

Обоснование подходов к гигиеническому нормированию и контролю радиационной обработки пищевой продукции в Российской Федерации

Кузьмин С.В.¹, Есаулова О.В.¹, Горина И.Е.^{1,2}, Мошенская Н.В.^{1,2}, Водоватов А.В.^{3,4}

¹ Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Московская область, Мытищи, Россия

² Малое инновационное предприятие «Научно-производственный центр им. Ф.Ф. Эрисмана», Тула, Россия

³ Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

⁴ Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург, Россия

В работе рассмотрены современные подходы к применению ионизирующего излучения для обеспечения микробиологической безопасности пищевой продукции. В международной практике вопросы обеспечения радиационной безопасности при обработке пищевой продукции ионизирующим излучением хорошо проработаны. Разработан и внедрен в практику ряд национальных и международных регулирующих документов, устанавливающих требования к обработанной ионизирующим излучением продукции. Напротив, на территории Российской Федерации и Евразийского экономического союза отсутствует гигиеническое нормирование и контроль со стороны государства в области радиационных биотехнологий, а также специальные санитарные нормы, устанавливающие предельно допустимые дозы облучения для различных категорий пищевой продукции. Цель работы — анализ отечественных и международных регулирующих документов, устанавливающих требования к радиационной обработке пищевой и сельскохозяйственной продукции, для разработки комплекса требований к гигиеническому нормированию такой продукции в Российской Федерации. Материалы и методы: Работа была выполнена путем сравнительного анализа регулирующих документов МАГАТЭ, ВОЗ, ФАО, а также национального законодательства стран, активно использующих методы радиационной обработки пищевых продуктов. Результаты исследования и обсуждение: Проведен анализ международных стандартов, выявлены существующие пробелы в нормативной базе Российской Федерации. Показано, что отсутствие специальных санитарных норм и методик идентификации облученной продукции затрудняет контроль и снижает прозрачность рынка. Заключение: Подчеркнута необходимость разработки системы гигиенического нормирования и государственного контроля для обеспечения качества и безопасности продукции, обработанной ионизирующим излучением.

Ключевые слова: радиационная обработка, ионизирующее излучение, гигиеническое нормирование, микробиологическая безопасность, радиационные биотехнологии.

Введение

В соответствии с Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации¹, обеспечение безопасности пищевых продуктов необходимо контролировать на соответствие требованиям законодательства Российской Федерации в области сельскохозяйственной, рыбной продукции и продовольствия на всех стадиях их производства, хранения, транспортировки, переработки и реализации, для чего необходимо совершенствовать систему организации контроля безопасности пищевых продуктов, включая создание современной технической и методической базы.

Современные угрозы пищевой безопасности связаны с высокой распространённостью патогенных микроорганизмов в пищевой продукции. *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* и другие микроорганизмы ежегодно являются причиной единичных и массовых пищевых отравлений различной степени тяжести во всем мире. Традиционные методы обработки (пастеризация, химическая консервация) не всегда применимы, особенно для свежих, сухих или чувствительных к термообработке продуктов, для которых требуется сохранить исходные свойства. Ионизирующее излучение рассматривается как современный метод обеззараживания, признанный Все-

¹ Указ Президента РФ от 21.01.2020 №20 [Decree of the President of the Russian Federation dated 01/21/2020 No. 20 (In Russ.)]

Кузьмин Сергей Владимирович

Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана

Адрес для переписки: 141014, Россия, Московская область, Мытищи, ул. Семашко, д. 2; E-mail: fncg@fncg.ru

мировой организацией здравоохранения (ВОЗ), Продовольственной и сельскохозяйственной Организацией Объединённых Наций (ФАО), Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ) и регулирующими органами более 60 стран мира [1–16]. Высокая эффективность радиационной обработки пищевой и сельскохозяйственной продукции с целью соответствия установленным требованиям по показателям фитосанитарной и микробиологической безопасности подтверждена многочисленными исследованиями [17–25]. Ионизирующее излучение эффективно уничтожает микроорганизмы, включая патогенные бактерии, плесени и дрожжи, значительно повышая безопасность продуктов.

Для облучения пищевой и сельскохозяйственной продукции, как правило, используют радиационно-технологические промышленные установки, обеспечивающие облучение пучками электронов (с энергией до 10 МэВ), тормозного излучения (с максимальной энергией до 5 МэВ), и гамма-излучения (на основе источников ^{60}Co или ^{137}Cs), для решения следующих задач:

- уничтожения патогенных микроорганизмов и паразитов;
- снижения количества микроорганизмов, вызывающих порчу продукции;
- продления сроков годности (хранения) продукции;
- фитосанитарной обработки продукции;
- подавления прорастания лукович, клубней и корнеплодов.

В настоящее время на территории Российской Федерации и Евразийского экономического союза отсутствует гигиеническое нормирование и контроль со стороны государства в области радиационных биотехнологий, а также специальные санитарные нормы, устанавливающие предельно допустимые дозы облучения для различных категорий пищевой продукции. Методики качественной и количественной идентификации облучённой продукции в обороте также отсутствуют, что затрудняет деятельность органов санитарно-эпидемиологического надзора и снижает прозрачность рынка.

Напротив, в международной практике вопросы обеспечения радиационной безопасности при обработке пищевой продукции ионизирующим излучением хорошо проработаны. Разработан и внедрен в практику ряд национальных и международных регулирующих документов, устанавливающих требования к обработанной ионизирующим излучением продукции, необходимые для надлежащей обработки уровни поглощенных доз в продукции, методики радиационного контроля и контроля качества процесса обработки.

Цель исследования – анализ отечественных и международных регулирующих документов, устанавливающих требования к радиационной обработке пищевой и сельскохозяйственной продукции, для разработки комплекса требований к гигиеническому нормированию такой продукции в Российской Федерации.

