

DOI: <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2024-7-2-288-297>

Поступила 03.05.2024

Поступила после рецензирования 17.06.2024

Принята в печать 20.06.2024

© Дыдыкин А. С., Зубарев Ю. Н., Логунова Е. И., Кузлякина Ю. А., 2024

<https://www.fsjour.com/jour>

Научная статья

Open access

ОЦЕНКА РИСКОВ ПРОИЗВОДСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДИКИ RCA

Дыдыкин А. С., Зубарев Ю. Н., Логунова Е. И., * Кузлякина Ю. А.

Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН, Москва, Россия

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АННОТАЦИЯ

оценка рисков,
функциональный
пищевой продукт,
йод

По результатам обзора нормативных правовых актов и документов по стандартизации выявлена необходимость разработки методологии оценки рисков при производстве функциональных пищевых продуктов с целью внедрения ее в систему контроля качества обогащенной йодом продукции. В статье описана разработка методологии оценки рисков, которая может быть использована для улучшения системы контроля качества функциональных пищевых продуктов, обогащенных йодом. Опасным событием являлось несоответствие продукта нормативным требованиям, а именно снижение количества йода в функциональных пищевых продуктах до уровня ниже 30 мкг/100г продукта, что составляет менее 15% от суточной потребности взрослого человека. Для оценки возможных рисков, способных повлиять на отличительные признаки функциональных пищевых продуктов, была предложена система составления картины первопричины RCA, включающая стандартные методы: причинно-следственная диаграмма Ишикавы, анализ дерева неисправностей FTA, анализ видов и последствий FMEA и анализ Парето. В качестве объекта исследования была выбрана технология обогащенных йодсодержащими пищевыми ингредиентами вареных колбасных изделий, что связано с широким разнообразием технологических режимов и способов обработки сырья, а также условий хранения готовых продуктов. Результаты исследования включали в себя обзор собранных данных, рассмотрение гипотезы, экспертное заключение о наиболее вероятных первопричинах отказов и о потерях, а также рекомендуемые предупреждающие и корректирующие действия.

Received 03.05.2024

Accepted in revised 17.06.2024

Accepted for publication 20.06.2024

© Dydykin A. S., Zubarev Yu. N., Logunova E. I., Kuzlyakina Yu. A., 2024

Available online at <https://www.fsjour.com/jour>

Original scientific article

Open access

RISK ASSESSMENT IN PRODUCTION OF FUNCTIONAL FOOD PRODUCTS BY MEANS OF RCA METHOD

Andrey S. Dydykin, Yuri N. Zubarev, Evlaliya I. Logunova, * Yuliya A. Kuzlyakina

V. M. Gorbатов Federal Research Center of Food System, Moscow, Russia

KEY WORDS:

risk assessment,
functional food
product, iodine

ABSTRACT

According to the results of review of the regulatory legal acts and standardization documents, the necessity has been determined to develop a methodology for risk assessment in production of functional food products and its introduction into operation for implementation of the quality control system of food products fortified with iodine. This article represents the description of development of risk assessment methodology assigned for assessing the quality control system for functional foods fortified with iodine. The hazardous event in this case is the non-compliance of the food product with the regulatory requirements, in particular the decrease of iodine content in the functional foods down to a level below 30 mcg/100g of the product, which is less than 15% of an adult person's daily requirement. To assess the probable risks that can affect the peculiar features of the functional foods, RCA root cause mapping system was proposed that includes the standard methods: Ishikawa cause and effect diagram, fault tree analysis FTA, failure mode and effect analysis FMEA, and Pareto analysis. The technology of producing of the cooked sausages fortified with iodine-containing food ingredients was chosen as the object of research, as this technology is associated with a wide variety of technological modes and methods of raw materials processing, as well as the storage conditions of the ready products. The results of the study included a review of the collected data, consideration of the hypothesis, expert opinion on the most probable root causes of failures and losses, and the recommended preventive and corrective actions.

1. Введение

Согласно Доктрине продовольственной безопасности РФ¹, определение термина «продовольственная безопасность» звучит следующим образом: состояние социально-экономического развития страны, при котором обеспечивается продовольственная независимость Российской Федерации, гарантируется физическая и экономическая доступность для каждого гражданина страны пищевой продукции, соответствующей обязательным требованиям, в объемах не меньше рациональных норм потребления пищевой продукции, необходимой для активного и здорового образа жизни (далее — продовольственная безопасность). Для достижения продовольственной безопасности необходимо решение задачи обеспечения населения качественными и безо-

пасными продуктами питания, доступными по цене и ассортименту, что позволит сформировать рацион здорового питания для каждого гражданина страны. Для этого необходимо совершенствование организации контроля качества и безопасности пищевой продукции, включая создание современной технической и методической базы.

В соответствии со Стратегией повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года², первоочередными задачами пищевой отрасли являются:

- повышение контроля качества и безопасности пищевой продукции;
- создание единой информационной системы прослеживаемости качества пищевой продукции на протяжении всего жизненного цикла продукта;

¹ Указ Президента «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» (утверждена Указом Президента РФ от 21 января 2020 года № 20)

² «Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года» (утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 июня 2016 года № 1364-р)

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Дыдыкин А. С., Зубарев Ю. Н., Логунова Е. И., Кузлякина Ю. А. (2024). Оценка рисков производства функциональных пищевых продуктов с помощью методики RCA. *Пищевые системы*, 7(2), 288–297. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2024-7-2-288-297>

FOR CITATION: Dydykin A. S., Zubarev Yu. N., Logunova E. I., Kuzlyakina Yu. A. (2024). Risk assessment in production of functional food products by means of RCA method. *Food Systems*, 7(2), 288–297. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2024-7-2-288-297>

- локализация производства пищевых ингредиентов, в том числе функциональных;
- разработка инновационных технологий производства функциональных пищевых продуктов с заданными свойствами;
- совершенствование системы методов контроля пищевых добавок, в том числе в составе пищевой продукции.

В соответствии с поставленными задачами была сформулирована цель данной работы, а именно: оценка возможных рисков, способных повлиять на отличительные признаки функциональных пищевых продуктов.

2. Объекты и методы

В качестве объектов исследования в работе использовали: технологический процесс производства обогащенных вареных колбасных изделий, документы по стандартизации на системы менеджмента — ГОСТ Р ИСО 9000–2015³, верификацию закупленной продукции — ГОСТ 24297–2013⁴. Также были применены национальные стандарты на функциональные пищевые продукты: ГОСТ Р 54059–2010⁵, ГОСТ Р 52349–2005⁶, ГОСТ Р 55577–2013⁷. Для оценки рисков в работе использовали элементы системы менеджмента качества, входящие в методику составления картины первопричины RCA: диаграмму Исикавы, анализ дерева неисправностей FTA, анализ видов и последствий отказов FMEA, анализ Парето. В качестве инструментов при выполнении исследований применяли: базы данных научных публикаций, рецензированных в РИНЦ и Scopus, информационную базу международных и российских нормативных и законодательных актов.

В рамках данного исследования был проведен поиск по трем базам данных: ScienceDirect, Elibrary и Google Scholar. Поиск информации и оценка баз данных показали, что большинство работ по теме публикации были посвящены как функциональным продуктам, так и функциональным ингредиентам с точки зрения технологии, питания и здоровья человека. В базе данных Google Scholar было найдено 33 статьи, из которых 23 статьи было опубликовано в ScienceDirect и 13 статей — в Elibrary.

В работе применяли сочетание стандартных методов оценки рисков. Идентификация рисков осуществлялась путем составления перечня источников риска и событий, способных повлиять на их реализацию. В исследовании использовали подход, в соответствии с которым группа экспертов идентифицировала виды отказов (потерь) при производстве функциональных пищевых продуктов (далее — ФПП) на основе анализа научных публикаций в области технологии производства функциональных пищевых продуктов. Для анализа рисков применяли метод RCA (root cause analysis — анализ первопричин), направленный на исследование потерь вследствие различных видов отказов без рассмотрения их внешних проявлений. Основными этапами метода RCA согласно ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010–2011⁸ являются: формирование экспертной группы; установление области применения и целей метода RCA; сбор данных о потерях; проведение структурированного анализа для определения первопричины; разработка решений и рекомендаций; выполнение рекомендаций; верификация положительного результата от внедрения рекомендаций. Поскольку данное исследование носит теоретический характер, последние два этапа в работе не выполнялись [1,2].

