е
(обязательное)

Акт внедрения результатов диссертационного исследования
в учебный процесс



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный экономический университет»
(УрГЭУ)

СПРАВКА

01.06.2021

№ 1/0106

г. Екатеринбург

О внедрении результатов диссертационного исследования Макаровой Анны Андреевны на тему «Формирование и управление качеством полуфабриката из продуктов переработки сои» в учебный процесс ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»

Настоящая справка дана Макаровой Анне Андреевне, в том, что основные научно-методические положения, содержащиеся в диссертационном исследовании «Формирование и управление качеством полуфабриката из продуктов переработки сои», представленном на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 05.18.15 «Технология и товароведение пищевых продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания», нашли применение в учебном процессе ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет» при подготовке бакалавров в рамках образовательной программы 19.03.04 направления подготовки «Технология продукции и организация общественного питания» (профиль «Технология продукции и организация ресторанного бизнеса»), по дисциплине «Управление качеством и сертификация услуг общественного питания».

Проректор по учебно-методической
работе и качеству образования

Д.А. Карх

Приложение Ж (обязательное)

Протоколы испытаний

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем
им. В.М. Горбатова» РАН**
109316, г. Москва, ул. Талалихина, 26
т.8-495-676-91-26; e-mail: 6769126@fneps.ru



ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 389/1

От 05.04.2021 г.

Договор №2163-ИЦ/ГМО от 22.03.2021 г.

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗЦА ПРОДУКЦИИ	АНАЛОГОВЫЙ МЯСНОЙ ПОЛУФАБРИКАТ ИЗ СОЕВЫХ ПРОДУКТОВ ОХЛАЖДЕННЫЙ ФОРМОВАННЫЙ «КОТЛЕТЫ СОЕВЫЕ С ОВСЯНЫМИ ХЛОПЬЯМИ И ТЫКВОЙ»	
ИД (ТД) НА ПРОДУКЦИЮ	НЕ ПРЕДОСТАВЛЕН	
ЗАКАЗЧИК	Общество с ограниченной ответственностью «Независимый центр сертификации и экспертизы «ХорекаЭкспертГрупп», г.Москва, Кронштадский бульвар 6 к 2, оф.249	
ИЗГОТОВИТЕЛЬ	Общество с ограниченной ответственностью «Независимый центр сертификации и экспертизы «ХорекаЭкспертГрупп», г.Москва, Кронштадский бульвар 6 к 2, оф.249	
ЦЕЛЬ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ	ПРОВЕРКА НА СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЯМ ТР ТС 021/2011 ПО МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ БЕЛКА	
МЕСТО ОТБОРА ОБРАЗЦА	г.Москва, Кронштадский бульвар 6 к 2, оф.249	
ДАТА, ВРЕМЯ / АКТ ОТБОРА ОБРАЗЦА	ДАТА ОТБОРА: 22.03.2021 г.	АКТ ОТБОРА: №1 от 22.03.2021 г.
ОТБОР ПРОИЗВЕДЕН	Представителем ООО «ХорекаЭкспертГрупп» в соответствии с ГОСТ 30390-2013	
МАССА ПАРТИИ/ РАЗМЕР ПАРТИИ/НОМЕР ПАРТИИ	-	
КОЛИЧЕСТВО ОБРАЗЦА	4 шт. × 100 г	
НОМЕР (КОД) ОБРАЗЦА	ОБР.№ 1 (389 А/1)	
НОМЕР ЗАЯВКИ, ДАТА ПОСТУПЛЕНИЯ ОБРАЗЦА	№ 389 А от 22.03.2021 г.	
УПАКОВКА	НАИМЕНОВАНИЕ УПАКОВКИ: Контейнер с крышкой	ЦЕЛОСТНОСТЬ УПАКОВКИ: не повреждена
ДАТА ИЗГОТОВЛЕНИЯ	22.03.2021 г.	
СРОК ГОДНОСТИ	48 часов	
УСЛОВИЯ ХРАНЕНИЯ	Хранить при температуре +2+6°С	
ОПИСАНИЕ ЭТИКЕТКИ (СОСТАВ)	-	
СПОСОБ ДОСТАВКИ ОБРАЗЦА	Автотранспорт, термопакет	
ДАТА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ	ДАТА НАЧАЛА: 23.03.2021 г.	ДАТА ОКОНЧАНИЯ: 29.03.2021 г.
ТР ТС 021/2011 И	Пр.1,2	