Материалы и методы

Работа была выполнена путем анализов текстов отечественных и международных регулирующих документов МАГАТЭ, ВОЗ, ФАО, а также национального законодательства стран, активно использующих методы радиационной обработки пищевых продуктов. Отбор регулирующих документов осуществлялся путем поиска на официальных сайтах МАГАТЭ, ВОЗ, ФАО, а также на интернет-порталах правовой информации соответствующих стран (США, Японии, Китая, стран Евросоюза и др.). Поиск осуществлялся по ключевым словам: «radiation treatment», «radiation treatment of food prod-

ucts». После поиска по ключевым словам в полученной выборке идентифицировали документы с нормативными требованиями к процессу радиационной подготовки, а также с рекомендуемыми диапазонами доз облучения продукции.

Результаты и обсуждение

В 1983 году ФАО, ВОЗ и МАГАТЭ разработан и введен в действие международный стандарт, регулирующий облучение пищевых продуктов – Кодекс Алиментариус. Целями нормативного регулирования облучения пищевой продукции являются:

- а) подтверждение того, что облучение пищевых продуктов выполнено безопасно и правильно, в соответствии со всеми необходимыми стандартами Кодекса и гигиеническими нормами и правилами;
- б) создание системы документации для сопровождения пищевых продуктов, подвергшихся облучению, поскольку факт облучения должен быть принят во внимание при последующих погрузочно-разгрузочных операциях, хранении и продаже;
- в) подтверждение того, что облученные пищевые продукты, которые поступают в реализацию, соответствуют допустимым нормам облучения и имеют правильную маркировку.

При проведении радиационной обработки ионизирующим излучением пищевой и сельскохозяйственной продукции минимальная поглощенная доза ионизирующего излучения должна быть достаточной для достижения технологической цели, а максимальная не должна превышать уровень, при котором возникает риск для безопасности потребителя или нарушения структурной целостности, функциональных или органолептических свойств продукции. К 1997 году Международная Консультативная группа по облучению пищевых продуктов на основе многолетних исследований влияния ионизирующего излучения на продукты питания выпустила ряд заключений о безопасности облучения пищевых продуктов различными дозами как до, так и свыше 10 кГр.

В настоящее время технология обработки пищевой и сельскохозяйственной продукции ионизирующим излучением используются в большинстве стран мира, в том числе в США, странах Евросоюза, Японии, Китае, Вьетнаме, Канаде, Австралии, Израиле, Турции, Аргентине, Бангладеш, Бразилии, Индии, Мексике, Филиппинах, Украине, Таиланде, Турции и др. [16].

Результаты анализа национальных практик показывают, что перечни допустимых к облучению пищевых продуктов и сельскохозяйственной продукции, а также необходимые уровни доз существенно отличаются между различными странами.

Так, департамент здравоохранения США (FDA) разрешает облучение ряда категорий продуктов при соблюдении условий раздела 21 CFR 179.26 Кодекса федеральных правил США. Облучению подвергают пряности, травы и сухие приправы (для обеззараживания, доза до 30 кГр) [1], охлаждённое мясо птицы (для уничтожения патогенов, до 4.5–7.0 кГр) [1], молотое говяжье мясо, свежее мясо (упомянуто в пункте 6–8 21 CFR 179.26) и ряд других продуктов (см. полный список 21 CFR 179.26) [1]. Облученные продукты обязательно маркируются: на этикетке должен быть знак «Радура» и надпись «Treated with radiation (Treated by irradiation)» [1]. Следует отметить, что в США облучение продукции является обязательным в рамках фитосанитарной обработки для импорта. Например, APHIS (Служба карантина США) требует облучать свежие фрукты для борьбы с вредителями [2]. Весь облученный импорт также должен содержать соответствующие сертификаты и маркировку (решение APHIS, 7 CFR 305).

В Канаде Health Canada и CFIA допускают облучение определенного круга продуктов. На сегодняшний день одобрены: картофель и лук (для подавления прорастания), пшеница и мука (для борьбы с насекомыми), цельнозерновая мука, целые и молотые специи, сухие приправы, а также свежий и замороженный сырой говяжий фарш [3]. При этом облучение не является обязательным – регламенты разрешают его применять по усмотрению производителя [3]. Все облученные продукты должны иметь маркировку: на упаковке – знак «Радур» и надпись «Облучено (Irradiated)» [3]. Более того, если готовый продукт содержит облученный ингредиент ($\geq 10\%$ от состава), в списке ингредиентов этот ингредиент указывается с пометкой «irradiated» [3].

В Китае действует национальный стандарт GB 14891, который определяет категории продуктов, допущенных к облучению. В него входят: мясные продукты, орехи и консервированные фрукты, сушеные специи, свежие фрукты и овощи, свинина, замороженное фасованное мясо (крупного рогатого скота и птицы), а также бобы и зерно [4]. Для каждой категории устанавливаются максимальные дозы излучения [5]. Облучение применяется по усмотрению производителей (как правило – для стерилизации и борьбы с вредителями) и не является обязательным требованием. Все облученные продукты подлежат маркировке в соответствии с китайскими стандартами пищевой безопасности (например, требуется пометка облучения по GB 7718, аналогично международному стандарту) [5, 4].

В Японии официально разрешено Food Sanitation Act. облучение картофеля для подавления прорастания [6]. Картофель после облучения допускается к продаже, но при этом на этикетке обязательно указывается дата облучения (и надпись «облучено»). Также японское законодательство предъявляет общие требования к упаковке: запрещается использование упаковочных материалов, выделяющих токсичные вещества в пищу [6].

В ЕС облучение продуктов регулируется следующими документами: Директива 1999/3/ЕС (ОJ L 66, p24, 13.03.99) от 22 февраля 1999 года об утверждении списка продуктов питания и пищевых ингредиентов, обработанных ионизирующим излучением [7], Директива 1999/2/ЕС (ОJ L 66, p16,

13.03.99) от 22 февраля 1999 года о сближении законодательства государств-членов в отношении продуктов питания и пищевых ингредиентов, обработанных ионизирующим излучением [8], и Решение Комиссии 2002/840/ЕС (ОJ L 287, p40, 25.10.2002) от 23 октября 2002 года, утверждающее список одобренных предприятий в третьих странах для облучения пищевых продуктов [9].

