На правах рукописи

Иванилова Ирина Геннадьевна

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ ПРОДУКЦИИ СМЕШАННОГО СОСТАВА НА ОСНОВЕ МОЛОКА

05.18.04 - Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств
05.02.23 - Стандартизация и управление качеством продукции

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

Москва - 2019

Работа выполнена в Федеральном Государственном автономном научном учреждении «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности» (ФГАНУ «ВНИМИ»).

Научный руководитель: доктор технических наук, доцент
Макеева Ирина Андреевна

Официальные оппоненты:

Свириденко Юрий Яковлевич – доктор биологических наук, профессор, академик РАН, главный научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института маслоделия и сыроделия – филиала ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН.

Берновский Юрий Наумович – кандидат технических наук, доцент, директор Департамента Формирования и ведения информации о выпускаемой продукции ФГУП «Российский Научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия»

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»

Защита диссертации состоится « ----» ---------- 2019 г. в ____ час.
на заседании диссертационного совета Д 006.021.02 при ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М.Горбатова» РАН по адресу:
109316, Москва, ул. Талалихина,26

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М.Горбатова» РАН: www.vniimp.ru

Автореферат разослан «___ » _____ 2019 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник А.Н.Захаров

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Подтверждение соответствия пищевой продукции обязательным требованиям безопасности является безоговорочным условием ее обращения на рынке стран Евразийского экономического союза (ЕАЭС). Обязательные требования, в том числе показатели безопасности пищевой продукции и процессов ее производства, устанавливаются с учетом отнесения продукции к определенному виду, что является возможным при условии четкой идентификации.

Анализ существующего ассортимента пищевой продукции выявил наличие пищевых продуктов и даже групп продуктов, в т.ч. смешанного состава, не относящихся ни к одной из регламентированных группировок, к которым установлены или противоречивые или неполные требования по безопасности и идентификации. Наиболее остро эта проблема стоит на молокоперерабатывающих предприятиях, где помимо регламентированной молочной продукции производятся продукты из молока и молочного сырья с заменой молочного жира на масла (жиры) растительного происхождения, схожие по органолептическим показателям, технологическим процессам и потребительскому назначению с молокосодержащими продуктами с заменителем молочного жира (ЗМЖ). Для отдельных видов пищевой продукции смешанного состава установлена только норма о необходимости безопасности, но не установлены конкретные показатели безопасности и идентификации.

При постановке такой продукции на производство отсутствие установленных норм затрудняет:

– определение ее групповой принадлежности и идентификационное наименование;

– выбор критериев и показателей безопасности продукции,

– определение рисков процесса производства и в дальнейшем подтверждение соответствия.

Не исключается введение потребителя в заблуждение относительно природы, происхождения и состава продуктов.

Таким образом, научное исследование, направленное на разработку и внедрение модели подтверждения соответствия продукции смешанного состава, произведенной на основе молока с заменой молочного жира, не включенной в правовое поле, является актуальным, поскольку позволяет оперативно реагировать на запросы рынка, обеспечивать безопасность продукции, учитывать интересы производителей и потребителей.

Степень разработанности

В последние годы проблемы классификации, терминирования и подтверждения соответствия продукции, производимой на молокоперерабатывающих предприятиях, рассматривали ведущие специалисты по стандартизации и ученые пищевых отраслей: Гераймович О.А., Дунченко Н.И., Кантере В.М, Крюкова Е.В., Макеева И.А., Матисон В.А., Стратонова Н.В., Свириденко Ю.Я., Топникова Е.В., Федотова О.Б., Харитонов В.Д. В

значительной части известные исследования охватывают вопросы идентификации, качества и безопасности молочной продукции, без учета вопросов подтверждения соответствия продукции смешанного состава на основе молока, что свидетельствует об отсутствии системной научной проработанности предлагаемой к защите темы.

Цель и задачи исследования

Целью данной работы является разработка модели подтверждения соответствия продукции смешанного состава на примере молокорастительных продуктов, базирующейся на анализе рисков технологического процесса, состава и свойств сырья для формирования системы показателей безопасности и ее идентификации.

Задачи

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Проведение аналитического обзора литературы, нормативной и технической документации, исследование рынка пищевых продуктов смешанного сырьевого состава с целью выявления, анализа и оценки видов пищевых продуктов, в том числе содержащих молоко и молочную продукцию, к которым не установлены показатели безопасности и/или идентификации, требования к их производству и наименованию.
2. Обоснование значимых аспектов нормирования, обеспечивающих идентификацию и безопасность пищевых продуктов смешанного сырьевого состава, произведенных на основе молока.
3. Разработка рецептуры и технологии производства типового представителя вида молокорастительной продукции и оценивание рисков технологического процесса на стадии проектирования.
4. Разработка методического подхода к нормированию показателей безопасности молокорастительных продуктов.
5. Обоснование идентификационной границы вида «продукты молокорастительные»; разработка терминологической системы для стандартизации данного вида продукта.
6. Разработка модели и целевой функции подтверждения соответствия молокорастительных продуктов на примере типового представителя вида молокорастительной продукции.

Научная новизна

Предложен методический подход по определению показателей безопасности молокорастительных продуктов с использованием рецептуры продукта и расчетов, основанных на регламентированных нормах безопасности сырьевых компонентов, на этапе проектирования продукта.

Научно обоснована модель подтверждения соответствия молокорастительных продуктов на примере пасты молокорастительной сырной требованиям безопасности и ее целевая функция.

Теоретическая и практическая значимость работы

Разработана технология и рецептура пасты молокорастительной сырной с оценкой рисков технологического процесса на стадии его проектирования.

Составлен базовый органолептический профиль типового представителя пасты молокорастительной сырной, который может быть использован при разработке более широкого ассортимента молокорастительных сырных продуктов.

Разработана новая терминологическая система пищевых продуктов смешанного состава с заменой молочного жира более 51,0 %, содержащих молоко и молочную продукцию с установленной идентификационной границей, характеризующая вид «продукты молокорастительные», установлена многоуровневая иерархия классификационных группировок от вида до подкатегории.

Определены и ранжированы группы требований к продукции по уровням их значимости, а также необходимые аспекты стандартизации.

Разработаны и внедрены комплект технических условий ТУ 10.89.19-046-00419785-2018 «Паста молокорастительная сырная», СТО 00419785-035-2017 «Продукты смешанного сырьевого состава. Постановка продукции на производство», СТО 00419785-033-2017 «Продукты молокорастительные. Термины и определения», СТО 00419785-034-2017 «Продукты молокорастительные. Классификация».

На основе внедренных стандартов организации (СТО) разработаны проекты национальных стандартов ГОСТ Р «Продукты молокорастительные. Термины и определения» и ГОСТ Р «Продукты молокорастительные. Классификация», включенные в Программу национальной стандартизации на 2017 год.

Положения, выносимые на защиту

Методический подход к формированию показателей безопасности проектируемого вида молокорастительной продукции, основанный на составе и свойствах сырья.

Терминологическая система, базирующаяся на многоуровневой иерархии классификационных группировок, составе и свойствах сырья.

Модель подтверждения соответствия пищевой продукции смешанного сырьевого состава обязательным требованиям в форме декларирования и ее целевая функция.

Степень достоверности и апробация результатов

Основные результаты и положения работы были предметом докладов и обсуждения на конференциях и семинарах: Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы молочной отрасли» (Углич, 2016), Практической конференции «Качество и безопасность сырого молока. Изменение требований технического регламента в части готовой молочной продукции» (Москва, 2017), Международной научно-практической конференции «Научно-практические решения и вопросы технического регулирования производства молочной продукции» (г. Углич, 2017), консультационно-практических семинарах «Школа по маркировке» (Москва, ФГАНУ «ВНИМИ», 2017-2019), Всероссийской научно-практической конференции «Качество инновационных и традиционных молочных продуктов – залог доверия потребителей» (г. Сочи, 2018).

За разработку и внедрение терминологической системы молокорастительных продуктов в числе авторского коллектива награждена

Дипломом и Серебряной медалью отраслевого конкурса Российской агропромышленной выставки «Золотая осень – 2016» (Москва, 2016), Дипломом и Золотой медалью «Золотая осень – 2017» (Москва, 2017)

Результаты исследований применяются при обучении экспертов Автономной некоммерческой организации «Регистр Системы сертификации персонала» по дополнительным профессиональным программам повышения квалификации.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 9 печатных работ, 5 из которых в рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК Российской Федерации.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, выводов, словаря, библиографического списка, содержащего 147 наименований и 8 приложений. Основное содержание работы изложено на 143 страницах машинописного текста, включает 16 таблиц и 24 рисунка.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследований, показаны ее теоретическая и практическая значимость, научная новизна и защищаемые положения.