Для осуществления анализа RCA были применены следующие структурированные методы анализа:

Диаграмма Исикавы (причинно-следственный анализ) — метод идентификации возможных причин нежелательного события. Группа экспертов устанавливает конечное событие и размещает его справа от диаграммы, после чего определяет основные категории причин и располагает их в виде «рыбьего скелета» слева от конечного события. С помощью данного метода осуществляется компоновка возможных причин и факторов в обобщенные категории для исследования всех возможных гипотез [3].

Анализ дерева неисправностей FTA (fault tree analysis) — дедуктивный метод идентификации и анализа факторов, способных привести к возникновению нежелательного события. Для графического изображения осуществляют последовательное построение ветвей диаграммы сверху вниз от конечного события (которое необходимо проанализировать) на более низкие уровни системы к базисным событиям до тех пор, пока анализ не перестанет быть целесообразным. Применение данного метода позволяет упростить понимание функционирования системы и рассматриваемых факторов [4].

Анализ видов и последствий отказов FMEA (failure mode and effects analysis) — данный подход подразумевает определение потенциальных потерь и оценку трех факторов риска: S — серьезности; O — вероятности; D — обнаружения. С помощью данного метода определяется ПЧР — приоритетное число риска, отражающее меру критичности потерь, вычисляемое путем перемножения S, O и D. Применение данного метода позволяет получить входные данные для последующей разработки программ мониторинга [5,6].

Анализ Парето — метод, позволяющий определить основные факторы, способные привести к возникновению нежелательного события. Для построения графика используется информация, полученная в ходе анализа FMEA. Данные представляются в виде столбиковой диаграммы на двухмерной системе координат. Вертикальная ось диаграммы отражает приоритетное число риска, а горизонтальная — перечень причин. Далее для учета совокупного процесса потерь строят кумулятивную кривую Лоренца, а на вертикальной оси откладывают дополнительную шкалу, отражающую проценты весо-мости причины [7].

Составление картины первопричины — выходные данные метода RCA. Они включают в себя: обзор собранных данных; рассмотрение гипотезы; заключение о наиболее вероятных первопричинах отказов и потерях; рекомендуемые и корректирующие действия.

В качестве инструмента для построения графических моделей анализа возможных рисков использовали программы Wondershare EdrawMax Build и Visual Paradigm.

3. Результаты и обсуждение

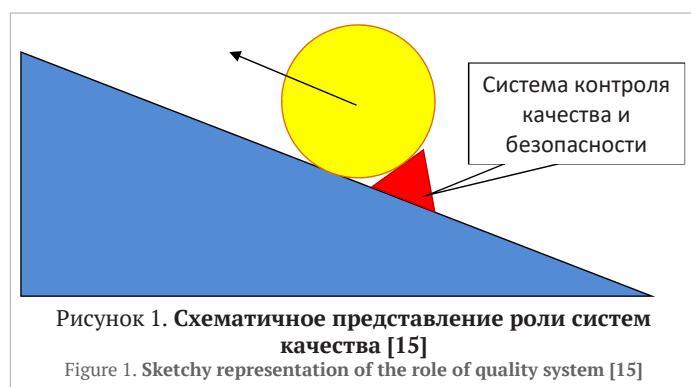
Качество пищевой продукции определяется ее способностью удовлетворять потребителя и отвечать требованиям заинтересованных сторон, включая производителей, розничных продавцов и регуляторные органы. Понятие качества продукции, изложенное в ГОСТ Р ИСО 9000–2015⁹, включает в себя не только выполнение функции в соответствии с назначением продукта, но также воспринимаемую ценность и выгоду для потребителя. В пищевой промышленности выделяют два аспекта качества продукции: с одной стороны, безопасность и санитарную целостность, в том числе обеспечение необходимых условий к реализации пищевых продуктов, с другой стороны — свойства продукта, направленные на удовлетворение потребителя: органолептические [8], диетические [9], функциональные [10], экологические [11,12], инновационные [13], а также экономические [14].

Качество готового продукта является важнейшей составляющей конкурентоспособности предприятия, способствующей стабильному росту и развитию. Любая система контроля качества требует наличия процедур входного и производственного контроля на предприятии. Производственный контроль базируется на принципах ХАССП в соответствии с требованиями ТР ТС 021/2011¹⁰. Он предполагает разработку, внедрение и поддержку процедур управления качеством и безопасностью производимой пищевой продукции. Специфика проведения процедуры входного контроля зависит от вида перерабатываемой пищевой продукции и разрабатывается для каждого вида сырья и материалов в индивидуальном порядке. Основные положения по организации, проведению и оформлению результатов входного контроля сырья, материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий, используемых для разработки, производства и эксплуатации промышленной продукции (в т. ч. пищевой), установлены в ГОСТ 24297–2013⁴.

Рисунок 1 иллюстрирует три элемента, символизирующие динамику развития предприятия: желтый круг представляет само предприятие, синяя наклонная плоскость отражает его потенциал развития, а красный треугольник — фактор, препятствующий регрессу и обеспечивающий закрепление достижений.

⁹ ГОСТ Р ИСО 9000–2015 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь (с Поправкой от 12.10.2016)». М.: Стандартинформ, 2011. — 54 с.

¹⁰ Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011).



Основной целью переработки пищевых продуктов традиционно является преобразование сырья в съедобные, безопасные, полезные и питательные продукты с желаемыми физико-химическими свойствами, увеличенным сроком хранения, оптимальными органолептическими свойствами и удобной формой для употребления в пищу [16]. В настоящее время в связи с ростом доли неинфекционных заболеваний, обусловленных неполноценным и несбалансированным питанием, одним из ведущих направлений научных исследований в области пищевой промышленности является разработка технологий производства функциональных пищевых продуктов с профилактическими свойствами. Однако производство ФПП требует реализации дополнительных мер, а именно: создания функционального пищевого ингредиента (далее — ФПИ) или оптимизации технологии пищевого продукта для обеспечения его профилактических свойств, а также усиления мер контроля в связи с усложнением технологии и использованием обогащающих компонентов [17].

Согласно СанПиН № 2.3.2.2804–10¹¹, для обогащенных одним или несколькими витаминами, макроэлементами и/или микроэлементами пищевых продуктов, установлены следующие требования: произведенных в России или ввезенных на ее территорию, установлены следующие требования:

- ❑ обогащение разрешено для продуктов массового потребления, которые регулярно используются в ежедневном рационе взрослых и детей с 3-х лет, а также для продуктов, подвергающихся технологической обработке, приводящей к значительным потерям витаминов и минеральных веществ;
- ❑ рекомендуется обогащать продукты питания такими витаминами и минеральными веществами, дефицит которых распространен среди населения;
- ❑ продукты питания могут быть обогащены витаминами и/или минеральными веществами независимо от их присутствия в исходном продукте;
- ❑ обогащающие микроэлементы, их дозировки и формы подбираются с учетом безопасности и эффективности, обеспечивая повышение пищевой ценности рациона;
- ❑ при расчете количества витаминов и минеральных веществ, добавляемых в пищевые продукты с целью обогащения, следует учитывать их естественное содержание в исходном продукте или сырье и в материалах. Кроме того, крайне важно учитывать потери при производстве и хранении для того, чтобы уровни этих витаминов и минеральных веществ не были ниже контрольного значения на протяжении всего срока годности продукта;
- ❑ комбинации веществ, формы, методы и этапы обогащения следует подбирать с учетом вероятности химического взаимодействия обогащающих ингредиентов и исходного продукта компонентов с целью их оптимальной сохранности при производстве и хранении;
- ❑ обогащение продуктов питания витаминами и минеральными веществами не должно ухудшать потребительские свойства продукта, например, снижать уровень и доступность других питательных компонентов, значительно ухудшать органолептические свойства продуктов или сокращать срок их хранения;
- ❑ обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами не должно влиять на их показатели безопасности;
- ❑ гарантированное содержание витаминов и минеральных веществ в обогащенных продуктах питания должно быть указано на маркировке индивидуальной упаковки продукции.

¹¹Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 27.12.2010 N1 об утверждении СанПиН 2.3.2.2804–10 Дополнения и изменения к СанПиН 2.3.2.1078–01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов»

К функциональным пищевым ингредиентам (далее — ФПИ), согласно ГОСТ Р 54059–2010¹², относятся: живые микроорганизмы, вещество или комплекс веществ животного, растительного, микробиологического, минерального происхождения или идентичные натуральным. Для внесения ФПИ в состав продукта обязательными являются доказанная физиологическая активность, научно обоснованная польза для здоровья человека и установленная суточная физиологическая потребность. Эффективность ФПИ должна быть подтверждена доказательной базой, полученной с помощью методов доказательной медицины. Кроме того, в соответствии с ГОСТ Р 52349–2005¹³, для ФПП обязательным условием является содержание в своем составе ФПИ не менее 15%, но не более 50% от суточной физиологической потребности. Правила маркировки ФПП допускают нанесение информации о содержании ФПИ на 100 грамм или на порцию продукта, а также информации об ожидаемом благоприятном влиянии ФПИ на состояние организма человека при систематическом употреблении ФПП, его содержащего [18]. Подробная информация об отличительных признаках и эффективности функциональных пищевых продуктов, используемых при маркировке ФПП и ФПИ, изложена в ГОСТ Р 55577–2013¹⁴.