Облучение разрешено при обоснованной необходимости и лимитировано. В настоящий момент единый общеевропейский разрешенный список включает сухие ароматические травы, специи и приправы (максимальная доза – 10 кГр) [7]. Другие продукты можно облучать в соответствии с национальным законодательством (Бельгия, Чехия, Франция, Италия, Нидерланды, Польша и Великобритания имеют национальные разрешения на обработку отдельных категорий продуктов) вплоть до полной гармонизации законодательства стран-участниц ЕС [7]. Все облученные продукты (а также продукты, содержащие облученные ингредиенты) должны быть отмечены маркировкой: на этикетке указывается слово «irradiated» или «облучено» [10]. Упаковка, контактирующая с пищей, должна соответствовать общим правилам безопасности материалов, как, например, установлено в регламентах на пищевую упаковку.

Во всех рассмотренных государствах упаковочные материалы, используемые для облученных продуктов, должны отвечать общим стандартам безопасности пищевой упаковки (например, соответствовать требованиям 21 CFR 174–186 в США или Регламента ЕС 1935/2004). Касательно маркировки, обязательные специальные обозначения: во-первых, все облученные продукты должны иметь символ «Радур» и фразу «облучено» (в США – «Treated with radiation») [1, 10, 11]; во-вторых, продукт, содержащий облученный ингредиент, также должен сопровождаться соответствующей пометкой в списке ингредиентов (в Канаде – если доля $\geq 10\%$ [3], в ЕС – в любом случае [3, 10, 11]). Эти требования гарантируют информирование потребителя об обработке продукта и облучении его компонентов.

По результатам анализа международных публикаций были сформированы требования по диапазонам поглощенных доз, использующихся для облучения различных видов пищевой и сельскохозяйственной продукции (табл.).

Таблица

Рекомендуемые диапазоны доз при обработке пищевой и сельскохозяйственной продукции ионизирующим излучением

[Table

Recommended dose ranges for ionizing radiation treatment of food and agricultural products]

Минимальные поглощенные дозы [Minimal absorbed doses]		Цель обработки ионизирующим излучением [Purpose of ionizing radiation treatment]	Примеры обрабатываемой продукции [Examples of processed products]
От [From]	До [To]		
0,1 кГр [0,1 kGy]	1,0 кГр [1,0 kGy]	Замедление прорастания [Germination retardation]	Картофель, лук, чеснок [Potatoes, onions, garlic]
		Задержка созревания [Maturation delay]	Свежие фрукты [Fresh fruits]
		Подавление репродуктивной функции насекомых (фитосанитарная обработка) [Insect reproductive suppression (phytosanitary treatment)]	Свежая пищевая и сельскохозяйственная продукция [Fresh food and agricultural products]
		Уничтожение насекомых-вредителей [Pest control]	Сушеная рыба, сухофрукты и бобовые [Dried fish, dried fruits and legumes]
		Инактивация паразитарных организмов (гельминты и простейшие) [Inactivation of parasitic organisms (helminths and protozoa)]	Мясная продукция, свежие фрукты и овощи [Meat products, fresh fruits and vegetables]

Минимальные поглощенные дозы [Minimal absorbed doses]		Цель обработки ионизирующим излучением [Purpose of ionizing radiation treatment]	Примеры обрабатываемой продукции [Examples of processed products]
От [From]	До [To]		
		Снижение количества микробиологических организмов, вызывающих порчу и продление срока годности [Reduction of the number of microbiological organisms that cause spoilage and extending shelf life]	Охлажденное мясо и рыба, готовые к употреблению блюда, свежие ягоды [Chilled meat and fish, ready-to-eat meals, fresh berries]
1,0 кГр [1,0 kGy]	10,0 кГр [10,0 kGy]	Инактивация неспорообразующих бактерий (<i>Salmonella, Campylobacter, Listeria</i>) [Inactivation of non-spore-forming bacteria (<i>Salmonella, Campylobacter, Listeria</i>)]	Охлажденное и замороженное мясо, рыба и морепродукты, нарезанные фрукты и овощи [Chilled and frozen meat, fish and seafood, sliced fruits and vegetables]
		Снижение микробиологической обсеменённости [Reduction of microbiological contamination]	Сухие пряности, травы и овощные приправы и др. сухая пищевая продукция [Dry spices, herbs and vegetable seasonings, etc. dry food products]

Как правило, большая часть паразитарных организмов уничтожается при минимальных дозах облучения от 0,1 до 1 кГр; большая часть грибов и плесени уничтожается при минимальных дозах облучения от 3 до 6 кГр; большая часть вегетативных бактерий сокращает численность или уничтожается при минимальной дозе от 4 до 7 кГр, большая часть спорообразующих бактерий сокращает численность до приемлемого уровня при минимальной дозе свыше 8 кГр [12-15].

Максимальная допускаемая поглощенная доза при проведении радиационной обработки ионизирующим излучением пищевой и сельскохозяйственной продукции составляет 10,0 кГр [15].

Максимальная поглощенная доза при проведении радиационной обработки ионизирующим излучением упаковки для пищевой и сельскохозяйственной продукции из бумаги, картона и полимерных материалов (целлюлоза, полиолефины, полиэфиры, полистирольные пластики, поливинилхлоридные пластики, полиамидные пластики, полимеры на основе винилацетата и его производных, полиакрилаты и аналогичные материалы, соответствующие установленным требованиям) составляет 10 кГр; упаковки из иных видов материалов и непродовольственных товаров – 30,0–60,0 кГр (в том числе при обработке с целью стерилизации) [12].