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

НАИМЕНОВАНИЕ ОПРЕДЕЛЯЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ	ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ	ИД НА МЕТОДИКУ ИССЛЕДОВАНИЙ	РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ	ДОПУСТИМЫЙ УРОВЕНЬ
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ:				
КМАФАнМ	КОЕ/г	ГОСТ 10444.15-94	3,8 × 10 ⁴	НЕ БОЛЕЕ 5,0 × 10 ⁴
БГКП (колиформы)	г	ГОСТ 31747-2012	НЕ ОБНАРУЖЕНО В 0,1	НЕ ДОПУСКАЕТСЯ В 0,1
S.AUREUS	г	ГОСТ 31746-2012	НЕ ОБНАРУЖЕНО В 1,0	НЕ ДОПУСКАЕТСЯ В 1,0
ПАТОГЕННЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ, В Т.Ч. САЛЬМОНЕЛЛЫ	г	ГОСТ 31659-2012	НЕ ОБНАРУЖЕНО В 25	НЕ ДОПУСКАЕТСЯ В 25
ДРОЖЖИ	КОЕ/г	ГОСТ 10444.12-2013	МЕНЕЕ 1,0 × 10 ¹	НЕ БОЛЕЕ 50,0
ПЛЕСЕНИ	КОЕ/г	ГОСТ 10444.12-2013	МЕНЕЕ 1,0 × 10 ¹	НЕ БОЛЕЕ 10,0
V.CEREUS	г	ГОСТ 10444.8-2013	НЕ ОБНАРУЖЕНО В 0,1	НЕ ДОПУСКАЕТСЯ В 0,1
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ:				
МАССОВАЯ ДОЛЯ БЕЛКА (K=6,25)	%	ГОСТ 26889-86	16,7 ± 0,1	

Ответственный за оформление протокола испытаний: Андреева Д.Е.

**РУКОВОДИТЕЛЬ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА
ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН**

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОТДЕЛА КОНСУЛЬТАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН**



Вострикова Н.Л.

Бушueva М.Ю.

«05» АПРЕЛЯ 2021 г.

ПЕРЕПЕЧАТКА И РАЗМНОЖЕНИЕ ПРОТОКОЛА ИСПЫТАНИЙ БЕЗ РАЗРЕШЕНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН ЗАПРЕЩАЮТСЯ. РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫ ТОЛЬКО ДЛЯ ОБРАЗЦОВ, ПРОБЕДШУХ ИСПЫТАНИЕМ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН НЕ НЕСЕТ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА ПРАВИЛЬНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕДУРЫ ДОСТАВКИ И ОТБОРА ПРОБ. НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН НЕ НЕСЕТ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА СТОРОННИЕ МНЕНИЯ И ТОЛКОВАНИЯ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ.

Протокол № 389/1 от 05.04.2021 г. Стр. 2 из 2

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем
им. В.М. Горбатова» РАН
109316, г. Москва, ул. Талалихина, 26
т.8-495-676-91-26; e-mail: 6769126@fnccps.ru



ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 389/2

От 05.04.2021 г.

Договор №2163-ИЦТМО от 22.03.2021 г.