В первой главе представлен анализ научно-технической литературы, международных и законодательных документов, применяемых в пищевой промышленности применительно к продукции смешанного состава и технологическим процессам, рассмотрены вопросы подтверждения соответствия применительно к продуктам смешанного состава на основе молока.

Во второй главе представлена схема организации работ (рис. 1), определены объекты и методы исследований.

Объектами исследований являлись: технологии производства сыра и сырных продуктов с содержанием ЗМЖ до 50%, образцы продукции смешанного состава, содержащие молоко и молочную продукцию, нормативные правовые акты, технические документы по производству молочных и молокосодержащих продуктов, в том числе с ЗМЖ, декларации о соответствии на продукцию смешанного состава, содержащую молоко и молочные продукты, маркировка потребительской упаковки.

В результате анализа выявлен доминирующий объект научного исследования - группа продукции смешанного состава, схожая по органолептическим показателям и потребительским назначениям с молочной продукцией, производимая из молочного сырья и ЗМЖ (массовая доля растительного жира в жировой фазе продукта составляет более 50,0 %), к которой полностью отсутствуют показатели идентификации и безопасности.

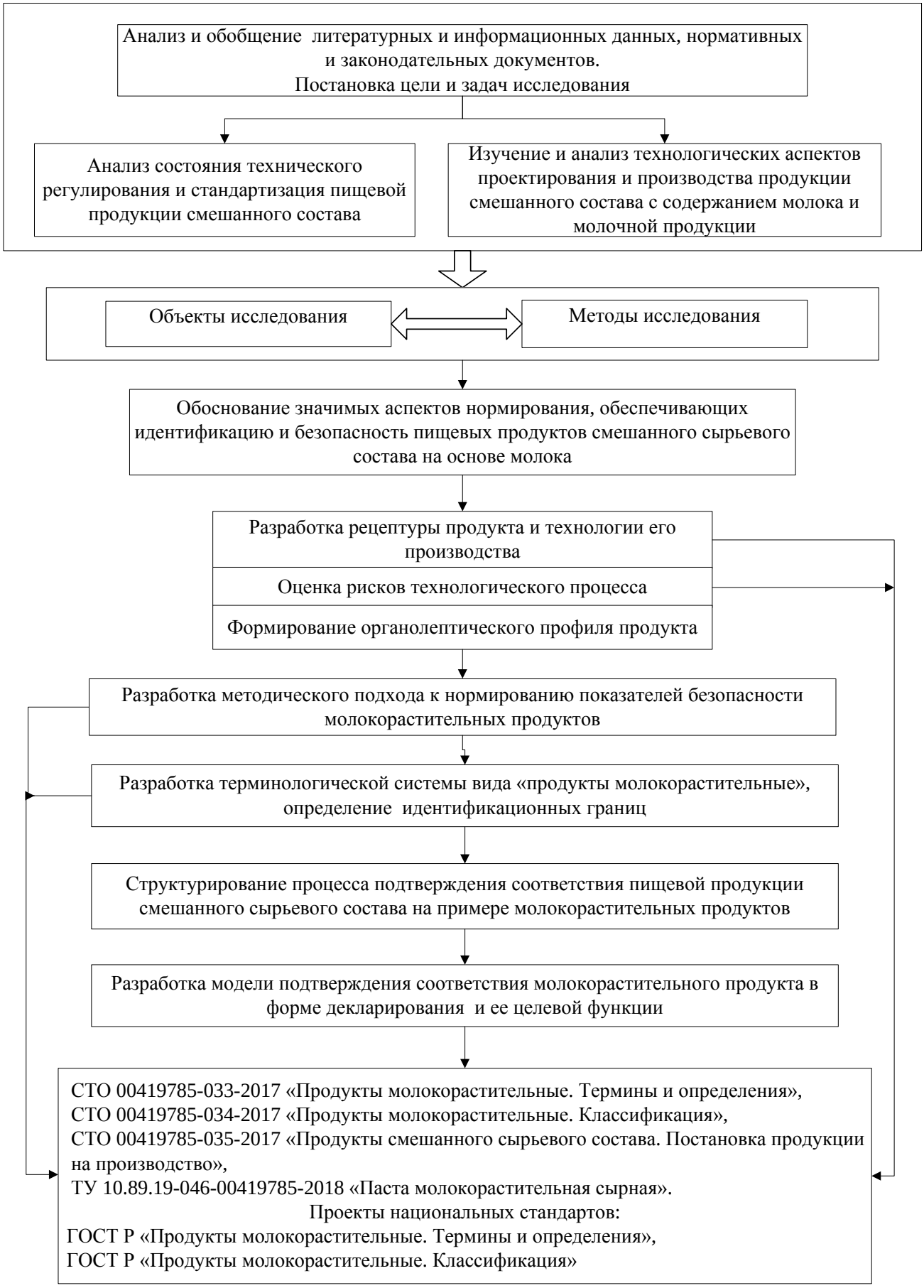

Рис. 1. Схема организации работ

В диссертационной работе использованы общепринятые и специальные **методы**: методы контроля продукции по ГОСТ Р 53512, в том числе методы контроля показателей безопасности, ГОСТ ISO 13299 и ГОСТ ISO 5492, метод управления качеством Г. Тагути; экспертные методы, в том числе методы анализа рисков по ГОСТ 31010, система коэффициентов весомости Фишберна; функциональное моделирование и методология IDEF0 и др.

При проектировании пасты молокорастительной сырной в части оценки сроков годности применялись методические указания по обоснованию сроков годности и условий хранения пищевых продуктов, которые предусматривают трехразовые исследования одной партии продукции в течение предполагаемого срока годности (в начале хранения, на момент окончания срока годности и через промежуток времени, определенный соответствующим коэффициентом резерва). Так как продукция в процессе производства подвергалась нагреванию свыше 80 °С, проведение контрольных испытаний при аггравированной температуре не предусмотрено.

Технологический процесс производства пасты молокорастительной сырной описан в форме алгоритма действий и исследован с применением метода анализа рисков - матрицы последствий и вероятностей. Возможные проблемы процесса подтверждения соответствия исследованы с помощью причинно-следственной диаграммы, проведено структурирование процесса с использованием диаграмм последовательности с учетом подхода PDCA. Полученные данные визуализированы с помощью программ Microsoft и IDEF0.

В третьей главе с использованием экспертных и статистических методов, а также инструментов управления качеством, обоснована значимость аспектов стандартизации. Для этого разработаны анкета экспертной оценки определения значимости аспектов стандартизации для пищевых продуктов смешанного состава и шкала оценки, сформирована исследовательская экспертная группа. Результаты оценки приведены в таблице 1.

Таблица 1. Значимость аспектов стандартизации для пищевой продукции смешанного состава

Уровень значимости	Оценка	Наименование аспекта стандартизации
Незначительный	1	Не установлен
Малозначительный	2	Упаковка/упаковывание
		Приемка (периодичность контроля)
Значительный	3	Идентификационные органолептические показатели
		Требование к сырью
		Маркировка потребительской упаковки
		Транспортирование и хранение
Критический	4	Наименование продукта
		Идентификационные показатели
		Показатели безопасности
		Методы контроля

При планировании многоаспектного исследования продукции смешанного сырьевого состава была разработана древовидная диаграмма, учитывающая критические аспекты значимости и их содержание.

Результаты исследования представлены в виде древовидной схемы (рис.2).