Для расчета необходимой концентрации йода в ФПП принимается величина, составляющая от 15 до 50% от суточной нормы потребления йода для взрослого человека. В соответствии с МР 2.3.1.0253–21¹⁵, суточная норма йода установлена в количестве 150–240 мкг/сутки (в среднем ~ 200 мкг), а максимальная суточная доза, во избежание риска субклинического гипотиреоза, не должна превышать 600 мкг в сутки [19]. Минимальное пороговое значение содержания йода в ФПП установлено в количестве 30 мкг/100 гр продукта. В качестве обогащающих компонентов в технологии йодированных вареных колбасных изделий, согласно данным научных публикаций за последние 10 лет, могут быть использованы: йодированная соль [20,21,22], йодированные молочные белки [23,24], а также ламинария в натуральном или сушеном виде [25,26]. Путем элементарного расчета установлена концентрация йода в ФПП на уровне 30–100 мкг на 100 г продукта.

Обзор научных трудов показал, что при внесении гранулированных или порошкообразных пищевых добавок для обогащения переработанных функциональных пищевых продуктов фактическое содержание ФПИ в продукте может не соответствовать данным, заявленным на этикетке [27,28]. На наличие несоответствия количества йодсодержащих ФПП данным, заявленным изготовителем, могут влиять различные факторы, такие как нарушение технологии, жесткие технологические режимы, химическое взаимодействие с другими веществами, присутствующими в продукте, а также потери физиологически функциональных пищевых ингредиентов в различных условиях на протяжении всего срока годности готового продукта [29,30]. Отдельно стоит отметить необходимость контроля концентрации йода в обогащающих добавках, поскольку фактическое количество йода в ФПИ может не соответствовать заявленному производителем [31,32], а значит, расчеты по внесению ФПИ будут заведомо неверными. Ранее авторами настоящей публикации было проведено глубокое исследование йодсодержащих пищевых ингредиентов различной природы, выполнен обзор на сохранность йода в пищевых продуктах при различных условиях технологической обработки и хранения, а в качестве результатов исследований была составлена классификация йодсодержащих ФПИ по форме компонентов [33]. Авторы описывают данные факторы как триггеры рисков событий, поскольку они негативно влияют на процесс производства ФПП и лишают потребителя возможности улучшить физиологические свойства организма с помощью употребления ФПП.

3.1. Оценка рисков производства функциональных пищевых продуктов

Рабочая группа для оценки рисков производства функциональных пищевых продуктов была сформирована из четырех сотрудников ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН. В ее

¹²ГОСТ Р 54059–2010 «Продукты пищевые функциональные. Ингредиенты пищевые функциональные. Классификация и общие требования». М.: Стандартинформ, 2019. — 12 с.

¹³ГОСТ Р 52349–2005 «Продукты пищевые функциональные. Термины и определения». М.: Стандартинформ, 2006. — 17 с.

¹⁴ГОСТ Р 55577–2013 «Продукты пищевые специализированные и функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности». М.: Стандартинформ, 2014. — 19 с.

¹⁵Методические рекомендации МР 2.3.1.0253–21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 22 июля 2021 г.)

состав вошли представители отдела функционального и специализированного питания и отдела технического регулирования.

Оценка риска представляла собой процесс, состоящий из идентификации, анализа и сравнительной оценки риска. В данной работе исследовалось обогащение колбасных вареных изделий функциональными пищевыми ингредиентами, направленное на предотвращение йододефицита и восполнение имеющегося дефицита йода в организме человека, а также на сохранение или улучшение здоро-

вья за счет наличия в составе продукта йода. Технологическая схема производства колбасных изделий, включающая этап внесения ФПИ, представлена на Рисунке 2.

Технология производства функциональных колбасных изделий, обогащенных йодом, подразумевает внесение ФПИ на этапе составления фарша. На технологической схеме красными элементами диаграммы выделены этапы приемки и подготовки, а также контроля физико-химических показателей ФПИ.

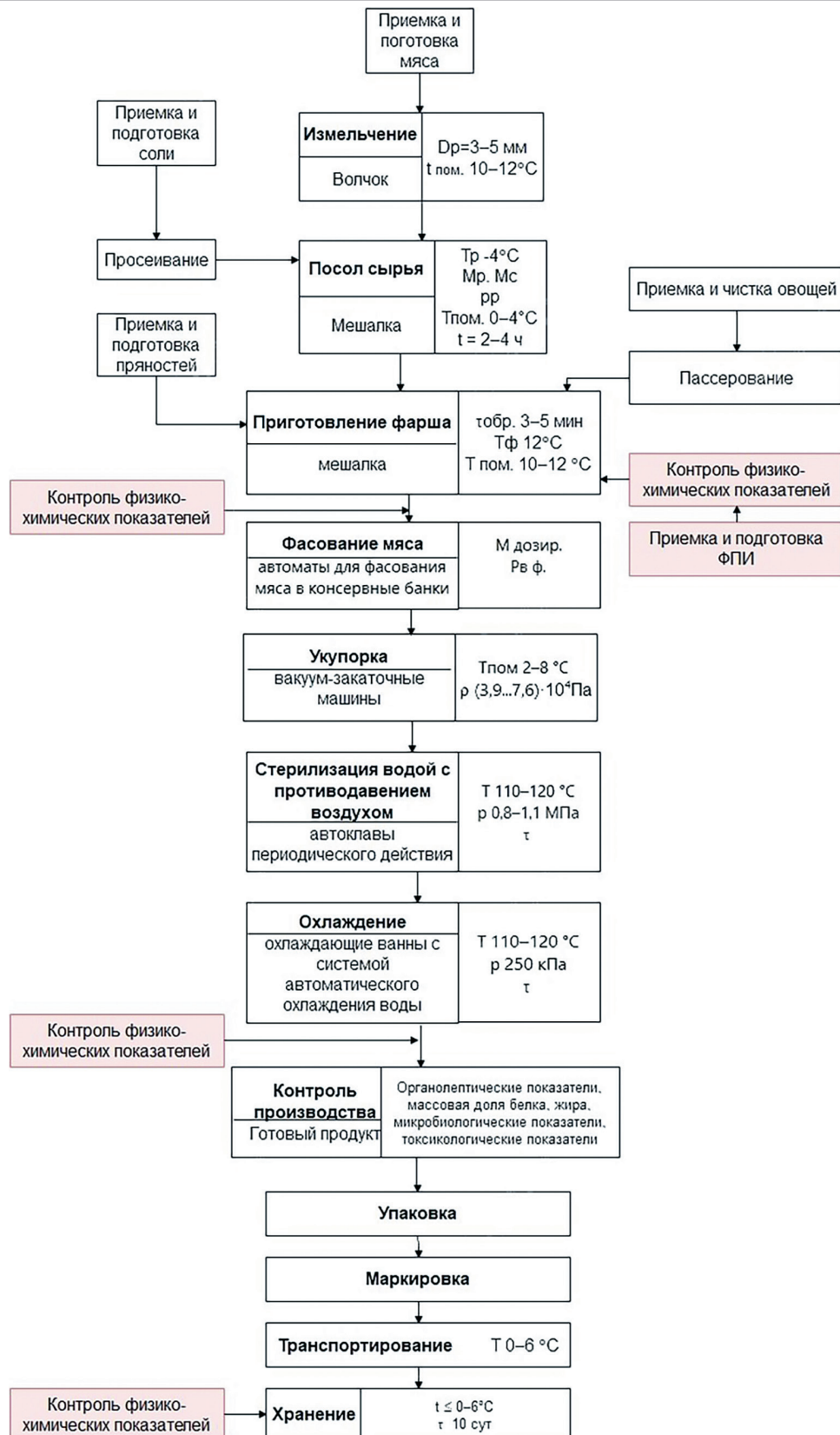


Рисунок 2. Технологическая схема производства функциональных вареных колбасных изделий

Figure 2. Process flow diagram of producing the functional cooked sausages

Для определения возможных причин и факторов, реализация которых способна привести к нежелательному событию, а именно к снижению количества йода в функциональном пищевом продукте, была составлена причинно-следственная диаграмма Исикавы (Рисунок 3). Для ее построения использовали данные литературных источников и практический опыт специалистов в областях технологии ФПП и менеджмента качества пищевых продуктов, в том числе практический опыт авторов данной статьи.