Действующие на территории Российской Федерации нормативные правовые акты (технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой

продукции»², технический регламент Таможенного союза ТР ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания»³, технический регламент Таможенного союза ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств»⁴, Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)⁵, содержат лишь общие положения о возможности проведения радиационной обработки пищевой и сельскохозяйственной продукции, не включают гигиенических нормативов и не определяют дифференцированные требования для оценки безопасности и эффективности радиационной обработки продукции.

Требования по радиационной безопасности установлены только для условий эксплуатации радиационных установок, использующихся, в том числе, и для проведения радиационной обработки пищевых и сельскохозяйственных продуктов (СанПиН 2.6.4115-25⁶). Они определяют условия размещения и эксплуатации объекта, требования к обеспечению радиационной защиты персонала и населения. При этом обязательные требования к контролю качества при проведении радиационной обработки (производственному радиационному контролю, необходимым поглощенным дозам в продукции и пр.) не установлены.

² ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». М.: ЕЭК, 2011 [TR CU 021/2011 "On food safety". Moscow: EEC, 2011 (In Russ.)]

³ ТР ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания». М.: ЕЭК, 2012 [TR CU 027/2012 "On the safety of certain types of specialized food products, including dietary therapeutic and dietary preventive nutrition." Moscow: EEC; 2012 (In Russ.)]

⁴ ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств». М.: ЕЭК, 2012 [TR CU 029/2012 "Safety requirements for food additives, flavorings and technological aids." Moscow: EEC; 2012 (In Russ.)]

⁵ Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю): утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 28.05.2010 № 299 (с изм. и доп.) Unified sanitary-epidemiological and hygienic requirements for products (goods) subject to sanitary-epidemiological supervision (control): approved by the Government of the Russian Federation. By the decision of the Commission of the Customs Union dated 05/28/2010 No. 299 (as amended and supplemented) (In Russ.)]

⁶ СанПиН 2.6.4115-25 «Санитарно-эпидемиологические требования в области радиационной безопасности населения при обращении источников ионизирующего излучения», утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 27.03.2025 № 6 [SanPiN 2.6.4115-25 "Sanitary and epidemiological requirements in the field of radiation safety of the population when handling ionizing radiation sources", approved by Resolution No. 6 of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation dated 03/27/2025 (In Russ.)]

Возможность и общие принципы ионизирующей обработки установлены в действующих технических регламентах на пищевую продукцию и национальных стандартах (ГОСТ 33339-2015⁷, ГОСТ 33340-2015⁸, ГОСТ 33302-2015⁹, ГОСТ 33271-2015¹⁰, ГОСТ 33820-2016¹¹, ГОСТ 34154-2017¹², ГОСТ 33825-2016¹³ и пр.).

При этом для подтверждения качества и безопасности облученной продукции необходима достоверная информация о поглощенной дозе ионизирующего излучения, верификация облученной продукции по органолептическим показателям, структурной и химической целостности, показателям пищевой ценности, верификация безопасности и пригодности упаковки для целей обработки, подтверждающих безопасность обработки ионизирующим излучением в диапазоне установленных доз облучения, а также верификация облученной продукции по микробиологическим показателям, санитарно-химическим показателям и показателям порчи, подтверждающим достижение целей обработки.

Заключение

Проведенный анализ свидетельствует о том, что в Российской Федерации сохраняется существенный дисбаланс между достигнутым уровнем научно-технических возможностей применения радиационной обработки пищевых продуктов и состоянием её нормативно-правового обеспечения. Отсутствие гигиенических норм, определяющих предельно допустимые дозы облучения для различных категорий продукции, а также недостаточная проработанность методик идентификации и контроля создают риски как для обеспечения санитарно-эпидемиологической безопасности, так и для прозрачности обращения продукции на рынке. Несмотря на наличие международных стандартов (Кодекс Алиментариус, рекомендации ФАО/МАГАТЭ/ВОЗ), общих положений технических регламентов ТС/ЕАЭС и ГОСТ ISO 14470-2014¹⁴, национальная нормативная база остаётся

фрагментарной и не обеспечивает комплексного регулирования процессов радиационной обработки.

Для устранения «пробелов» в регулировании отрасли обработки продукции ионизирующим излучением и повышения уровня доверия со стороны потребителей целесообразно предпринять следующие шаги:

- разработать и утвердить специальные санитарные нормы, определяющие предельно допустимые дозы облучения (см. табл.) для различных категорий продуктов;
- включить радиационную обработку в систему НАССР¹⁵ как критическую контрольную точку с обязательной регистрацией дозиметрических данных;
- разработать методики идентификации продукции, подвергшейся облучению, и внедрить их в практику санитарно-эпидемиологического надзора;
- внедрить систему гигиенического регламентирования, контроля и прослеживаемости со стороны уполномоченного органа.

Сведения о личном вкладе авторов в работу над статьей

Кузьмин С.В. определил цели и задачи исследования.

Есаулова О.В. разработала дизайн исследования, подготовила окончательный вариант рукописи.

Горина И.Е. подготовила данные для анализа, редактировала промежуточный вариант рукописи.

Мощенская Н.В. провела анализ данных, редактировала промежуточный вариант рукописи.

Водоватов В.А. провел анализ данных, подготовил таблицу, редактировал промежуточный вариант рукописи.

Информация о конфликте интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

⁷ГОСТ 33339-2015 «Облучение пищевых продуктов. Термины и определения». М.: Стандартинформ, 2015 [GOST 33339-2015 "Irradiation of food products. Terms and definitions". Moscow: Standartinform; 2015 (In Russ.)]

⁸ГОСТ 33340-2015 «Пищевые продукты, обработанные ионизирующим излучением. Общие положения». М.: Стандартинформ, 2015 [GOST 33340-2015 "Food products treated with ionizing radiation. General provisions". Moscow: Standartinform; 2015 (In Russ.)]