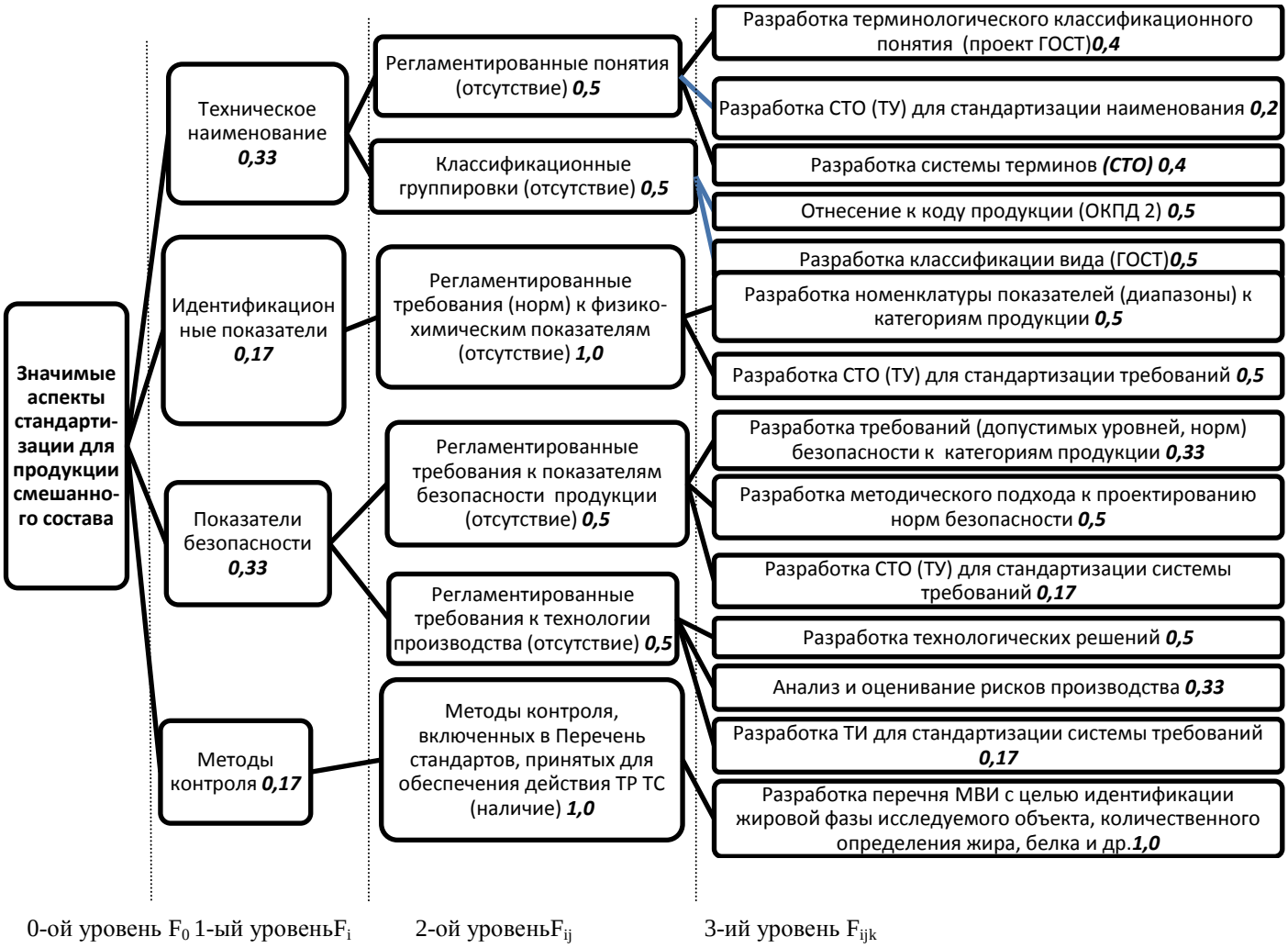

Рис. 2. Древовидная диаграмма планируемого многоаспектного исследования продукции смешанного сырьевого состава с учетом коэффициентов весомости

Расчет коэффициентов весомости значимых аспектов стандартизации ($ПВ_{АС}$) для исследуемого объекта произведен с учетом системы весовых коэффициентов Фишберна. Применяя математическую модель их оценки:

$$ПВ_{АС} = < G, L, \Phi >, \quad (1)$$

где G – древовидная иерархия показателей весомости аспектов стандартизации исследуемого объекта, L – шкала оценок единичных факторов в иерархии, в баллах, Φ – система отношений предпочтения одних факторов другим для одного уровня в иерархии.

$$\Phi = \{F_i\ (\varphi)\ F_{ij}\ (\varphi)\ F_{ijk} \mid \varphi \in (\succ, \approx)\}, \quad (2)$$

где$\{F_i\}$ – множество $ПВ_{АС}$ 1-го уровня; $\{F_{ij}\}$ – множество $ПВ_{АС}$ 2-го уровня; $\{F_{ijk}\}$ – множество $ПВ_{АС}$ 3-го уровня; $\succ$ – отношение предпочтения; $\approx$ – отношение безразличия.

Основу системы отношений *Ф* составили ряды предпочтений, полученные методом последовательного сравнения в ходе открытого совещания экспертов:

$$\Phi = \{ F_1 \approx F_3 \succ F_2 \approx F_4; F_{1.1} \approx F_{1.2}; F_{2.1}; F_{3.1} \approx F_{3.2}; F_{4.1}; F_{1.1.1} \approx F_{1.1.2} \succ F_{1.1.3};$$
$$F_{1.2.1} \approx F_{1.2.2}; F_{2.1.1} \approx F_{2.1.2}; F_{3.1.1} \succ F_{3.1.2} \succ F_{3.1.3}; F_{3.2.1} \succ F_{3.2.2} \succ F_{3.2.3}; F_{4.1.1}\} \quad (3)$$

Применяя полученную систему отношений *Ф* и систему весовых коэффициентов Фишберна, определяли коэффициенты весомости a_i, a_{ij} и a_{ijk}, соответствующие каждому из уровней факторов F_i, F_{ij} и F_{ijk}.

Наибольшие и равные коэффициенты весомости для изучаемого вида продукции присвоены аспектам «показатели безопасности» и «техническое наименование» – 0,33; наименьшие - «идентификационные показатели» и «методы контроля» – 0,17. Отмечено, что конкретные физико-химические и органолептические показатели продукции должны быть установлены в документах изготовителя. Специальные методы контроля, разработанные применительно к рассматриваемой продукции, отсутствуют. В этой связи до момента их разработки предлагается применять методы для молокосодержащих продуктов с ЗМЖ, включенные в перечни стандартов, содержащих правила и методы исследований, необходимые для применения и исполнения требований технических регламентов,.

Разработка технологии производства и оценивание рисков технологического процесса

На следующем этапе проведен анализ технологических инструкций производства сыра и сырных продуктов, а также их рецептур.

Разработана рецептура продукта с заменой молочного жира более 50%, которая представлена в таблице 2.

Таблица 2. Рецептура пасты молокорастительной сырной *

№	Перечень сырья	НД	Количество, %
1	Заменитель молочного жира	ТР ТС 021/2011, ТР ТС 024/2011	25,0
2	Масло сливочное, м.д.ж 72.5%	ГОСТ 32261-2013	5,0
3	Сыр нежирный для плавления	ГОСТ 31648-2012	17,0
4	Вода питьевая	ГОСТ 33629-2015	50,0
5	Соль пищевая	ГОСТ Р 51574-2018	2,7
6	Эмульгирующая соль (Е350)	ТР ТС 029/2012	0,3
Итого			100,0

*Примечание.
1.Рецептура представлена без учета потерь.
2.Техническое наименование продукта обосновано далее.

Особенностью разработанного продукта является повышенное содержание сухих веществ молока (более 31 %), и уровень замены молочыхо жиров (83 %), в отличие от регламентированных молокосодержащих продуктов с ЗМЖ, в которых

массовая доля сухих веществ молока в сухих веществах готового продукта не менее 20 % и замена молочных жиров не более 50 %.

Представлено подробное описание технологического процесса, схема которого приведена на рисунке 3.

1.Входной контроль сырья и материалов*
Вода питьевая
Масло сливочное
Заменитель молочного жира
Сыр нежирный для плавления
Эмульгирующая соль (Е350)
Соль пищевая

Оборудование/ процессы	**Параметры и показатели**
2.Подготовка сырья	
Зачистка, нарезка	Т = (20-25) ^{0}С
Пастеризация и охлаждение воды	
Теплообменный аппарат, резервуар	Т = (86±2) ^{0}С от 2 до 10 минут Т = (94±2) ^{0}С до 20 секунд, Т = (22 – 35) ^{0}С
Фильтрация, просеивание	
Проточный фильтр, сито с магнитоуловителями	Т = (20-25) ^{0}С
Смешивание сухих компонентов с водой	
Резервуар с рубашкой и мешалкой	Продолжительность перемешивания - до однородной консистенции
Подогрев молочного и жирового сырья	
Теплообменный аппарат, резервуар	Т = (60 – 85) ^{0}С

3. Составление смеси и термомеханическая обработка*	
Смеситель	Т = (60 – 85) ^{0}С, Р = 7 – 15 МПа

4. Упаковывание и маркирование	
Автомат для фасования	Длительность фасования не более 4 часов

5. Охлаждение и созревание	
Холодильная камера	Т = (4±2) ^{0}С не более 12 часов

Транспортирование и хранение (4±2) ^{0}С отн. влажности не более 85%до до 30 суток

Рис. 3. Технологическая схема производства пасты молокорастительной сырной

*- недопустимый риск

Поскольку наиболее значимым признан аспект «показатели безопасности», который складывается из безопасности продукта и особенностей технологического процесса, на этапе проектирования процесса проведен анализ и оценка рисков нарушения безопасности продукта в процессе его производства.