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗЦА ПРОДУКЦИИ	АНАЛОГОВЫЙ МЯСНОЙ ПОЛУФАБРИКАТ ИЗ СОЕВЫХ ПРОДУКТОВ ОХЛАЖДЕННЫЙ ФОРМОВАННЫЙ «КОТЛЕТЫ СОЕВЫЕ С ОВСЯНЫМИ ХЛОПЬЯМИ И ТЫКВОЙ»	
ИД (ГД) НА ПРОДУКЦИЮ	НЕ ПРЕДОСТАВЛЕН	
ЗАКАЗЧИК	Общество с ограниченной ответственностью «Независимый центр сертификации и экспертизы «ХорекаЭкспертГрупп», г.Москва, Кронштадский бульвар 6 к 2, оф.249	
ИЗГОТОВИТЕЛЬ	Общество с ограниченной ответственностью «Независимый центр сертификации и экспертизы «ХорекаЭкспертГрупп», г.Москва, Кронштадский бульвар 6 к 2, оф.249	
ЦЕЛЬ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ	ПРОВЕРКА НА СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЯМ ТР ТС 021/2011 ПО МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ	
МЕСТО ОТБОРА ОБРАЗЦА	г.Москва, Кронштадский бульвар 6 к 2, оф.249	
ДАТА,ВРЕМЯ / АКТ ОТБОРА ОБРАЗЦА	ДАТА ОТБОРА: 22.03.2021 г.	АКТ ОТБОРА: №1 от 22.03.2021 г.
ОТБОР ПРОИЗВЕДЕН	Представителем ООО «ХорекаЭкспертГрупп» в соответствии с ГОСТ 30390-2013	
МАССА ПАРТИИ/ РАЗМЕР ПАРТИИ/НОМЕР ПАРТИИ	-	
КОЛИЧЕСТВО ОБРАЗЦА	4 шт. × 100 г	
НОМЕР (КОД) ОБРАЗЦА	ОБР.№ 2 (389 А/2)	
НОМЕР ЗАЯВКИ, ДАТА ПОСТУПЛЕНИЯ ОБРАЗЦА	№ 389 А от 22.03.2021 г.	
УПАКОВКА	НАИМЕНОВАНИЕ УПАКОВКИ: Контейнер с крышкой	ЦЕЛОСТНОСТЬ УПАКОВКИ: не повреждена
ДАТА ИЗГОТОВЛЕНИЯ	20.03.2021 г.	
СРОК ГОДНОСТИ	48 часов	
УСЛОВИЯ ХРАНЕНИЯ	Хранить при температуре +2+6°C	
ОПИСАНИЕ ЭТИКЕТКИ (СОСТАВ)	-	
СПОСОБ ДОСТАВКИ ОБРАЗЦА	Автотранспорт, термопакет	
ДАТА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ	ДАТА НАЧАЛА: 24.03.2021 г.	ДАТА ОКОНЧАНИЯ: 29.03.2021 г.
ТР ТС 021/2011	Пр.2	

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

НАИМЕНОВАНИЕ ОПРЕДЕЛЯЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ	ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ	ИД НА МЕТОДИКУ ИССЛЕДОВАНИЙ	РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ	ДОПУСТИМЫЙ УРОВЕНЬ
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ:				
КМАФАнМ	КОЕ/г	ГОСТ 10444.15-94	6.4×10^2	НЕ БОЛЕЕ 5.0×10^4
ДРОЖЖИ	КОЕ/г	ГОСТ 10444.12-2013	МЕНЕЕ 1.0×10^3	НЕ БОЛЕЕ 50.0
ПЛЕСЕНИ	КОЕ/г	ГОСТ 10444.12-2013	МЕНЕЕ 1.0×10^3	НЕ БОЛЕЕ 10.0

Ответственный за оформление протокола испытаний: Андросова Д.Е.

РУКОВОДИТЕЛЬ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА
ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН

РУКОВОДИТЕЛЬ ОТДЕЛА КОНСУЛЬТАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН



Вострикова Н.Л.

Бушнев М.Ю.

05» АПРЕЛЯ 2021 г.

ПЕРЕДАЧА И РАЗМНОЖЕНИЕ ПРОТОКОЛА ИСПЫТАНИЙ БЕЗ РАЗРЕШЕНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН ЗАПРЕЩАЮТСЯ. РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ДОСТУПНЫ ТОЛЬКО ДЛЯ ОБРАЗЦОВ, ПРОШЕДШИХ ИСПЫТАНИЯ. НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН НЕ СЕЕТ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА ПРАВИЛЬНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕДУРЫ ДОСТАВКИ И ОТБОРА ПРОБ. НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН НЕ СЕЕТ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА СТОРОННИЕ МНЕНИЯ И ТОЛКОВАНИЯ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ.