⁹ГОСТ 33302-2015 «Продукция сельскохозяйственная свежая. Руководство по облучению в целях фитосанитарной обработки». М.: Стандартинформ, 2015 [GOST 33302-2015 "Fresh agricultural products. Guidelines on irradiation for phytosanitary treatment. Moscow: Standartinform; 2015 (In Russ.)]

¹⁰ГОСТ 33271-2015 «Пряности сухие, травы и приправы овощные. Руководство по облучению в целях борьбы с патогенными и другими микроорганизмами». М.: Стандартинформ, 2015 [GOST 33271-2015 "Dry spices, herbs and vegetable seasonings. Guidelines on irradiation in order to control pathogenic and other microorganisms. Moscow: Standartinform; 2015 (In Russ.)]

¹¹ГОСТ 33820-2016 «Мясо свежее и мороженое. Руководство по облучению для уничтожения паразитов, патогенных и иных микроорганизмов». М.: Стандартинформ, 2016 [GOST 33340-2015 "Food products treated with ionizing radiation. General provisions". Moscow: Standartinform; 2015 (In Russ.)]

¹²ГОСТ 34154-2017 «Руководство по облучению рыбы и морепродуктов с целью подавления патогенных и вызывающих порчу микроорганизмов». М.: Стандартинформ, 2017 [GOST 34154-2017 "Guidelines on irradiation of fish and seafood in order to suppress pathogenic and spoilage microorganisms". Moscow: Standartinform; 2017 (In Russ.)]

¹³ГОСТ 33825-2016 «Полуфабрикаты из мяса упакованные. Руководство по облучению для уничтожения паразитов, патогенных и иных микроорганизмов». М.: Стандартинформ, 2016 [GOST 33825-2016 "Packaged meat semi-finished products. Guidelines on irradiation for the destruction of parasites, pathogens and other microorganisms. Moscow: Standartinform; 2016 (In Russ.)]

¹⁴ГОСТ ISO 14470-2014 «Облучение пищевых продуктов. Требования к разработке, валидации и рутинному контролю процесса». М.: Стандартинформ, 2014 [GOST ISO 14470-2014 "Irradiation of food products. Requirements for the development, validation and routine control of the process." Moscow: Standartinform; 2014 (In Russ.)]

¹⁵ГОСТ Р ИСО 22000-2019 «Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции». М.: Стандартинформ, 2019 [GOST R ISO 22000-2019 "Food safety management systems. Requirements for organizations involved in the food production chain." Moscow: Standartinform; 2019 (In Russ.)]

Сведения об источнике финансирования

Исследование проведено в рамках НИР «Обоснование принципов, критериев и методов системы аккредитации центров радиационной обработки пищевой и сельскохозяйственной продукции, а также товаров народного потребления» (2023-2025 гг.), «Научное обоснование системы гигиенической регламентации качества, безопасности, сертификации и верификации сельскохозяйственного сырья и пищевой продукции, а также товаров народного потребления, прошедших ионизирующую обработку» (2023-2025 гг.).