При проектировании процесса производства для учета возможных рисков рассмотрен автоматизированный производственный процесс. В этой связи физические риски решено не учитывать, поскольку они зависят от специфики конкретного производства и в законодательно нормируемые показатели не включены.

Анализ рисков нарушения безопасности технологического процесса проведен с применением 4-балльной оценки вероятности возникновения риска и тяжести его последствий. По результатам исследования выявлены критические контрольные точки обеспечения безопасности на различных технологических этапах.

Таблица 3. Определение рисков процесса производства пасты молокорастительной сырной

№ п/п	Наименование технологического этапа	Микробиологический риск		Химический риск		(Не) допусти-мый риск
		Вероят-ность	Тяжесть последствий	Вероят-ность	Тяжесть последствий	
1	Входной контроль сырья и материалов	4	3	4	4	Не доп. (*)
2	Подготовка сырья	3	1	1	1	Доп.
3	Составление смеси и термомеханическая обработка	1	4	1	2	Не доп. (*)
4	Упаковывание и маркирование	1	3	1	1	Доп.
5	Охлаждение и созревание	1	2	1	1	Доп.
6	Транспортирование и хранение	1	3	1	2	Доп.

На основе анализа технологии производства пасты молокорастительной сырной можно отметить, что ККТ процесса являются входной контроль сырья и термомеханическая обработка.

Недопустимый риск нарушения безопасности продукта возникает на этапе приемки сырья в случае, если сырье не соответствует требованиям безопасности. Это подтверждает сделанные далее выводы о необходимости учета показателей безопасности сырьевых компонентов и валидирует предложенный в работе методический подход установления показателей безопасности готовой продукции смешанного состава.

Термомеханическая обработка предназначена в том числе для снижения микробиологической обсемененности продукта. Риск на этапе термомеханической обработки не зависит от рецептурной закладки растительного сырья и не является специфическим этапом производства пасты молокорастительной сырной. В случае разработки и применения новых/иных

технологических решений при производстве следует проанализировать и оценить риски, связанные с изменением технологии.

Исследование продукта

В ходе разработки технологии и рецептуры пасты молокорастительной сырной исследовались экспериментальные образцы.

Разработанный типовой представитель вида молокорастительных продуктов - паста молокорастительная сырная относится к продуктам общего назначения, одновременно может являться как готовым к употреблению продуктом, так и полуфабрикатом-основой (основной смесью, базовым продуктом) для производства других продуктов смешанного состава.

Результаты исследований экспериментального образца подтвердили рекомендованный срок годности 30 суток при температуре хранения (4±2) °С.

Экспериментальный образец был исследован по органолептическим показателям. Поскольку не найдены статистические данные о прототипах и аналогах исследуемого продукта, было принято решение с помощью методики условного профилирования методом независимой оценки (без прямого сравнения) составить базовый качественный органолептический профиль, позволяющий впоследствии принимать решения для формирования заданных органолептических свойств.

Согласно указанной методике и с учетом опыта оценки пищевых продуктов были определены ключевые характеристики и установлена 10-балльная гедоническая шкала, с помощью которых группа экспертов оценивала экспериментальный образец. Дескрипторы ключевых характеристик подобраны на основе международных требований и представлены в таблице 4.

Таблица 4. Установленные дескрипторы ключевых характеристик продукта

Внешний вид	Цвет, тон	Консистенция и текстура	запах	Вкус
Поверхность блестящая, глянцевая; Поверхность матовая; Неоднород-ная; Неприятный	Белый с серым оттенком; Все градации от белого до светло-желтого и кремового	Плотная; Рыхлая; Однородная; Неоднородная; Мучнистая; Песчанистая; Сметанообраз-ная; Густая; Вязкая	Чистый, Нейтральный; С посторонними нотами; Сырный; Пастеризации	Чистый; Безвкусный; С посторонними нотами; Соленый; Пустой; Молочный; Сырный

Гедоническая шкала градации предусматривает экспертную субъективную оценку по заданным характеристикам от 1 балла (неприемлемое качество) до 10 баллов (отличное качество) и отражает степень симпатии или антипатии.

По результатам опроса экспертов на основе индивидуальных профилей был сформирован базовый органолептический профиль продукта в виде паутинной диаграммы (рисунок 5.) Ширина диаграммы между верхней и нижней границей указывает на величину неоднородности экспертных мнений по конкретному показателю. Наибольший разброс мнений был получен при определении запаха, а наименьший – при определении внешнего вида.

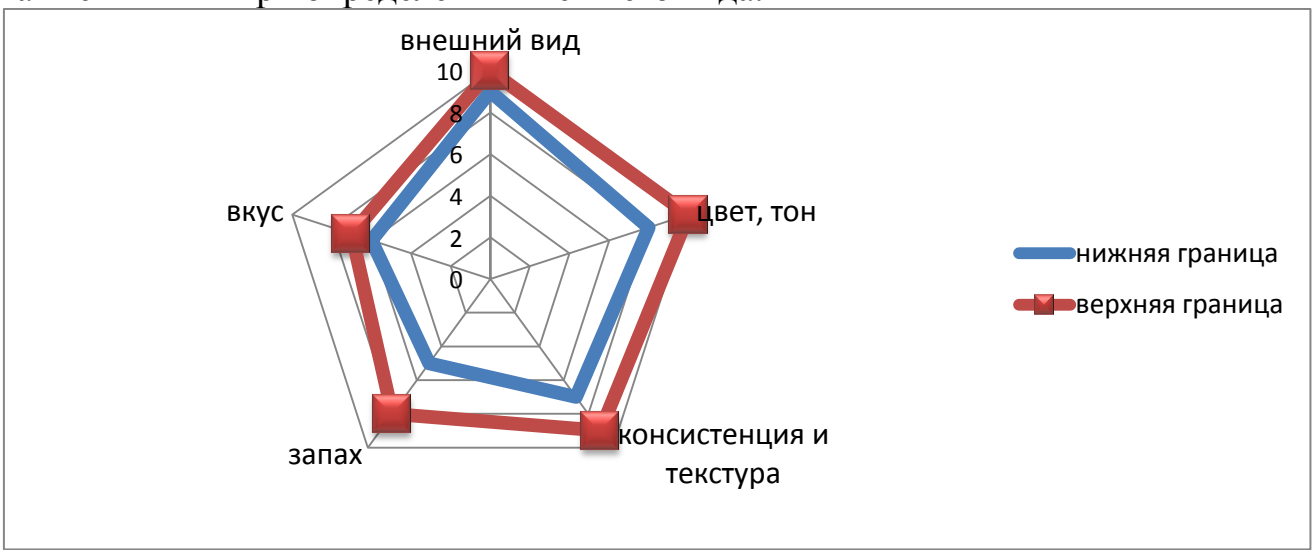

Рис. 5. Базовый качественный органолептический профиль

Согласно установленным дескрипторам ключевых характеристик продукта сформулирован результат дескриптивного анализа, представленный на рисунке 6.