Причины, оказывающие влияние на вероятность снижения количества йода в ФПП, были представлены четырьмя группами: управление, персонал, технология, а также сырье и материалы. Анализ данной модели показал, что причины возникновения нежелатель-

ного события носят как внутренний, так и внешний характер. К внутренним причинам относятся первые 3 причины — контроль над ними лежит в области внутреннего аудита предприятия, в то время как единственная внешняя причина — сырье и материалы, поступающие на предприятие, должны подвергаться строгому входному контролю.

Для более глубокой проработки каждой причины на следующем этапе был осуществлен анализ дерева неисправностей FTA (Рисунок 4).

При построении диаграммы FTA были использованы данные, полученные при составлении диаграммы Исикавы. Причины несоответствия концентрации йода данным, заявленным производителем ФПП в соответствии с нормативными техническими актами, были

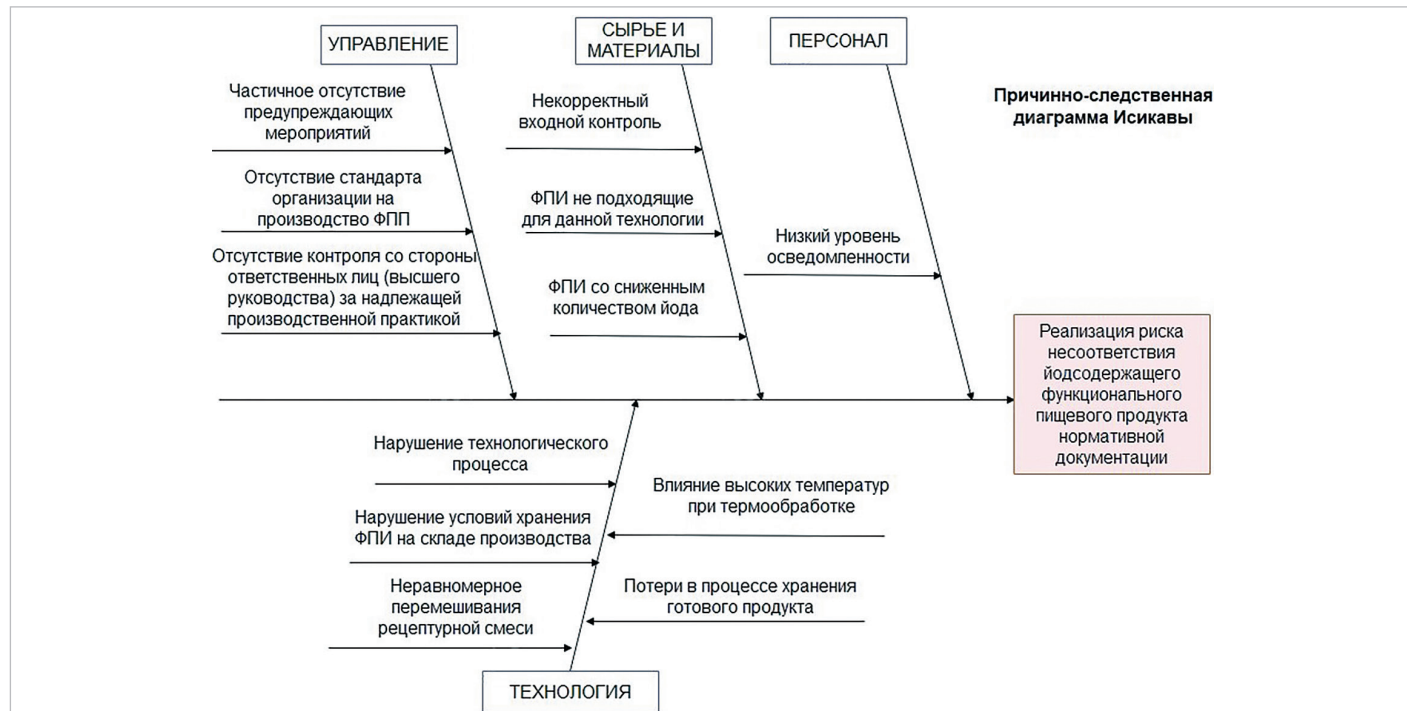


Рисунок 3. Причинно-следственная диаграмма возникновения нежелательного события

Figure 3. Cause-and-effect diagram of the occurrence of an undesirable event

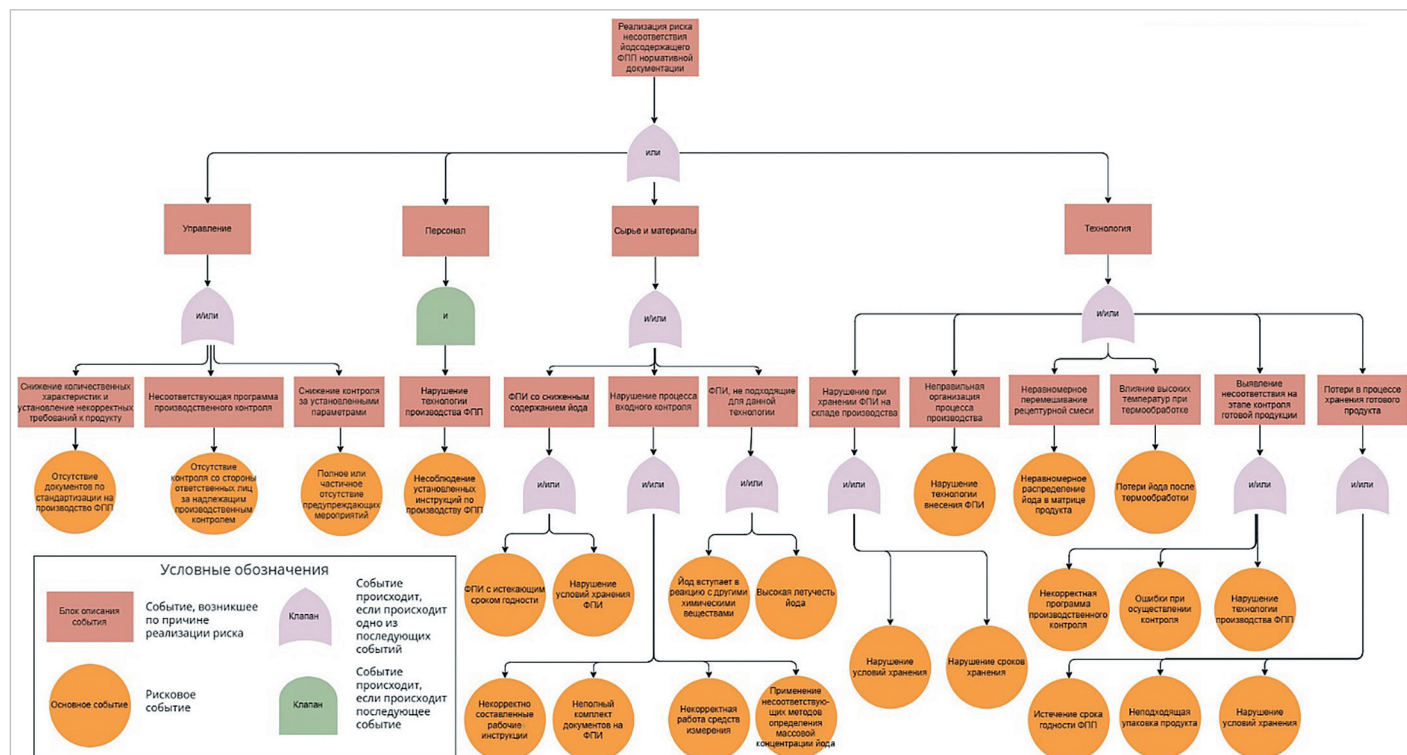


Рисунок 4. Дерево неисправностей (FTA) для ФПП, обогащенных йодсодержащими ФПИ

Figure 4. Failure tree analysis (FTA) for the functional food products fortified with iodine-containing functional food ingredients

представлены в виде блоков описания событий, возникающих при реализации рисков различного рода на предприятии. Основные события в нижней части диаграммы являлись конечными рисковыми событиями, не требующими дальнейшего логического развития. Результаты работы на данном этапе оценки рисков были использованы в дальнейшем для анализа видов и последствий отказов FMEA.