Литература

- 21 CFR 179.26. Ionizing radiation for the treatment of food. eCFR / U.S. FDA. Электронный ресурс. URL: <https://www.ecfr.gov/current/title-21/chapter-I/subchapter-B/part-179/subpart-B/section-179.26> (Дата обращения: 21.11.2025).
- 7 CFR Part 305. Phytosanitary Treatments (в т.ч. требования к облучению импортируемой продукции). APHIS/USDA. Электронный ресурс. URL: <https://www.ecfr.gov/current/title-7/subtitle-B/chapter-III/part-305?toc=1> (Дата обращения: 21.11.2025).
- Health Canada / CFIA. Food Irradiation — разрешённые категории и правила маркировки. Government of Canada. Электронный ресурс. URL: <https://inspection.canada.ca/en/food-labels/labelling/industry/irradiated-foods> (Дата обращения: 21.11.2025).
- China National Food Safety Standard GB 14891 «Irradiated Foods» (линейка стандартов GB 14891.x). Beijing: NHC/CFSA. Электронный ресурс. URL: https://www.cfs.gov.hk/english/programme/programme_rafs/programme_rafs_ft_01_03_irfood.html (Дата обращения: 21.11.2025).
- China GB 7718 «General Rules for the Labelling of Pre-packaged Foods». Beijing: SAMR (требования маркировки облучённых продуктов). Электронный ресурс. URL: https://www.cfs.gov.hk/english/programme/programme_rafs/programme_rafs_ft_01_03_irfood.html (Дата обращения: 21.11.2025).
- Japan Food Sanitation Act и подзаконные акты. Официальные обзоры/разъяснения. Электронный ресурс. URL: <https://www.japaneselawtranslation.go.jp/en/laws/view/3687/en> (Дата обращения: 21.11.2025).
- Directive 1999/3/EC of 22 February 1999 establishing a Community list of foods and food ingredients treated with ionising radiation (OJ L 66, 13.03.1999). Электронный ресурс. URL: <https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC023200/> (Дата обращения: 21.11.2025).
- Directive 1999/2/EC of 22 February 1999 on foods and food ingredients treated with ionising radiation (OJ L 66, 13.03.1999). Электронный ресурс. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1999/3/oj> (Дата обращения: 21.11.2025).
- Commission of the European Communities. Commission Decision 2002/840/EC of 23 October 2002 establishing the list of approved facilities in third countries for the irradiation of foods // Official Journal of the European Communities. 2002. L 287. P. 40.
- Food Safety Authority of Ireland (FSAI). Foodstuffs treated with ionising radiation — guidance. Dublin: FSAI. Электронный ресурс. URL: <https://www.fsai.ie/enforcement-and-legislation/legislation/food-legislation/manufacturing-and-processing-methods/foodstuffs-treated-with-ionising-radiation> (Дата обращения: 21.11.2025).
- 21 CFR 179.45. Packaging materials for use during the irradiation of prepackaged foods. eCFR / U.S. FDA. Электронный ресурс. URL: <https://www.ecfr.gov/current/title-21/chapter-I/subchapter-B/part-179/subpart-C/section-179.45> (Дата обращения: 21.11.2025).
- Отчет Международной Консультативной группы ВОЗ/ФАО/МАГАТЭ по облучению пищевых продуктов Codex document CAC. Микробиологическая безопасность облученных пищевых продуктов (The Microbiological Safety of Irradiated Food). Codex Alimentarius Commission, CX/FH/83/9, Rome, 1983. (In English).
- Wholesomeness of Irradiated Food. Report of a Joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee. Tech. Report Ser. 659. Geneva: World Health Organization, 1981.
- Международная Консультативная группа по облучению пищевых продуктов ВОЗ/ФАО/МАГАТЭ. Микробиологические критерии для пищевой продукции, подлежащей обработке ионизирующим излучением (Consultation on Microbiological Criteria for Foods to be Further Processed by Irradiation), World Health Organization, Geneva, Switzerland, 1989. (In English).
- Codex Alimentarius. CODEX STAN 106-1983 (Rev.1-2003) «General Standard for Irradiated Foods». Rome: FAO/WHO. Электронный ресурс. URL: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/tr/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252FCodex%252FStandards%252FCXS%2B106-1983%252FCXS_106e.pdf (Дата обращения: 21.11.2025).
- Byron D.H., Luckman G.J. Food Environ // Protection Newsletter. 2009. Vol. 12, № 1. P. 4-8.
- Русаков В.Н., Есаулова О.В. Влияние ионизирующего излучения на химические свойства и пищевую ценность мяса и мясопродуктов. Эрисмановские чтения – 2024. Новое в нутрициологии и гигиене питания для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения: материалы II Всероссийского научного конгресса с международным участием. М., 2024. С. 92-93.
- Русаков В.Н., Есаулова О.В. Действие ионизирующего излучения на липиды в мясе и мясопродуктах. Эрисмановские чтения – 2024. Новое в нутрициологии и гигиене питания для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения: материалы II Всероссийского научного конгресса с международным участием. М., 2024. С. 93-94.
- Русаков В.Н. Применение ионизирующего излучения для обработки пищевой продукции. Тезисы докладов научно-практической конференции «Перспективы дезинфектологии и. Актуальные вопросы обработок в современном пищевом производстве». М., 2024. С. 114-116.
- Есаулова О.В., Русаков В.Н. Экспериментальное изучение эффективности радиационной обработки некоторых видов овощной продукции. Эрисмановские чтения – 2024. Новое в нутрициологии и гигиене питания для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения: материалы II Всероссийского научного конгресса с международным участием. М., 2024. С. 38-39.
- Русаков В.Н., Есаулова О.В. Влияние ионизирующего излучения на витамины в мясе при его радиационной обработке. Эрисмановские чтения – 2024. Новое в нутрициологии и гигиене питания для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения: материалы II Всероссийского научного конгресса с международным участием. М., 2024. С. 91-92.
- Русаков В.Н. Влияние ионизирующего излучения на пищевую ценность продуктов. Тезисы докладов научно-практической конференции «Перспективы дезинфектологии. Актуальные вопросы обработок в современном пищевом производстве». М., 2024. С. 112-114.
- «Радиационные технологии для пищевой продукции: требования к регламенту обработки, методы идентификации факта облучения, регулирование оборота облученной продукции», опубликованная в сборнике докладов V Международного научного форума «Ядерная наука и технологии», который состоялся 7-11 октября 2024 года в г. Алматы., Казахстан. Электронный ресурс. URL: <https://inp.kz/ru/novost/v-mezhdunarodnyj-nauchnyj-forum-yadernaya-nauka-i-tehnologii?ysclid=mioj2gblsv838639548> (Дата обращения: 24.10.2025).

24. Кузьмин С.В., Русаков В.Н., Есаулова О.В., Сетко А.Г. Безопасность пищевых продуктов, подвергнутых обработке ионизирующим излучением (обзор литературы) // Здравоохранение Российской Федерации. 2025. Т. 6, № 9(1). С. 60-64.
25. Esaulova O.V., Barvina A.Ya., Moshchenskaya N.V., Rusakov V.N. Ensuring the safety and efficiency of processing food

and agricultural products with ionizing radiation using remote control means. International Youth Forum Russia-Africa: Nuclear education-potential for successful regional development. Conference proceedings. 2025. P. 188-192. ISBN: 978-5-907954-44-1.

Поступила: 29.10.2025

Кузьмин Сергей Владимирович – доктор медицинских наук, профессор, директор Федерального научного центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Адрес для переписки: 141014, Россия, Московская область, Мытищи, ул. Семашко, д. 2; E-mail: fncg@fncg.ru

ORCID: 0000-0002-0209-9732

Есаулова Ольга Владимировна – кандидат экономических наук, руководитель Научно-исследовательского центра радиационных биотехнологий (референт-центр в области радиационных технологий), Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Мытищи, Россия

ORCID: 0009-0007-1936-1673

Горина Ирина Евгеньевна – ведущий специалист Научно-исследовательского центра радиационных биотехнологий (референт-центр в области радиационных технологий) Федерального научного центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; заместитель генерального директора по развитию Малого инновационного предприятия «Научно-производственный центр им. Ф.Ф. Эрисмана», Мытищи, Россия

Мощенская Нина Владимировна – кандидат химических наук, заместитель руководителя Научно-исследовательского центра радиационных биотехнологий (референт-центр в области радиационных технологий) Федерального научного центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, генеральный директор Малого инновационного предприятия «Научно-производственный центр им. Ф.Ф. Эрисмана», Мытищи, Россия

Водоватов Александр Валерьевич – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией радиационной гигиены медицинских организаций Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; доцент кафедры общей гигиены Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета, Санкт-Петербург, Россия