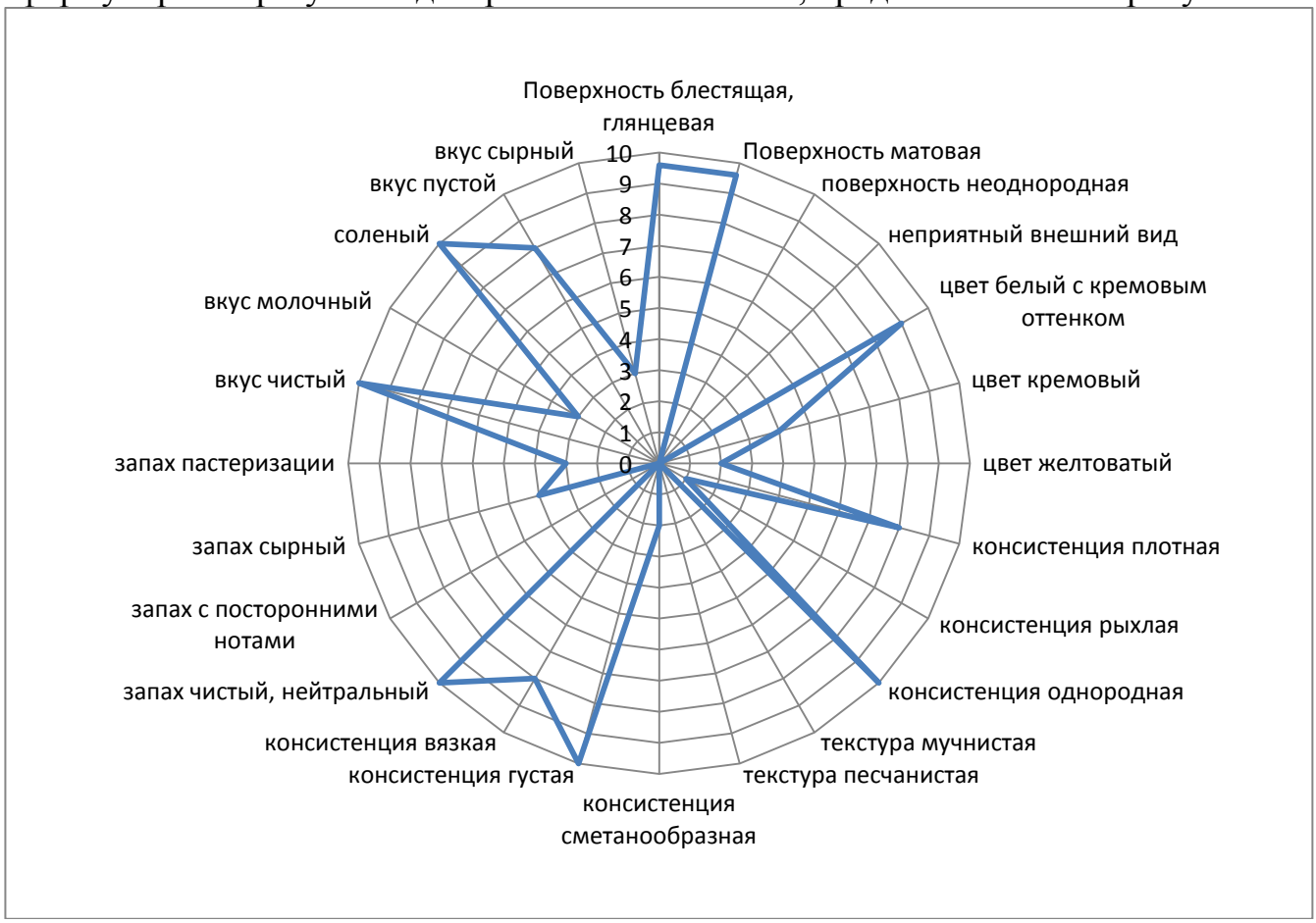

Рис. 6 Дескриптивный анализ характеристик продукта

Разработка методического подхода к проектированию норм безопасности

В исследовании установлено, что для изучаемого продукта отсутствуют регламентированные показатели безопасности. Разработан методический подход к проектированию норм безопасности, который базируется на нормативных показателях сырьевых компонентов, исходя из их количества в рецептуре продукта.

Концепция подхода состоит в том, что показатель безопасности готового продукта по какому-либо критерию является суммой регламентированных показателей рецептурных компонентов готового продукта, умноженных на коэффициент закладки компонента (k) в готовый продукт. В случае, если для сырьевого компонента не нормируется какой-либо из критериев, коэффициент закладки данного компонента будет равен нулю (k = 0).

Таким образом, проектный показатель безопасности по каждому критерию (B_S) с учетом нормы, указанной в соответствующем ТР ТС, представлен математическим выражением (4):

$$B_S = (k_1 \cdot i_1 + k_2 \cdot i_2 + \ldots + k_n \cdot i_n) / 100 \qquad (4)$$

где $k_1, k_2, \ldots, k_n$ – коэффициент, численно равный закладке компонента S в единицу продукции,

$i_1, i_2, \ldots, i_n$ – нормативный показатель безопасности компонента S по данному критерию,

100 – коэффициент пересчета.

Используя выражение (4) для пищевой продукции смешанного состава, можно описать совокупность показателей безопасности продукта В:

$$B = U\,(B_1, \ldots, B_s) \qquad (5)$$

Данную совокупность обычно называют «полной номенклатурой показателей безопасности».

Предложенный методический подход реализован в процессе проектирования пасты молокорастительной сырной.

На основании разработанной рецептуры (таблица 2) и регламентированных показателей безопасности сырьевых компонентов были рассчитаны показатели безопасности для пасты молокорастительной сырной.

Результаты расчета показателей безопасности представлены в таблице 5.

Таблица 5. Результаты расчета показателей безопасности пасты молокорастительной сырной

Компонент/ масса, кг на 100 кг / Критерий безопасности	**Заменитель молочного жира**	**Масло сливочное 72,5%**	**Сыр нежирный для плавления**	**Вода питьевая**	**Соль пищевая**	**Эмульгирующая соль (Е350)**	**Расчетный показатель безопасности**	**Приня-тое значение**
	25,0	**5,0**	**17,0**	**50,0**	**2,7**	**0,3**	**100,0**	
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Левомицетин (хлорамфеникол), мг/кг, Не допускается, менее	-	0,0003	0,0003	-	-	-	0,000066	$0,7x10^{-4}$
Тетрациклиновая группа, мг/кг, не допускается, менее	-	0,01	0,01	-	-	-	0,0022	0,002
Стрептомицин, мг/кг, не допускается, менее	-	0,2	0,2	-	-	-	0,044	0,04
Пенициллин, мг/кг, Не допускается, менее	-	0,004	0,004	-	-	-	0,00088	0,001
Свинец	0,1	0,1	0,5	0,1		3	0,174	0,2
Мышьяк	0,1	0,1	0,3		1	5	0,123	0,1
Кадмий	0,05	0,03	0,2	0,01	0,1		0,056	0,06
Ртуть	0,03	0,03	0,003	0,005	0,1	1	0,018	0,02
Медь	0,1	-	-	-	-	-	0,025	0,03
Железо	1,5	-	-	-	-	-	0,375	0,4
Никель	0,7	-	-	-	-	-	0,175	0,2
Пестициды ГХЦГ (α, β, γ- изомеры) (в пересчете на жир)	0,05	1,25	1,25	-	-	-	0,288	0,3
пестициды ДДТ и его метаболиты (в пересчете на жир)	0,1	1	1	-	-	-	0,245	0,2
Микотоксин - афлатоксин М1		0,0005	0,0005	-	-	-	0,0001	0,0001
Микотоксин - Афлатоксин В1	0,005	-	-	-	-	-	0,0013	0,001
КМАФАнМ, КОЕ/см^3 (г), не более	-	10000	-	100	-	5000	565,0	550
БГКП (колиформы) - объем (масса) продукта, г/см^3 в котором не допускается	-	0,1	0,001	300	-	5	150,0	150
Патогенные, в т.ч. Сальмонеллы, объем (масса) продукта, г/см^3 в котором не допускается	-	25	25	-	-	10	5,5	5,5

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Стафилококки S.aureus, объем (масса) продукта, г/см^3 в котором не допускается	-	1	0,001	-	-	-	0,1	0,1
Листерии L.monocytogenes, объем (масса) продукта, г/см^3 в котором не допускается	-	25	25	-	-	-	5,5	5,5
Дрожжи, КОЕ/см (г)^3, не более	-	-	-	-	-	500	1,5	2
Плесени, КОЕ/см (г)^3, не более	-	100	-	-	-	-	5,0	5
Pseudomonasaeruginosa, объем продукта, в котором не допускаются, см^3	-	-	-	300	-	-	150,0	150
Цезий-137	60	200	50	-	-	-	33,5	30
Стронций-90	80	60	200	-	-	-	57,0	60

Принятие решения по рассчитанным значениям производится по следующим правилам:

- расчетные значения, полученные по каждому проектному показателю безопасности, округляются до знака, обусловленного метрологическими характеристиками метода контроля данного показателя;
- цифра «5» округляется в сторону обеспечения более жесткого требования;
- если расчетное число показателя безопасности на порядок меньше возможного уровня обнаружения (в нашем примере – антибиотики), то данный показатель в готовой продукции не учитывается и, следовательно, не контролируется. Контроль предлагается осуществлять при входном контроле сырья;
- в случае если расчетный показатель безопасности не обеспечивается методом контроля (в нашем примере – Pseudomonasaeruginosa), до разработки соответствующего метода контроля следует производить контроль соответствующего показателя при входном контроле сырья.

Разработка терминологической системы и обоснование ее идентификационной границы

Для разработки второго установленного исследованием значимого аспекта «техническое наименование» с учетом классических правил технического терминирования предложено систематизировать продукцию в соответствии с разработанным алгоритмом, представленным на рисунке 7.