В соответствии с методикой FMEA составлялась таблица анализа рисков. Эксперты оценивали коэффициенты серьезности, вероятности и обнаружения причин, присваивая баллы от 1 до 10 в соответствии с квалитетическими шкалами. На основе данных, полученных в ходе анализа, для каждой выявленной причины возникновения рискового события рассчитывалось приоритетное число риска (далее — ПЧР) по формуле:

$$ПЧР = S \times O \times D \quad (1),$$

где S (severity) — серьезность наихудшего потенциального исхода из-за сбоя с точки зрения безопасности и функциональности системы; O (occurrence) — относительная вероятность того, что произойдет сбой; D (detection) — вероятность того, что режим отказа не будет обнаружен и/или исправлен соответствующими средствами управления, установленными на производственных линиях.

Для каждой области контроля с целью определения наибольшего влияния на реализацию потенциального риска с помощью диаграммы Парето рассчитывали суммарное ПЧРЭт путем сложения каждого из ПЧР. Данные вносили в Таблицу 1.

В результате экспертной оценки всех потенциально уязвимых этапов производства, хранения и транспортировки были выявлены наиболее существенные причины возникновения риска несоответствия концентрации йода в функциональном пищевом продукте заявленному на упаковке. Для ПЧР риска были установлены критические границы ПЧРгр в пределах от 400 до 720. В случае, если ПЧР > ПЧРгр, принималось решение о необходимости снижения риска до приемлемого уровня. Поскольку в области контроля персонала существует единственная причина возникновения риска — несоблюдение установленных инструкций по производству ФПП, а ПЧР лежит в пределах ПЧРгр, данная область подлежит проработке вне зависимости от других причин возникновения рисков.

Данные, полученные с помощью анализа методом FMEA, использовали при построении диаграммы Парето с целью определения ключевых проблем, расстановки приоритетов и оценки совокупного воздействия причин на реализацию риска несоответствия концентрации йода в ФПП данным, заявленным производителем. Для

каждой контролируемой области, кроме области контроля персонала, составляли отдельную диаграмму Парето (Рисунки 5–7).

Из представленной на Рисунке 5 диаграммы Парето следует, что основная причина возникновения риска несоответствия концентрации йода в ФПП заявленным данным связана с недостатками в области «Управление предприятием». В частности, риск увеличивается ввиду полного или частичного отсутствия предупреждающих мероприятий или из-за отсутствия контроля со стороны руководства за соблюдением надлежащей производственной практики. Меры по обнаружению и предупреждению, а также корректирующие мероприятия представлены в Таблице 1.

Из представленной на Рисунке 6 диаграммы Парето следует, что наибольшее влияние на возникновение риска несоответствия концентрации йода в ФПП данным, заявленным производителем в области контроля «Сырье и материалы», является ФПИ с истекающим сроком годности, высокая летучесть йода и нарушение условий хранения ФПИ на складе поставщика или в процессе транспортировки. Меры по обнаружению и предупреждению, а также корректирующие мероприятия представлены в Таблице 1.

Из представленной на Рисунке 7 диаграммы Парето следует, что в области «Технология» наибольший риск несоответствия концентрации йода в ФПП заявленным данным связан со следующими факторами: влияние высоких температур, некорректная

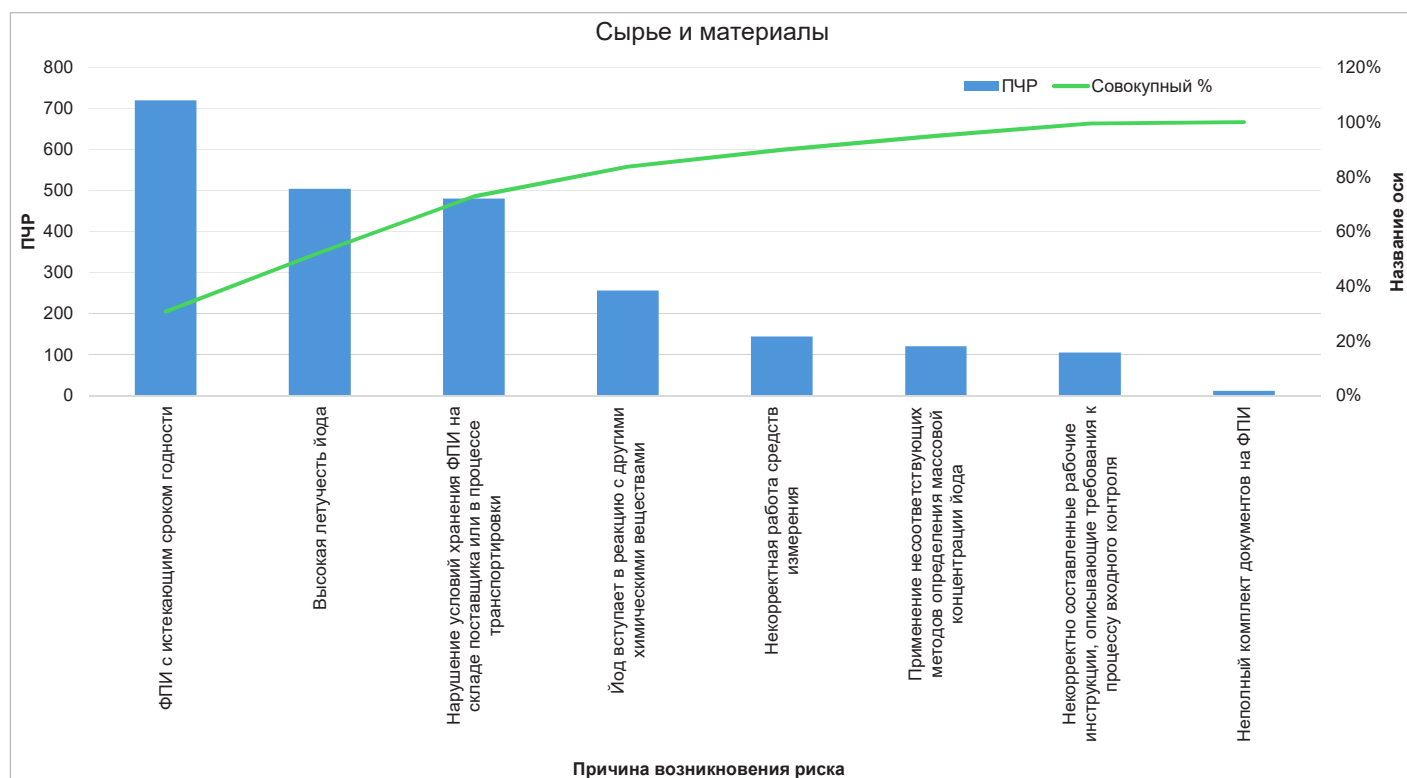
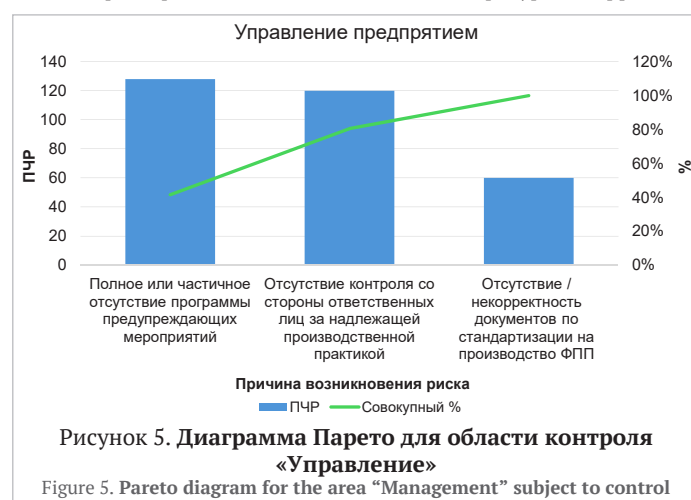


Рисунок 6. Диаграмма Парето для области контроля «Сырье и материалы»
Figure 6. Pareto diagram for the area “Raw materials and supplies” subject to control