Протокол № 389/2 от 05.04.2021 г. Стр. 1 из 1

СТРУКТУРОМЕТР СТ-2

Методика-СТ-2-ТРА

01.12.2020 18:17:55

Анализ профиля текстуры_ТРА

Режим работы прибора:

1. Перемещение индентора 36 мм со скоростью движения V_d вниз до контакта с пробой продукта с усилием F_k

V_d , мм/с	-0,5
F_k , г	7
t , с	100

2. Внедрение индентора 36 мм в пробу продукта на глубину H_b (50% от высоты пробы продукта) со скоростью движения V_d

V_d , мм/с	-0,5
t , с	1000
H_b , мм	-5
F_{max} , г	4000

3. Извлечение индентора 36 мм из пробы продукта со скоростью движения V_d

V_d , мм/с	0,5
t , с	100
H_b , мм	10

4. Внедрение индентора 36 мм в пробу продукта на глубину H_b (50% от высоты пробы продукта) со скоростью движения V_d

V_d , мм/с	-0,5
t , с	1000
H_b , мм	-10
F_{max} , г	4000

5. Извлечение индентора 36 мм из пробы продукта со скоростью движения V_d

V_d , мм/с	0,5
t , с	100
F_k , г	7

6. Возврат индентора 36 мм в базовую точку со скоростью движения V_d

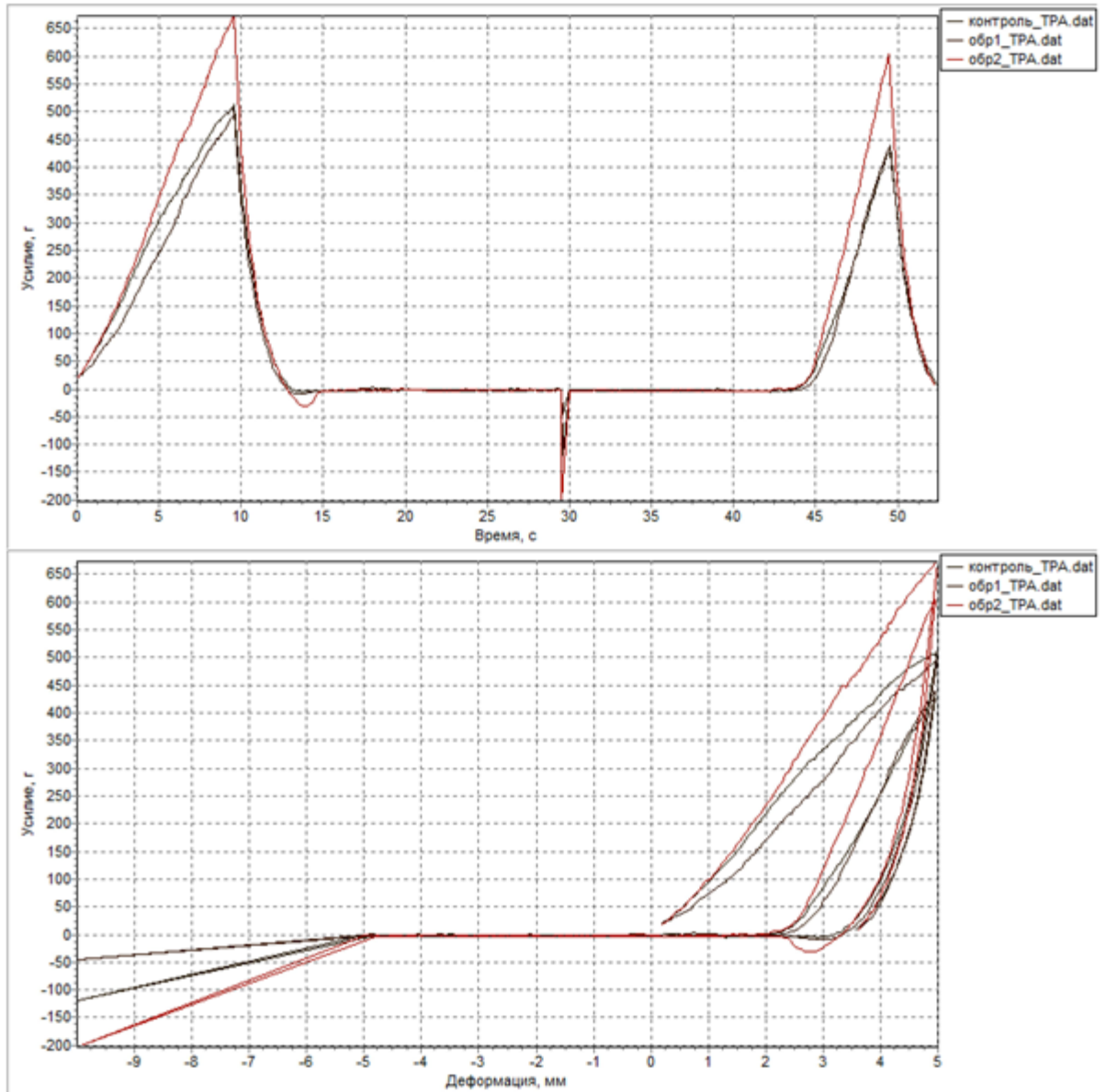
V_d , мм/с	0,5
H_b , мм	10