ORCID: 0000-0002-5191-7535

Для цитирования: Кузьмин С.В., Есаулова О.В., Горина И.Е., Мощенская Н.В., Водоватов А.В. Обоснование подходов к гигиеническому нормированию и контролю радиационной обработки пищевой продукции в Российской Федерации // Радиационная гигиена. 2025. Т. 18, № 4. С. 49–57. DOI: 10.21514/1998-426X-2025-18-4-49-57

Justification of approaches to hygienic rationing and control of radiation treatment of food products in the Russian Federation

Sergey V. Kuzmin¹, Olga V. Esaulova¹, Irina E. Gorina^{1,2}, Nina V. Moshchenskaya^{1,2}, Aleksandr V. Vodovатов^{3,4}

¹ F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Moscow Region, Mytishchi, Russia

² Small Innovative Enterprise “F.F. Erisman Scientific and Production Center”, Tula, Russia

³ Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance of Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Saint Petersburg, Russia

⁴ Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia

The paper considers modern approaches to the use of ionizing radiation to ensure microbiological safety of food products. In international practice, the issues of ensuring radiation safety in the processing of food products by ionizing radiation are well developed. On the contrary, the Russian Federation and the Eurasian

Sergey V. Kuzmin

F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene

Address for correspondence: 2, Semashko Str., Moscow Region, Mytishchi, 141014, Russia; E-mail: fncg@fncg.ru

Economic Union do not have hygienic standards and state control in the field of radiation biotechnologies, as well as special sanitary standards that set maximum permissible radiation doses for various categories of food products. Aim of the study: to analyze domestic and international regulatory documents establishing requirements for radiation treatment of food and agricultural products, in order to develop a set of requirements for hygienic standardization of such products in the Russian Federation. Materials and Methods: The study was based on the analysis of regulatory documents of the IAEA, WHO, and FAO, as well as the national legislation of countries that actively use methods of radiation treatment of food products. Results and Discussion: The analysis of international standards is carried out, and existing gaps in the regulatory framework of the Russian Federation are identified. It is shown that the lack of special sanitary standards and methods for identifying irradiated products complicates control and reduces market transparency. Conclusion: The necessity of developing a system of hygienic rationing and state control to ensure the quality and safety of products treated with ionizing radiation is emphasized.

Key words: radiation treatment, ionizing radiation, hygienic rationing, microbiological safety, radiation biotechnologies.

Authors' personal contribution

Sergey V. Kuzmin defined the goals and objectives of the study.

Olga V. Esaulova developed the research design, prepared the final version of the manuscript.

Irina E. Gorina prepared the data for analysis, edited the intermediate version of the manuscript.

Nina V. Moshchenskaya edited an intermediate version of the manuscript.

Aleksandr V. Vodovatov analyzed the data, prepared the table, and edited the intermediate version of the manuscript.

Conflict of interests

Authors declare the absence of conflict of interest.

Sources of funding

The study was conducted as part of the research project "Justification of the principles, criteria and methods of the accreditation system of centers for radiation treatment of food and agricultural products, as well as consumer goods" (2023-2025), "Scientific justification of the system of hygienic regulation of the quality, safety, certification and verification of agricultural raw materials and food products, as well as consumer goods that have passed ionizing processing" (2023-2025).

References

- 21 CFR 179.26 — Ionizing radiation for the treatment of food. eCFR / U.S. FDA. Online resource. Available from: <https://www.ecfr.gov/current/title-21/chapter-I/subchapter-B/part-179/subpart-B/section-179.26> [Accessed November 21, 2025].
- 7 CFR Part 305-Phytosanitary Treatments (including requirements for irradiation of imported products). APHIS/USDA. Online resource. Available from: <https://www.ecfr.gov/current/title-7/subtitle-B/chapter-III/part-305?toc=1> [Accessed November 21, 2025].
- Health Canada / CFIA. Food Irradiation — allowed categories and labeling rules. Government of Canada. Online resource. Available from: <https://inspection.canada.ca/en/food-labels/labelling/industry/irradiated-foods> [Accessed November 21, 2025].
- China National Food Safety Standard GB 14891 "Irradiated Foods" (List of standards GB 14891.x line of standards). Beijing: NHC/CFS. Online resource. Available from: https://www.cfs.gov.hk/english/programme/programme_rafs/programme_rafs_ft_01_03_irfood.html [Accessed November 21, 2025].
- China GB 7718 «General Rules for the Labelling of Pre-packaged Foods». Beijing: SAMR (Requirements for labeling Irradiated products). Online resource. Available from: https://www.cfs.gov.hk/english/programme/programme_rafs/programme_rafs_ft_01_03_irfood.html [Accessed November 21, 2025].
- Japan Food Sanitation Act and subordinate legislation. Official reviews/clarifications. Online resource. Available from: <https://www.japaneselawtranslation.go.jp/en/laws/view/3687/en> [Accessed November 21, 2025].
- Directive 1999/3/EC of 22 February 1999 establishing a Community list of foods and food ingredients treated with ionising radiation (OJ L 66, 13.03.1999). Online resource. Available from: <https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC023200/> [Accessed November 21, 2025].
- Directive 1999/2/EC of 22 February 1999 on foods and food ingredients treated with ionising radiation (OJ L 66, 13.03.1999). Online resource. Available from: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1999/3/oj> [Accessed November 21, 2025].
- Commission of the European Communities. Commission Decision 2002/840/EC of 23 October 2002 establishing the list of approved facilities in third countries for the irradiation of foods. *Official Journal of the European Communities*. 2002. L 287. P. 40.
- Food Safety Authority of Ireland (FSAI). Foodstuffs treated with ionising radiation — guidance. Dublin: FSAI. Online resource. Available from: <https://www.fsai.ie/enforcement-and-legislation/legislation/food-legislation/manufacturing-and-processing-methods/foodstuffs-treated-with-ionising-radiation> [Accessed November 21, 2025].
- 21 CFR 179.45 — Packaging materials for use during the irradiation of prepackaged foods. eCFR / U.S. FDA. Online resource. Available from: <https://www.ecfr.gov/current/title-21/chapter-I/subchapter-B/part-179/subpart-C/section-179.45> [Accessed November 21, 2025].
- Report of the WHO/FAO/IAEA International Advisory Group on Food Exposure Codex document CAC. The Microbiological Safety of Irradiated Food. Codex Alimentarius Commission, CX/FH/83/9. Rome; 1983.
- Wholesomeness of Irradiated Food. Report of a Joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee. Tech. Report Ser. 659. Geneva: World Health Organization; 1981.
- WHO / FAO / IAEA International Advisory Group on Food Exposure. Consultation on Microbiological Criteria for Foods to be Further Processed by Radiation, World Health Organization, Geneva, Switzerland; 1989.
- Codex Alimentarius. CODEX STAN 106-1983 (Rev.1-2003) «General Standard for Irradiated Foods». Rome: FAO/WHO. Online resource. Available from: URL: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/tr/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B106-1983%252FCXS_106e.pdf [Accessed November 21, 2025].
- Byron DH, Luckman GJ. Food Environ. *Protection Newsletter*. 2009;12(1): 4-8.
- Rusakov VN, Esaulova OV. Influence of ionizing radiation on the chemical properties and nutritional value of meat and meat products. *Erismenov's Readings - 2024. New in Nutrition and Food Hygiene to Ensure the Sanitary and Epidemiological Well-Being of the Population: Materials of the 2nd All-Russian Scientific Congress with International Participation*. Publication: Federal Scientific Center of