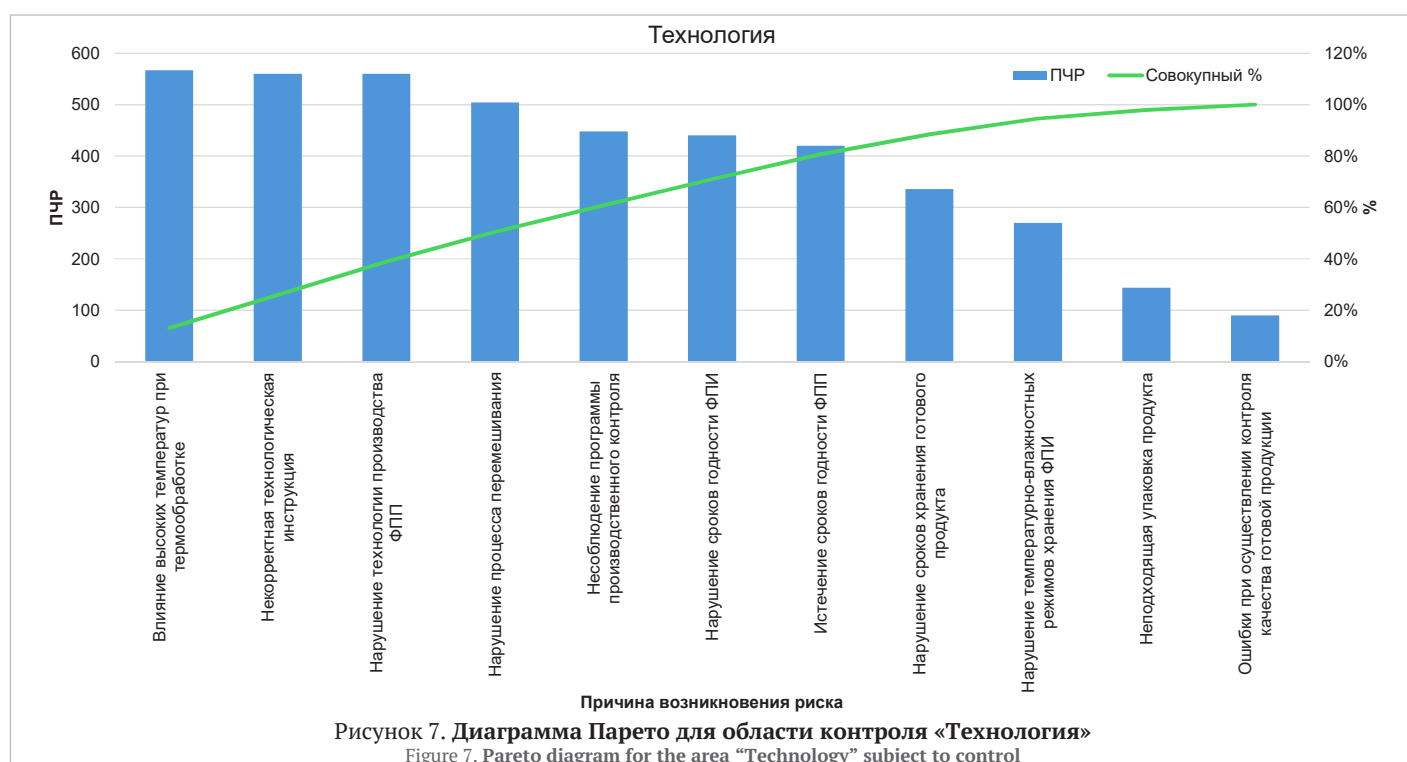
Таблица 1. Результаты анализа рисков методом FMEA
Table 1. Results of risks analysis by FMEA method

Область контроля	Риск	Причина	S	Меры по обнаружению	O	Меры по предупреждению	D	Корректирующие мероприятия	ПЧР
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Управление	Снижение качественных характеристик и установление некорректных требований к продукту в СТО /ТУ	Отсутствие / некорректность документов по стандартизации на производство ФПП	5	Проверка документов по стандартизации СТО /ТУ; Систематическая актуализация СТО /ТУ	3	Разработка СТО /ТУ с учетом соответствующих документов национальной системы стандартизации	4	Экспертиза СТО /ТУ; проверка стандарта организации на соответствие документам национальной системы стандартизации	60
	Несоответствующая программа производственного контроля	Отсутствие контроля со стороны ответственных лиц, включая руководящее звено за надлежащим производственным контролем	4	Проверка документации внутреннего аудита исполнения надлежащего производственного контроля	6	Регулярный внутренний аудит исполнения надлежащего производственного контроля	5	Внеочередной аудит исполнения надлежащего производственного контроля; инструктаж персонала	120
	Снижение контроля за установленными параметрами	Полное или частичное отсутствие программы предупреждающих мероприятий	8	Анализ причин несоответствий установленным параметрам	4	Составление плана предупреждающих мероприятий; своевременное устранение причин потенциальных несоответствий	4	Проверка протоколов системы менеджмента качества	128
Персонал	Нарушение технологии производства ФПП	Несоблюдение установленных инструкций по производству ФПП	9	Регулярная проверка знаний сотрудников	9	Своевременный инструктаж сотрудников	5	Внеочередная проверка компетенций сотрудников; повторный инструктаж; дисциплинарные взыскания	405
	Нарушение процесса входного контроля	Некорректно составленные рабочие инструкции, описывающие требования к процессу входного контроля	7	Проведение проверки корректности процесса входного контроля и выявление ошибок в рабочих инструкциях	5	Проверка выполнения рабочих инструкций и их корректировка	3	Внесение изменений в рабочие инструкции в соответствии с корректировками	105
		Неполный комплект документов на ФПП	3	Проверка сопроводительной документации каждой партии ФПП	2	Накопление статистических данных входящей документации	2	Запрос отсутствующих документов у поставщиков ФПП	12
Сырье и материалы	Некорректная работа средств измерения	8	Оценка соответствия средств измерения установленным требованиям	6	Регулярное техническое обслуживание средств измерения; обеспечение адекватных условий работы средств измерения	3	Калибровка средств измерения; ремонт или замена оборудования; разработка и утверждение графика поверки средств измерений	144	
	Применение несоответствующих методов определения массовой концентрации йода	8	Проверка журнала входного контроля	5	Корректный подбор метода определения концентрации йода в соответствии с формой вещества и характером анализируемого ФПП	3	Составление инструкции проведения лабораторного анализа ФПП на этапе входного контроля	120	
	ФПП со сниженным содержанием йода	ФПП с истекающим сроком годности	10	Проверка журналов приемки сырья и материалов	9	Верификация входящих ФПП с проверкой сроков годности	8	Замена ФПП с истекающим сроком годности на ФПП с соответствующим коэффициентом запаса срока годности; корректировка рецептуры с применением коэффициентов для использования ФПП со сниженным содержанием йода	720
	Нарушение условий хранения ФПП на складе поставщика или в процессе транспортировки	10	Верификация входящих ФПП на количественное содержание йода	6	Аудит поставщика и транспортной компании	8	Замена ФПП со сниженным содержанием йода на соответствующий нормам; корректировка рецептуры с применением коэффициентов для использования ФПП со сниженным содержанием йода	480	