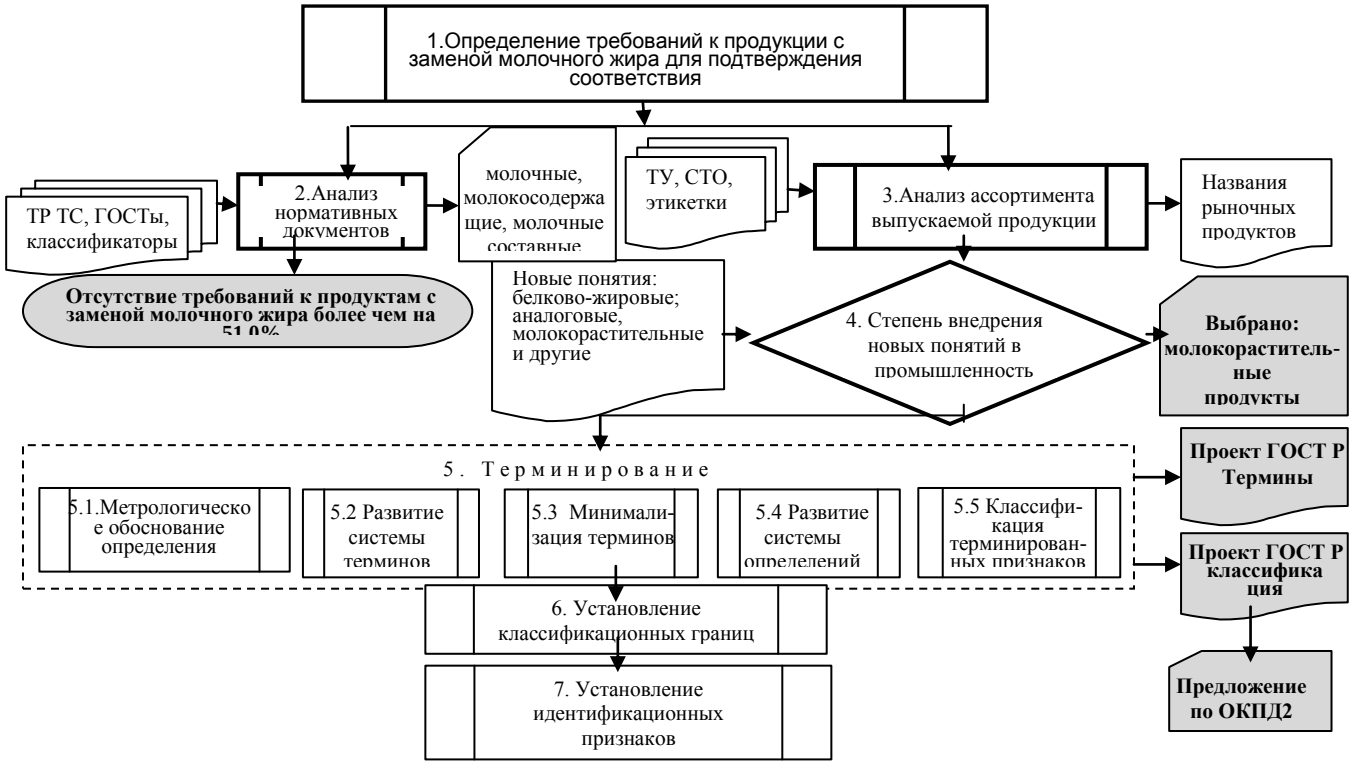

Рис. 7 Алгоритм систематизации и терминирования для продукции смешанного состава

С учетом алгоритма и существующей терминологии спроектирована терминологическая система для вида «продукты молокорастительные» (рисунок 8), включающая термины объектов и термины-признаки.

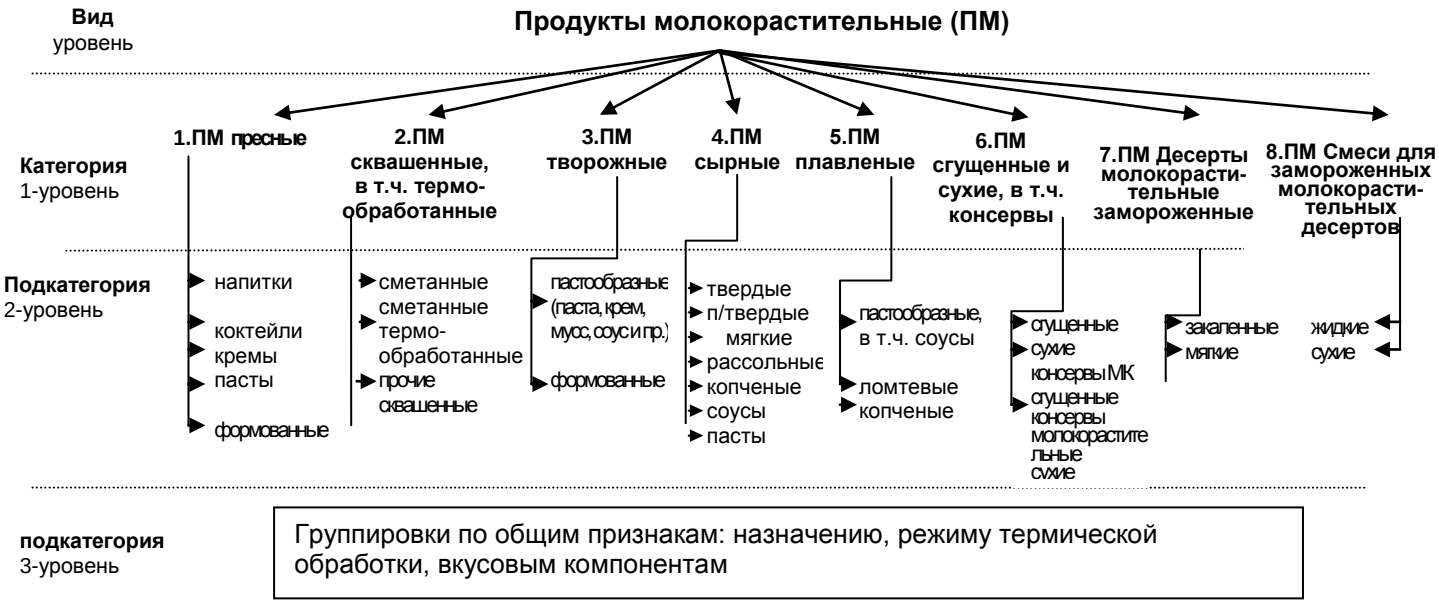

Рис. 8. Схема взаимосвязи классификационных группировок вида ПМ

Предложен термин вида: молокорастительный продукт - пищевой продукт смешанного состава, произведенный из молока и (или) его составных частей, и (или) молочной продукции и заменителя молочного жира, массовая доля которого

составляет 51,0 % и более от жировой фазы готового продукта, имеющий схожие органолептические характеристики с молочной продукцией.

К предложенному видовому термину введены ограничения:

1. При производстве молокорастительных продуктов допускается применять и другую пищевую продукцию в качестве компонентов.

2. При производстве молокорастительных продуктов не допускается использовать топленые животные жиры (говяжий, свиной, бараний и т. п.), жиры из рыбы, водных беспозвоночных и млекопитающих, кроме молочного жира сельскохозяйственных животных.

Предложено 27 терминов, классифицированных по девяти категориям, представленным на рисунке 8 (1- уровень).

В свою очередь каждая категория в зависимости от применяемых технологических операций, сырьевого состава, органолептических свойств или потребительских характеристик, термической обработки и назначения классифицирована на подкатегории (2-уровень). Подкатегории могут иметь общие признаки по наличию/отсутствию вкусовых компонентов, режиму температурной обработки и назначению (3-уровень). Даны предложения по включению разработанной системы в классификатор ОКПД2.

В целях обоснования идентификационной границы по массовой доле растительного жира в продукте решено отказаться от установления дискретных границ, которые не всегда дают возможность понимания изменяемости продукта внутри этих границ. Предложено установить нижнюю идентификационную границу молокорастительных продуктов методом Г.Тагути, описывающим плавную функцию потери/приобретения свойств продукта внутри заданного интервала, ограниченного молокосодержащим продуктом (50,0% замены молочного жира) и растительным (100,0% замены молочного жира).