t , с	100

Результаты измерения:

№	Имя файла	Дата и время	F1 (цикл 1), г	F1 (цикл 2), г
12	контроль_ТРА.dat	01.12.2020 18:13:50	514,100	427,600
14	обр1_ТРА.dat	01.12.2020 18:15:20	501,700	438,700
15	обр2_ТРА.dat	01.12.2020 18:16:08	673,000	603,200

01.12.2020

TPA_сравнение.htm



СТРУКТУРОМЕТР СТ-2

Методика СТ-2-Деф.Профиль

01.12.2020 17:55:38

Определение деформационных характеристик

Режим работы прибора:

1. Перемещение индентора Поршень со скоростью движения V_d вниз до контакта с пробой продукта с усилием F_k

V_d , мм/с	-0,5
F_k , г	7
t , с	100

2. Внесение индентора Поршень в пробу продукта со скоростью движения V_d до усилия F_{max}

V_d , мм/с	-0,5
F_{max} , г	200
t , с	1000

3. Извлечение индентора Поршень из пробы продукта со скоростью движения V_d до конечного усилия F_{min}

V_d , мм/с	0,5
F_{min} , г	7
t , с	100

4. Возврат индентора Поршень в базовую точку со скоростью движения V_d

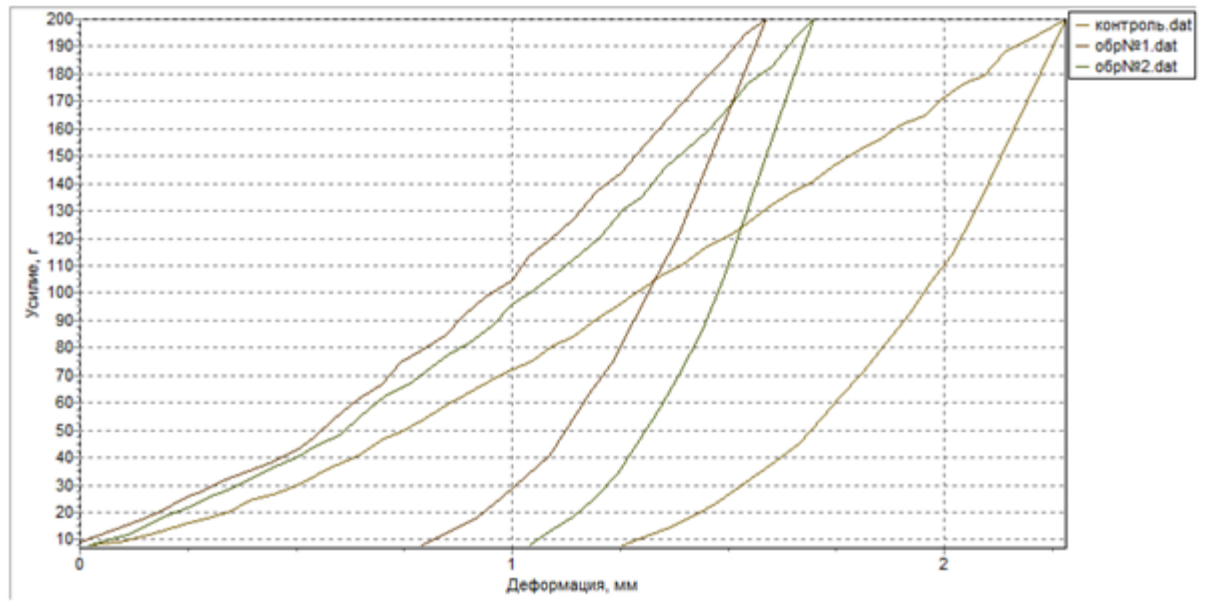
V_d , мм/с	1
H_{max} , мм	10
t , с	100

Результаты измерения:

№	Имя файла	Дата и время	Нобщ, мм	Нпл, мм	Нупр, мм
1	контроль.dat	24.11.2020 12:46:20	2,281	1,234	1,047
2	обр№1.dat	24.11.2020 12:51:46	1,586	0,781	0,805
3	обр№2.dat	24.11.2020 13:08:56	1,696	1,023	0,673

01.12.2020

деф.профиль_сравнение.htm



СТРУКТУРОМЕТР СТ-2

Методика СТ-2-Пенетрация конусом

01.12.2020 18:03:56

Определение максимального усилия при пенетрации конусом

Режим работы прибора:

1. Внедрение индентора Конус в пробу продукта на глубину H_b со скоростью движения V_d

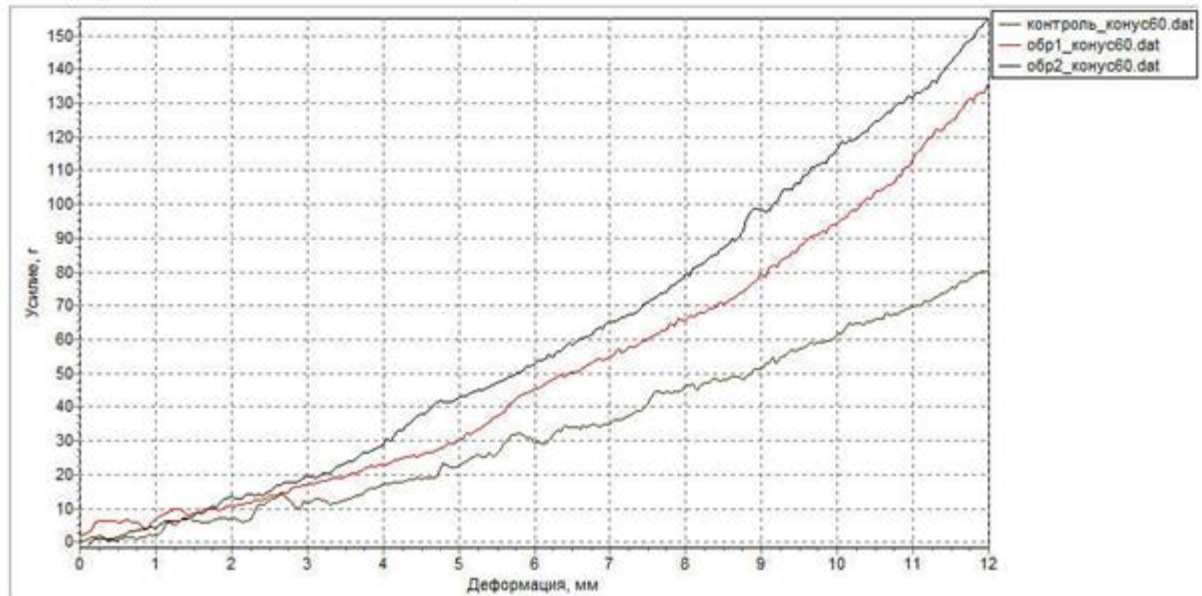
V_d , мм/с	-0,5
H_b , мм	-12
t , с	1000

2. Извлечение индентора Конус из пробы продукта со скоростью движения V_d

V_d , мм/с	2
H_{max} , мм	20
t , с	100

Результаты измерения:

№	Имя файла	Дата и время	F, г
4	контроль_конус60.dat	24.11.2020 13:32:36	80,600
5	обр1_конус60.dat	24.11.2020 13:35:40	136,000
6	обр2_конус60.dat	24.11.2020 13:33:58	155,100





Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего образования «Уральский государственный экономический университет»
 юридический адрес: 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45
 фактический адрес: 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45

УФК по Свердловской области (УрГЭУ л/с 20626Х67930)
 ИНН/КПП 6661003675/667101001
 БИК 046577001 в Уральском ГУ Банка России г. Екатеринбург
 р/сч 40501810100002000002, к/сч-нет

ПРОТОКОЛ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ

№ 84-20.05.2021

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ
 ЕДИНОГО ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА УрГЭУ

Заказчик	Чугунова О.В.
Основание	Заявка по теме НИР №1
Объект	Котлета соевая с овсяными хлопьями и тыквой
Условия проведения испытаний	Лабораторные условия НИЛ
Вид материала	Вторые обеденные блюда готовые
Место отбора пробы	Лабораторные условия НИЛ, соответствующие нормативным требованиям
Дата отбора (получения образцов)	13.05.2021
Метод отбора образцов	ГОСТ 30390-2013 «Услуги общественного питания. Продукция общественного питания, реализуемая населению. Общие технические условия»
Дата проведения испытания	13.05.2021 – 20.05.2021
Объем образцов	4 шт.
Тип прибора	VELP UDK 129, VELD DK 6, VELD SMS, VELD JP, VELD SER 148, VELD FIWE 3, AND GR-200, ШС-40-02, TitroLine 5000, POCA-1101, Agilent 1260 Infinity II

Методика проведения	По методикам VЕLP UDK 129, VЕLP DK 6, VЕLP SMS, VЕLP JP, VЕLP SER 148, VЕLP FIWE 3, AND GR-200, ШС-40-02, TitroLine 5000, РОСА-1101, Agilent 1260 Infinity II
Технические требования	<p>ГОСТ 8756.21-89 "Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения жира"</p> <p>ГОСТ Р 54607.4-2015 "Услуги общественного питания. Методы лабораторного контроля продукции общественного питания. Часть 4. Методы определения влаги и сухих веществ"</p> <p>ГОСТ 31675-2012 «Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации»</p> <p>ГОСТ 26889-86 «Продукты пищевые и вкусовые. Общие указания по определению содержания азота методом Кьельдаля»</p> <p>ГОСТ 26188-2016 "Продукты переработки фруктов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Метод определения рН"</p> <p>СОП «Определения аминокислотного состава методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с предколоночной дериватизацией агентами ОРА и FМОС в пищевых продуктах" ИЦ ФГБНУ "ВНИИМП им. В.М. Горбатова»</p>

Заключение:

№ п/п	Показатель	Результат испытаний
Образец № 1.		
1.	Массовая доля жира, %	14,81 ± 0,04
2.	Массовая доля сухого вещества, %	48,47 ± 0,05
3.	Массовая доля клетчатки, %	7,35 ± 0,07
4.	Массовая доля белка, %	12,71 ± 0,04
5.	Активная кислотность, единиц рН	6,2
Аминокислоты, мг/100 г		

1.	Аспарагиновая	1574,5 ± 8,3
2.	Глутаминовая	2350,8 ± 43,8
3.	Серин	562,7 ± 20,6
4.	Гистидин	246,1 ± 12,2
5.	Глицин	467,6 ± 6,4
6.	Треонин	781,5 ± 29,2
7.	Аргинин	804,7 ± 31,3
8.	Аланин	487,3 ± 22,2
9.	Тирозин	428,8 ± 35,2
10.	Цистин	53,7 ± 5
11.	Валин	490,3 ± 18
12.	Метионин	119,9 ± 13
13.	Фенилаланин	631,3 ± 37,9
14.	Изолейцин	480,5 ± 57,7
15.	Лейцин	768,9 ± 125,2
16.	Лизин	629,4 ± 95,6
17.	Пролин	970,7 ± 203,6
	Итого:	11848,7

Исследование провели:

Главный специалист СН Новопашин С.Н.

Инженер Е Елисеева Н. Ю.

Инженер И Кошлатый И.Н.

Зам. директора ЕЛК: Е Шацких Е.В.

Директор ЕЛК К Кольберг Н.А.