Таблица 1. Окончание / Table 1. End

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ФПИ, не подходящие для данной технологии	Реакция йода с другими химическими веществами	8	Контроль количественного содержания йода в контрольных точках на производстве ФПП	4	Предварительное моделирование прототипа продукта и его испытания; подбор подходящей формы ФПИ	8	Выбраковка партии ФПП, в которой были обнаружены отклонения; корректировка рецептуры	256	
	Высокая летучесть йода	9		7	Составление рецептуры и подбор технологии с учетом особенностей сохранности ФПИ в процессе производства и хранения	8		504	
ПЧР-Эт									
Нарушения при хранении ФПИ на складе производства	Нарушение температурно-влажностных режимов хранения	9	Отслеживание изменений условий хранения ФПИ на производстве; проверка журналов температурно-влажностных режимов хранения	6	Установление системы мониторинга за температурно-влажностными режимами с назначением ответственного лица за данный процесс	5	Проверка физико-химических показателей ФПИ; установление условий хранения ФПИ, соответствующих виду сырья	270	
	Нарушение сроков годности	8	Отслеживание сроков годности ФПИ на производстве; проверка журналов учета сырья и материалов на складе	7	Соблюдение сроков годности ФПИ на производстве. Соблюдение принципа FIFO/FEFO	6	Замена ФПИ с истекающим сроком годности на ФПИ с соответствующим коэффициентом запаса срока годности; корректировка рецептуры с применением коэффициентов для использования ФПИ со сниженным содержанием йода	336	
Нарушение технологии внесения ФПИ	Несоответствия в утвержденной технологической инструкции; ошибки в части требований к технологическим режимам	10	Регулярный внутренний аудит технологических инструкций	8	Составление технологических инструкций в соответствии с требованиями действующих нормативных технических актов и национальных стандартов	7	Корректировка технологических инструкций; инструктаж персонала, ответственного за разработку технологической инструкции	560	
Неравномерное распределение йода в матрице продукта	Нарушение процесса перемешивания	9	Отбор образцов и анализ количества йода в рецептурной смеси	8	Соблюдение технологических инструкций	7	Повторное перемешивание с соблюдением температурных режимов	504	
Потери йода после термообработки	Влияние высоких температур при термообработке	9	Отбор образцов и анализ количества йода в ФПП после термообработки	7	Составление рецептуры ФПП с учетом термоустойчивости йодсодержащего ФПИ	9	Выбраковка партии ФПП, в которой были обнаружены отклонения; корректировка рецептуры	567	
Выявление несоответствия на этапе контроля качества готовой продукции	Несоблюдение программы производственного контроля	8	Выявление ошибок при выполнении производственного контроля	8	Регулярная проверка ответственным лицом работы системы производственного контроля	7	Устранение ошибок, допущенных при выполнении производственного контроля	448	
	Ошибки при осуществлении контроля качества готовой продукции	5	Проверка процесса контроля качества готовой продукции	6	Проведение испытаний готовой продукции	3	Устранение ошибок при осуществлении контроля качества готовой продукции	90	
	Нарушение технологии производства ФПП	10	Отбор образцов и анализ количества йода в готовом ФПП	8	Соблюдение технологических инструкций	7	Выбраковка партии ФПП, в которой были обнаружены отклонения; корректировка рецептуры	560	
Потери йода в процессе хранения готового продукта	Истечение срока годности ФПП	10	Отслеживание сроков хранения ФПП; контроль изменения концентрации йода в ФПП в процессе хранения	6	Соблюдение сроков хранения ФПП	7	Утилизация ФПП по истечению срока годности; переход ФПП в категорию продуктов, не имеющих отличительных признаков ФПП	420	
	Неподходящая упаковка продукта	9	Контроль изменения концентрации йода в ФПП в процессе хранения	4	Подбор подходящей упаковки для ФПП	4	Замена способа упаковки или упаковочных материалов	144	
	Нарушение условий хранения	8	Контроль изменения концентрации йода в ФПП в процессе хранения	6	Соблюдение условий хранения ФПП	4	Изменение условий хранения в соответствии с видом ФПП	192	
ПЧР-Эт									
									4339

Технология



технологическая инструкция, нарушение технологии производства ФПП, нарушение процесса перемешивания, несоблюдение программ производственного контроля, нарушение сроков хранения ФПИ, а также истечение срока хранения ФПП. Меры по обнаружению и предупреждению, а также корректирующие мероприятия представлены в Таблице 1.

Анализ первопричин реализации рисков несоответствия йодсодержащего функционального пищевого продукта нормативной документации методом RCA показал необходимость применения следующих мер предупреждения для краткосрочных перспектив:

1. В области управления предприятием — составление плана предупреждающих мероприятий, своевременное устранение причин потенциальных несоответствий и регулярный внутренний аудит предприятия;
2. В отношении персонала — своевременный инструктаж и регулярная проверка знаний;
3. В части контроля сырья и материалов — проведение входного контроля в соответствии с инструкциями и регулярная проверка средств измерения, строгая верификация входящих материалов, составление рецептуры и моделирование продукта с учетом особенностей используемого сырья;
4. В технологической области контроля — строгое соблюдение технологических инструкций и их корректировка при необходимости, регулярная проверка работы системы производственного контроля, контроля изменения концентрации йода в ФПП на всем жизненном цикле продукта.

5. Выводы

Продовольственная безопасность РФ достижима при условии обеспечения качественной продукцией населения с целью формирования рациона здорового питания. В связи с повсеместным распространением неинфекционных заболеваний, связанных с дефицитом пищевых и биологически активных веществ, особое внимание уделяется созданию обогащенных и функциональных пищевых продуктов. Йододефицит — одна из ключевых демографических проблем XXI века, и решить ее можно путем реализации программ по обогащению пищевых продуктов йодсодержащими функциональными пищевыми ингредиентами.

Функциональные пищевые продукты должны иметь отличительные признаки, которые заключаются в наличии пищевых и/или биологически активных веществ в своем составе в количестве, обеспечивающем от 15 до 50% от суточной потребности организма. Исследования показали высокую вероятность реализации риска несоответствия концентрации йода в функциональных пищевых продуктах данным, заявленным производителем в соответствии с нормативной документацией.

В данном исследовании были определены потенциальные риски, способные привести к несоответствию йодсодержащего функционального пищевого продукта данным, заявленным производителем в соответствии с нормативной документацией. По результатам исследования была составлена картина первопричины реализации рисков, описаны мероприятия по их предупреждению и даны рекомендации, включающие меры по обнаружению и корректирующие мероприятия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК / REFERENCES

1. Przystupa, K. (2019). The methods analysis of hazards and product defects in food processing. *Czech Journal of Food Sciences*, 37(1), 44–50. <https://doi.org/10.17221/44/2018-CJFS>
2. Hisprastin, Y., Musfiroh, I. (2021). Ishikawa diagram dan failure mode effect analysis (FMEA) sebagai metode yang sering digunakan dalam manajemen risiko mutu di industri. *Majalah Farmasetika*, 6(1), 1–9. <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v6i1.27106> (In Indonesian)
3. Barsalou, M. (2023). Case study in hypothesis prioritization with Ishikawa diagrams. *Management Systems in Production Engineering*, 31(4), 381–388. <https://doi.org/10.2478/mspe-2023-0042>
4. Kim, D. H., Cho, W. I., Lee, S. J. (2020). Fault tree analysis as a quantitative hazard analysis with a novel method for estimating the fault probability of microbial contamination: A model food case study. *Food Control*, 110, Article 107019. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.107019>
5. Wu, J.-Y., Hsiao, H.-I. (2021). Food quality and safety risk diagnosis in the food cold chain through failure mode and effect analysis. *Food Control*, 120, Article 107501. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107501>
6. Wu, Z., Liu, W., Nie, W. (2021). Literature review and prospect of the development and application of FMEA in manufacturing industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 112, 1409–1436. <https://doi.org/10.1007/s00170-020-06425-0>
7. Ali, K., Johl, S. K. (2022). Critical success factors of total quality management practices using Pareto analysis. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 36(3), 353–381. <http://doi.org/10.1504/IJPMQ.2022.124704>
8. Embling, R., Neilson, L., Mellor, C., Durodola, M., Rouse, N., Haselgrove, A. et al. (2024). Exploring consumer beliefs about novel fortified foods: A focus group study with UK-based older and younger adult consumers. *Appetite*, 193, Article 107139. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2023.107139>
9. Eduardo, K., Aredo, V., Rios-Mera, J. D., Ambrosio, C. M. S., Siche, R., Saldaña, E. (2024). Market needs and consumer's preferences for healthier foods. Chapter in a book: *Strategies to Improve the Quality of Foods*. Academic Press, 2024. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-15346-4.00013-6>
10. Sgroi, F., Sciortino, C., Baviera-Puig, A., Modica, F. (2024). Analyzing consumer trends in functional foods: A cluster analysis approach. *Journal of Agriculture and Food Research*, 15, Article 101041. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101041>
11. De Marchi, E., Scappaticci, G., Banterle, A., Alamprese, C. (2024). What is the role of environmental sustainability knowledge in food choices? A case study