Функция потери свойств Тагути для молокорастительных продуктов может быть записана следующим образом:

$$F_{\text{П}} = \left[\frac{2\left(C_i - C_0\right)}{C_{max} - C_{min}}\right]^2 \qquad (6)$$

где C_{min}=50, C_{max}=100, $C_0 = \frac{C_{max} + C_{min}}{2}$ = 75 – середина интервала, номинал, характеризующий типичные признаки молокорастительного продукта.

В соответствии с (6): $F_{\text{П}} = \left[\frac{2\left(C_i - 75\right)}{50}\right]^2$

имеем таблицу данных (6), позволяющих более строго подойти к оценке свойств молокорастительного продукта:

Таблица 6. Результаты расчета потери свойств молокорастительного продукта

C_i									
50	50,5	51	60	70	**75**	80	90	99	100
F									
1	0,96	0,92	0,36	0,04	**0**	0,04	0,36	0,92	1

Свойства продукта внутри вида изменяются неравномерно. Наиболее типичными свойствами обладают продукты в диапазоне исследованной замены жира от 60,0% до 90,0%. Поскольку при введении замены жира в количестве 50,5% функция потери равна 0,96, что при округлении считается за 1,0 (т.е. свойства практически совпадают с регламентированными молокосодержащими продуктами с ЗМЖ), то целесообразно идентификационной границей считать замену молочных жиров на растительные более, чем на 51,0%. Предложенная иденификационная граница позволяет исключить наложение погрешностей результатов испытаний.

В четвертой главе для выявления возможных проблем при подтверждении соответствия применялся метод построения причинно-следственных связей (рис. 6) с применением метода «мозгового штурма» при участии экспертов в области подтверждения соответствия.

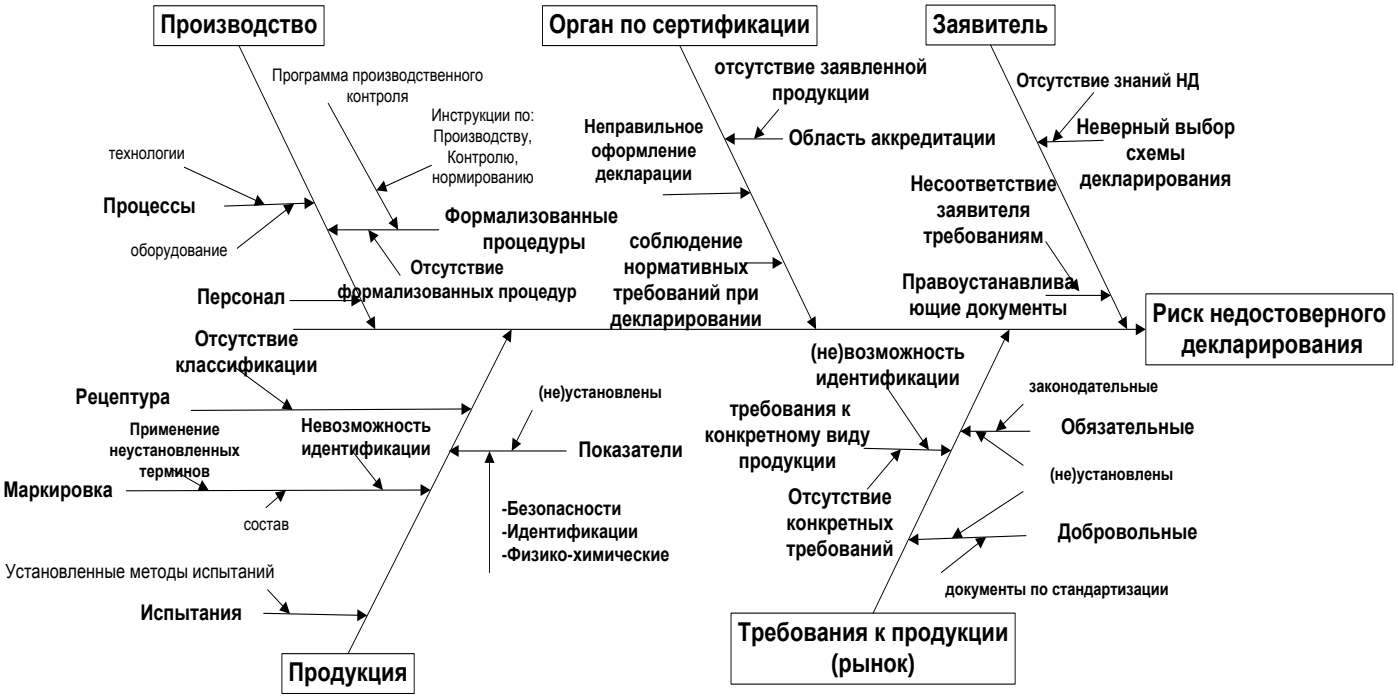

Рис. 9. Причинно-следственная диаграмма исследования риска недостоверного декларирования молокорастительного продукта

По результатам исследования выявлено, что на отказ в регистрации декларации либо на риск недостоверного декларирования могут повлиять не

только прямые требования – такие, как соответствие заявителя или область аккредитации ОС, но и отсутствие установленных показателей продукции, отсутствие формализованных процедур, в том числе по нормированию и невозможность идентифицировать продукцию по любой причине.

С учетом выявленных причин методом функционального моделирования разработана контекстная диаграмма верхнего уровня (рис. 10), устанавливающая область моделирования и ее границу.

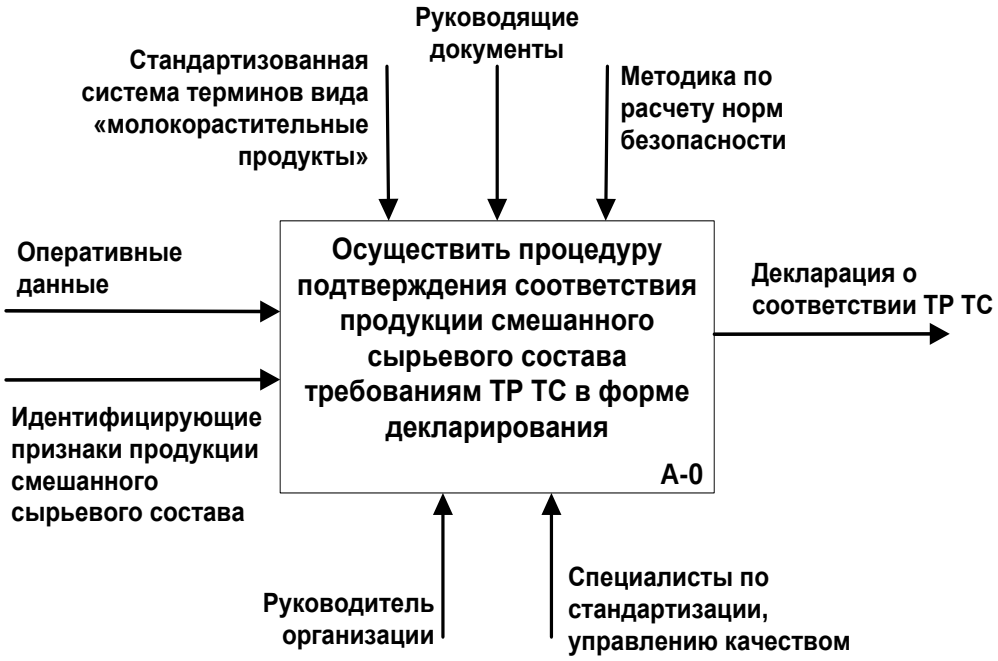

Рис. 10. Контекстная диаграмма верхнего уровня

С применением метода IDEF0 разработана иерархическая структура процесса, родительская и дочерние диаграммы, описывающие процесс, подготовлен глоссарий.

С учетом структурированного процесса подтверждения соответствия и причинно-следственной диаграммы разработана модель подтверждения соответствия, представленная на рисунке 11. В случае отсутствия равенства единице любой из переменных модель не работает.