- Hygiene named after F.F. Erisman, Mytishchi; 2024. P. 92-93 (In Russian).
18. Rusakov VN, Esaulova OV. Effect of ionizing radiation on lipids in meat and meat products. *Erismanov Readings-2024. Erismanov's Readings - 2024. New In Nutrition and Food Hygiene to Ensure the Sanitary and Epidemiological Well-Being of the Population: Materials of the 2nd All-Russian Scientific Congress With International Participation*. Publication: Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, Mytishchi; 2024. P. 93-94 (In Russian).
 19. Rusakov VN. Application of ionizing radiation for food processing. Abstracts of reports of the scientific and practical conference "Prospects of disinfection. Actual issues of processing in modern food production": Moscow; 2024. P. 114-116. (In Russian).
 20. Esaulova OV, Rusakov VN. Experimental study of the effectiveness of radiation treatment of some types of vegetable products. *Erismanov's Readings - 2024. New in Nutrition and Food Hygiene to Ensure the Sanitary and Epidemiological Well-Being of the Population: Materials of the 2nd All-Russian Scientific Congress With International Participation*. Publication: Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, Mytishchi; 2024. P. 38-39 (In Russian).
 21. Rusakov VN, Esaulova OV. Effect of ionizing radiation on vitamins in meat during its radiation treatment. *New in Nutrition and Food Hygiene to Ensure the Sanitary and Epidemiological Well-Being of the Population: Materials of the 2nd All-Russian Scientific Congress with International Participation*. Publication: Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, Mytishchi; 2024. P. 91-92. (In Russian).
 22. Rusakov VN. Influence of ionizing radiation on the nutritional value of products. Abstracts of reports of the scientific and practical conference "Prospects of disinfection. Actual issues of processing in modern food production": Moscow; 2024. P. 112-114. (In Russian).
 23. "Radiation technologies for food products: requirements for processing regulations, methods for identifying the fact of exposure, regulation of the turnover of irradiated products", published in the collection of reports of the V International Scientific Forum "Nuclear Science and Technology", which was held on October 7-11, 2024 in Almaty, Kazakhstan. (Accessed November 21, 2025) (In Russian).
 24. Kuzmin SV, Rusakov VN, Esaulova OV, Setko AG. Safety of food products subjected to ionizing radiation treatment (literature review). *Healthcare of the Russian Federation*. 2025;6(9(1)): 60-64. (In Russian).
 25. Esaulova OV, Barvina AY, Moshchenskaya NV, Rusakov VN. Ensuring the safety and efficiency of processing food and agricultural products with ionizing radiation using remote control means. *International Youth Forum "Russia-Africa: Nuclear Education as a potential for Successful Regional Development"*. Collection of materials. 2025. P. 188-193. ISBN: 978-5-907954-44-1.

Received: October 29, 2025

For correspondence: Sergey V. Kuzmin. Doctor of Medical Sciences, Professor, Director of F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing (2, Semashko Str., Moscow Region, Mytishchi, 141014, Russia; E-mail: fncg@fncg.ru)
ORCID: 0000-0002-0209-9732

Olga V. Esaulova – Candidate of Economic Sciences, Head of the Scientific Research Center "Radiation Biotechnologies" of F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Mytishchi, Moscow Region, Russia
ORCID: 0009-0007-1936-1673

Irina E. Gorina – Leader Researcher of the Scientific Research Center "Radiation Biotechnologies" of F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; Deputy Head of the Small innovative enterprise "F.F. Erisman Scientific and Production Center", Mytishchi, Moscow Region, Russia

Nina V. Moschenskaya – Candidate of Chemical Sciences, Deputy Head of the Scientific Research Center "Radiation Biotechnologies", F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; Head of the Small innovative enterprise "F.F. Erisman Scientific and Production Center", Mytishchi, Moscow Region, Russia

Aleksandr V. Vodovатов – Candidate of Biological Sciences, Head of Laboratory, Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; Docent, Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia
ORCID: 0000-0002-5191-7535

For citation: Kuzmin S.V., Esaulova O.V., Gorina I.E., Moshchenskaya N.V., Vodovатов A.V. Justification of approaches to hygienic rationing and control of radiation treatment of food products in the Russian Federation. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2025. Vol. 18, No. 4. P. 49–57. (In Russian). DOI: 10.21514/1998-426X-2025-18-4-49-57