- on egg consumers in Italy. *Journal of Cleaner Production*, 441, Article 141038. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141038>
12. Chen, Y., You, L., Sun-Waterhouse, D. (2024). Effects of processing on the physicochemical characteristics and health benefits of algae products: Trade-offs among food carbon footprint, nutrient profiles, health properties, and consumer acceptance. *Trends in Food Science and Technology*, 147, Article 104375. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104375>
 13. Tzompa-Sosa, D. A., Sogari, G., Copelotti, E., Andreani, G., Schouteten, J. J., Moruzzo, R. et al. (2023). What motivates consumers to accept whole and processed mealworms in their diets? A five-country study. *Future Foods*, 7, Article 100225. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2023.100225>
 14. Hough, G., Contarini, A. (2023). Can low-income consumers choose food from sustainable production methods? *Current Opinion in Food Science*, 51, Article 101035. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2023.101035>
 15. Семенова, А. А., Насонова, В. В., Горощко, Г. П. (2011). Организация входного контроля пищевых добавок и ингредиентов на предприятиях мясной промышленности. *Все о мясе*, 3, 42–45. [Semenova, A. A., Nasonova, V. V., Goroshko, G. P. (2011). Organization of incoming inspection of food additives and ingredients at the meat processing industry enterprises. *Vsyo o Myase*, 3, 42–45. (In Russian)]
 16. Bagchi, D., Nair, S. (2016). Developing new functional food and nutraceutical products. Academic Press, 2016.
 17. Granato, D., Barba, F. J., Bursać Kovačević, D., Lorenzo, J. M., Cruz, A. G., Putnik, P. (2020). Functional foods: Product development, technological trends, efficacy testing, and safety. *Annual Review of Food Science and Technology*, 11(1), 93–118. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032519-051708>
 18. Кочеткова, А. А. (2019). Требования к упаковке и маркировке специализированной и функциональной пищевой продукции. *Мясные технологии*, 7(199), 40–45. [Kochetkova, A. A. (2019). Requirements for packaging and labelling of the specialized and functional food products. *Meat Branch*, 7(199), 40–45. (In Russian)]
 19. World Health Organization. (2001). Assessment of Iodine Deficiency Disorders and Monitoring Their Elimination: A Guide for Programme Managers, 2nd ed. World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2001. Retrieved from <https://apps.who.int/iris/handle/10665/61278> Accessed on 10 January 2024.
 20. Blankenship, J. L., Garret, t G. S., Khan, N. A., De-Regil, L. M., Spohrer, R., Gorstein, J. (2018). Effect of iodized salt on organoleptic properties of processed foods: A systematic review. *Journal of Food Science and Technology*, 55(9), 3341–3352. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3277-9>
 21. Dydykin, A. S., Aslanova, M. A., Derevitskaya, O. K., Soldatova, N. E. (22–25 September 2019). *Effectiveness of using iodine-containing additives in meat products for child nutrition*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. The 60th International Meat Industry Conference MEATCON2019, Kopaonik-Serbia, 2019. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/333/1/012060>
 22. Kraysvitniy, M. V., Farionik, T. V. (2023). Production cooked sausages with the addition of iodized salt. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 25(100), 101–104. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-fi0016>
 23. Асланова, М. А., Деревицкая, О. К., Солдатова, Н. Е. (2017). БАД для обогащения специализированных продуктов детского и взрослого питания. *Мясные технологии*, 10(178), 32–36. [Aslanova, M. A., Derevitskaya, O. K., Soldatova, N. E. (2017). Biologically active dietary supplement designed for fortifying of specialized baby and adult food product. *Meat Branch*, 10(178), 32–36. (In Russian)]
 24. Тулякова, Т. В., Шибанов, Е. И., Шибанова, А. А. (2020). Обогащение пищи органическим йодом с целью профилактики болезней щитовидной железы. *Пищевая промышленность*, 11, 52–57. [Tulyakova, T. V., Shibanov, E. I., Shibanova, A. A. (2020). An enrichment of food using organic iodine for prophylaxis of thyroid illness. *Food Industry*, 11, 52–57. (In Russian)] <https://doi.org/10.24411/0235-2486-2020-10128>
 25. Беляев, А. Г., Никитенко, О. С. (2022). Применение продуктов кунжута и ламинарии в изготовлении вареных колбасных изделий. *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК — продукты здорового питания*, 3, 177–186. [Belyaev, A. G., Nikitenko, O. S. (2022). The use of sesame and kelp products in the manufacture of boiled sausages. *Technologies of the Food and Processing Industry of the Agro-Industrial Complex-Healthy Food Products*, 3, 177–186. (In Russian)] <https://doi.org/10.24412/2311-6447-2022-3-177-186>
 26. Рулева, Т. А., Сарбатова, Н. Ю., Сычёва, О. В., Омаров, Р. С. (2018). Разработка рубленых мясорастительных полуфабрикатов функционального назначения. *Мясные технологии*, 1(181), 35–37. [Ruleva, T. A., Sarbatova, N. Yu., Sycheva, O. V., Omarov, R. S. (2018). Development of formulation of chopped meat and vegetable semi-finished food products of functional assignment. *Meat Branch*, 1(181), 5–37. (In Russian)]
 27. Tutelyan, V. A., Sukhanov, B. P., Kochetkova, A. A., Sheveleva, S. A., Smirnova, E. A. (2019). Russian regulations on nutraceuticals, functional foods, and foods for special dietary uses. Chapter in a book: *Nutraceutical and Functional Food Regulations in the United States and around the World (Third Edition)*, Academic Press, 2019. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816467-9.00026-5>
 28. Vithanage, M., Herath, I., Achinthya, S. S., Bandara, T., Weerasundara, L., Mayakaduwa, S. S. et al. (2016). Iodine in commercial edible iodized salts and assessment of iodine exposure in Sri Lanka. *Archives of Public Health*, 74, Article 21. <https://doi.org/10.1186/s13690-016-0135-0>
 29. Qin Y. (2018). Applications of bioactive seaweed substances in functional food products. Chapter in a book: *Bioactive seaweeds for food applications*. Academic Press, 2018. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813312-5.00006-6>
 30. Kryzhova, Y., Antonuk, M., Stabnikov, V., Stabnikova, O. (2021). Stability of selenium and iodine in the functional meat products prepared with seaweeds under different cooking procedures. *Ukrainian Food Journal*, 10(1), 136–144. <http://doi.org/10.24263/2304-974X-2021-10-1-12>
 31. Szymandera-Buszka, K., Waszkowiak, K., Kaczmarek, A., Zaremba, A. (2021). Wheat dietary fibre and soy protein as new carriers of iodine compounds for food fortification — The effect of storage conditions on the stability of potassium iodide and potassium iodate. *LWT*, 137, Article 110424. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110424>
 32. Zaremba, A., Waszkowiak, K., Kmiecik, D., Jędrusek-Golińska, A., Jarzębski, M., Szymandera-Buszka, K. (2022). The selection of the optimal impregnation conditions of vegetable matrices with iodine. *Molecules*, 27(10), Article 3351. <https://doi.org/10.3390/molecules27103351>
 33. Dydykin, A. S., Zubarev, Yu. N., Logunova, E. I., Kuzlyakina, Yu. A. (2023). Modern forms of iodine-containing food components. *Theory and Practice of Meat Processing*, 8(3), 172–182. <https://doi.org/10.21323/2414-438x-2023-8-3-172-182>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	AUTHOR INFORMATION
Принадлежность к организации	Affiliation
Дыдыкин Андрей Сергеевич — доктор технических наук, доцент, руководитель отдела научно-прикладных и технологических разработок, Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова 109316, Москва, ул. Талалихина, 26 Тел.: +7-495-676-95-11 (доб. 264) E-mail: a.didikin@fncps.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0208-4792 Зубарев Юрий Николаевич — заместитель директора, Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова 109316, Москва, ул. Талалихина, 26 Тел.: +7-495-676-95-11 (доб. 110) E-mail: yu.zubarev@fncps.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6519-4553 Логунова Евлалия Игоревна — инженер-исследователь отдела функционального и специализированного питания, Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова 109316, Москва, ул. Талалихина, 26 Тел.: +7-495-676-95-11 (доб. 114) E-mail: e.logunova@fncps.ru ORCID: http://orcid.org/0000-0001-6631-6305 * автор для контактов Кузлякина Юлия Алексеевна — кандидат технических наук, руководитель отдела Технического регулирования, Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова 109316, Москва, ул. Талалихина, 26 Тел.: +7-495-676-61-21 E-mail: yu.kuzlyakina@fncps.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1634-1486	Andrey S. Dydykin, Doctor of Technical Sciences, Docent, Head of the Department Functional and Specialized Nutrition, V. M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems 26, Talalikhin str., 109316, Moscow, Russia Tel.: +7-495-676-95-11 (264) E-mail: a.didikin@fncps.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0208-4792 Yuriy N. Zubarev, Deputy Director, V. M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems 26, Talalikhin str., 109316, Moscow, Russia Tel.: +7-495-676-95-11 (110) E-mail: yu.zubarev@fncps.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6519-4553 Evlaliya I. Logunova, Research Engineer of the Department Functional and Specialized Nutrition, V. M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems 26, Talalikhin str., 109316, Moscow, Russia Tel.: +7-495-676-95-11 (114) E-mail: e.logunova@fncps.ru ORCID: http://orcid.org/0000-0001-6631-6305 * corresponding author Yulya A. Kuzlyakina, Candidate of Technical Sciences, Chief Researcher, Head of the Department of Technical Regulation, V. M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems 26, Talalikhin str., 109316, Moscow, Russia Tel.: +7-495-676-61-21 E-mail: yu.kuzlyakina@fncps.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1634-1486
Критерии авторства	Contribution
Авторы в равных долях имеют отношение к написанию рукописи и одинаково несут ответственность за плагиат.	The author has the sole responsibility for writing the manuscript and is responsible for plagiarism.
Конфликт интересов	Conflict of interest
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.	The authors declare no conflict of interest.