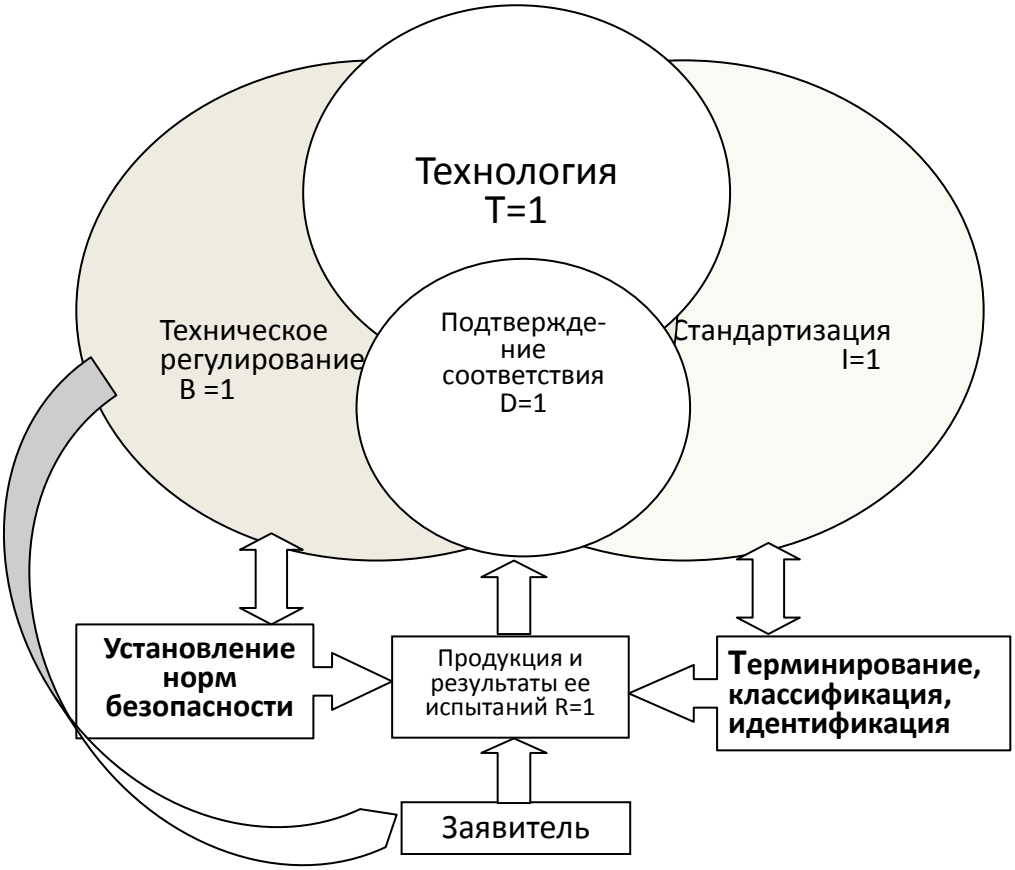

Рис. 11. Модель подтверждения соответствия в форме декларирования

Представленная модель демонстрирует связь технического регулирования безопасности продукции, стандартизации, технологии и подтверждения соответствия. Графически обозначена необходимость установления норм безопасности, технологических норм, а также терминирования и идентификации продукции, которые, в свою очередь, являются взаимозависимыми элементами технического регулирования и стандартизации соответственно. Требования к заявителю установлены в технических регламентах.

Графическую модель можно представить в виде целевой функции с учетом следующих обозначений и ограничений:

D – декларирование.

Переменные:

B – нормы безопасности продукции, $B \in (0; 1)$, B=0 – не установлены, B=1 - установлены;

T – соблюдение технологии производства продукции. $T \in (0; 1)$, T=0 - не соблюдается, T=1 - соблюдается;

I – возможность идентификации. $I \in (0; 1)$, I=0 - отсутствует, I=1 - имеется;

R – результаты испытаний. $R \in (0; 1)$, R=0 – отсутствуют или отрицательные, R=1 – положительные;

Z – соответствие заявителя требованиям нормативных актов $Z \in (0; 1)$, Z=0 - не соответствует, Z=1 - соответствует.

Следовательно, математическую модель можно описать функцией зависимости декларирования D от переменных: $D=f$ (B, T, I, R, Z),

где условием результативного декларирования $D \Rightarrow 1$ является одновременное выполнение условий: B=1, T=1, I=1, R=1, Z=1

ВЫВОДЫ И ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Установлено отсутствие регламентированных показателей безопасности и идентификационных характеристик продуктов, произведенных на основе молока с заменой молочного жира на растительный жир в жировой фазе продукта более 50,0%, вырабатываемых на предприятиях молочной промышленности, на основе проведения аналитического обзора литературы, нормативной и технической документации, а также исследования рынка пищевой продукции смешанного сырьевого состава.

2. Выявлены и обоснованы наиболее значимые аспекты, обеспечивающие идентификацию и безопасность пищевых продуктов смешанного сырьевого состава, произведенных на основе молока: «наименование продукта», «показатели безопасности».

3. Разработаны рецептура сырной молокорастительной пасты и технология ее производства, учитывающая поэтапную оценку рисков нарушения безопасности продукта на стадии проектирования и производства, разработаны рекомендации по применению органолептического профиля и сроку годности – 30 суток при температуре (4±2) °С.

4. Разработан методический подход к нормированию показателей безопасности на стадии проектирования, включающий правила принятия решения. Проведен расчет показателей безопасности сырной молокорастительной пасты с использованием полученного аналитического уравнения**.** Для каждого показателя рассчитан проектный критерий безопасности (B_S).

5. Научно обоснована идентификационная граница вида молокорастительных продуктов по сырьевому составу – более 51% ЗМЖ в жировой фазе продукта. Разработана терминологическая система вида «продукты молокорастительные», отражающая существенные сырьевые признаки и технологические характеристики продукции на основе предложенной многоуровневой классификации, учитывающей возможность включения ее в классификатор ОКПД 2.

6. На основании проведенных исследований разработана модель подтверждения соответствия продукта смешанного сырьевого состава в форме декларирования на примере пасты молокорастительной сырной, а также ее целевая функция $D=f$ (B, T, I, R, Z), зависящая от наличия норм безопасности, технологии, идентификации, положительных результатов испытаний продукции и соответствия заявителя регламентированным требованиям.

7. Разработаны комплект технических условий, три стандарта организации, два проекта национальных стандартов, включенных в Программу национальной стандартизации 2017 года (приказ Росстандарта от 27.01.2017 № 150).

Основные материалы диссертации опубликованы следующих работах:

Статьи в журналах, рекомендованных ВАК:

1. **Иванилова, И.Г.** Риск-ориентированная оценка технологического процесса при нормировании показателей качества и безопасности продукта сложного сырьевого состава / И.Г. Иванилова, И.А. Макеева, Н.В. Стратонова, З.Ю.Белякова, // Молочная промышленность. – 2018. – № 9. – С. 11-12.

2. **Иванилова, И.Г.** Требования к продуктам, изготовленным по технологии молокосодержащих продуктов, с заменой молочного жира более 50% / И.Г. Иванилова // Сыроделие и маслоделие. - 2018. – № 6. – С. 50-52

3. **Иванилова, И.Г.** Системный подход к разработке понятий для пищевой продукции смешанного состава / Н.В. Стратонова, И.А.Макеева, И.Г.Иванилова // Контроль качества продукции. - 2018. – № 1 - С. 8-12.

4. **Иванилова, И.Г.** Научно-методический подход к проектированию норм безопасности пищевой продукции смешанного состава / И.Г. Иванилова, Н.В. Стратонова // Контроль качества продукции. - 2017. – № 11 - С. 39-42.

5. **Иванилова, И.Г.** Проблемы идентификации пищевой продукции в нормативных документах / И.Г. Иванилова, Н.В. Стратонова// Контроль качества продукции. - 2017. - №10 – С.40-45.

Другие статьи и материалы конференций:

6. **Иванилова, И.Г.,** Сертификационные испытания молочных продуктов/ И.Г.Иванилова // Сертификация. – 2000. - № 4. - С.32.

7. **Иванилова, И.Г.** К вопросу наименования и маркировки молокорастительных продуктов / И.А. Макеева, Н.С. Пряничникова, И.Г. Иванилова // Переработка молока. – 2016. – № 8. – С. 22-24.

8. **Иванилова, И.Г.** Системный классификационный подход к стандартизации молокорастительных продуктов / И.А. Макеева, Н.В. Стратонова, И.Г. Иванилова // Научно-практические решения и вопросы технического регулирования производства молочной продукции. Сборник материалов Международной молочной недели. 9-18 июня 2017 г. – Углич, ВНИИМС, 2017. – С.38-42.

9. **Иванилова, И.Г.** Требования к продуктам, изготовленным по технологии молокосодержащих продуктов, с заменой молочного жира более 50% / И.Г. Иванилова // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции «Качество инновационных и традиционных молочных продуктов – залог доверия потребителей» 18-20 сентября 2018 г. - Сочи, 2018 - С.60-62.

Список сокращений:

ККТ – контрольная критическая точка
М.д.ж. – массовая доля жира
СТО – стандарт организации
ТИ – технологическая инструкция
ТУ – технические условия
ЗМЖ – заменитель молочного жира
ОС – орган по сертификации