

УДК 636.03
AGRIS L20; U10

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/125/40>

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМОГО УРОВНЯ УДЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ^{137}Cs В РАЦИОНАХ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

©*Епимахов В. Г.*, ORCID: 0000-0001-5251-2970, SPIN-код: 9305-7148, канд. биол. наук, НИЦ «Курчатовский институт» – ВНИИРАЭ, г. Обнинск, Россия, epimakhov.vg@gmail.com

DETERMINATION OF THE MAXIMUM PERMISSIBLE LEVEL OF SPECIFIC ACTIVITY OF ^{137}Cs IN CATTLE DIETS

©*Epimakhov V.*, ORCID:0000-0001-5251-2970, SPIN-code: 9305-7148, Ph.D., NRC «Kurchatov Institute» - KK RAE, Obninsk, Russia, epimakhov.vg@gmail.com

Аннотация. Объектом исследования является нормирование поступления ^{137}Cs в организм крупного рогатого скота. Работы, связанные с производством экологически безопасной продукции крупного рогатого скота и разработкой мероприятий, направленных на улучшение качества молока и мяса имеют актуальное значение. В настоящее время, с целью обеспечения населения безопасными продуктами питания, в качестве санитарно-гигиенических нормативов применяются временные предельно допустимые концентрации ^{137}Cs в кормах. Уровни рассчитаны на основе данных, полученных в разнообразных почвенно-климатических условиях. Они являются ориентировочными, поскольку зависят от множества факторов внешней и внутренней среды, которые оказывают влияние на переход радионуклидов из рационов в продукцию животноводства. Дискуссионным остаётся вопрос о подходах к определению допустимого уровня содержания радионуклидов в кормах, а также о методах и критериях, используемых для оценки этого уровня. В работе предлагается к применению на практике максимально допустимый уровень концентрации радиоцезия в рационах животных. Показано преимущество данного подхода. Для оценки максимально допустимого уровня удельной активности ^{137}Cs в рационах кормления КРС применена имитационная модель, описывающая поступление ^{137}Cs в организм крупного рогатого скота с рационом, накопление и переход в продукцию. Дано краткое описание модели. С использованием модели рассчитаны нормативы удельной активности ^{137}Cs в рационах, которые рекомендуются для хозяйственного использования и гарантируют производство экологически безопасной животноводческой продукции (молока и мяса) при постоянном мониторинге содержания ^{137}Cs как в самих продуктах животноводства — молоке и мясе, так и в рационах кормления, используемых для питания животных. Дано обсуждение полученных результатов.

Abstract. The object of the study is the rationing of the intake of ^{137}Cs into the body of cattle. Work related to the production of environmentally friendly cattle products and the development of measures aimed at improving the quality of milk and meat are of urgent importance. Currently, in order to provide the population with safe food, temporary maximum permissible concentrations of ^{137}Cs in feed are used as sanitary and hygienic standards. The levels are calculated based on data obtained in a variety of soil and climatic conditions. They are indicative because they depend on many factors of the external and internal environment that influence the transition of radionuclides from diets to livestock products. The issue of approaches to determining the acceptable level of radionuclides in feed, as well as the methods and criteria used to assess this level, remains debatable.

The paper suggests the practical application of the maximum allowable level of radiocesium concentration in animal diets. The advantage of this approach is shown. To estimate the maximum allowable level of specific activity of ^{137}Cs in cattle feeding rations, a simulation model was used describing the intake of ^{137}Cs into the body of cattle with a diet, accumulation and conversion into products. A brief description of the model is given. Using the model, the standards of the specific activity of ^{137}Cs in diets are calculated, which are recommended for household use and guarantee the production of environmentally safe livestock products (milk and meat) with constant monitoring of the content of ^{137}Cs in both livestock products themselves - milk and meat, and in the feeding rations used for animal nutrition. The discussion of the obtained results is given.

Ключевые слова: радиоцезий, рацион кормления, нормирование, концентрация, удельная активность, крупный рогатый скот.

Keywords: radiocesium, feeding ration, rationing, concentration, specific activity, cattle.

При вовлечении в хозяйственный оборот сельскохозяйственных угодий, загрязненных радионуклидами, есть определенный риск получения животноводческой продукции, которая по своим требованиям не отвечает санитарно-гигиеническим нормативам по содержанию радионуклидов (РН). Поэтому при реабилитации таких земель должны планироваться и осуществляться мероприятия, которые исключали бы возможность производства продуктов питания (в нашем случае, молока и мяса) с более высокими уровнями содержания радионуклидов, чем это предусмотрено допустимыми нормами содержания. В связи с этим работы, связанные с экологической чистотой продукции крупного рогатого скота и разработкой мероприятий, направленных на улучшение качества и безопасность молочных и мясных продуктов, имеют актуальное значение [1].

Поскольку продукция животноводства может служить источником поступления радионуклидов в организм человека без контроля содержания радионуклидов в кормах, используемых для кормления продуктивных животных, невозможно гарантировать безопасность продуктов питания – молока и мяса [2].

Цель данной работы заключается в предложении применения максимально допустимых уровней (МДУ) удельной активности ^{137}Cs в рационах кормления крупного рогатого скота различных возрастных групп и производственного назначения, которые обеспечат производство экологически безопасной продукции животноводства.

Предмет исследований

В настоящее время, с целью минимизации последствий радиоактивного загрязнения сельскохозяйственных угодий и обеспечения населения безопасными продуктами питания - молока и мяса, в качестве санитарно-гигиенических нормативов применяются временные предельно допустимые концентрации (ПДК) ^{137}Cs в кормах [3].

Уровни рассчитаны на основе данных, полученных в разнообразных почвенно-климатических условиях. Они являются ориентировочными, поскольку зависят от множества факторов внешней и внутренней среды, которые оказывают влияние на переход радионуклидов из рационов в продукцию животноводства. Одного лишь соблюдения соответствия содержания радионуклидов в кормовых продуктах их временным допустимым уровням недостаточно для обеспечения или гарантирования производства экологически безопасной продукции [4]. До сих пор остаётся дискуссионным вопрос о подходах к определению допустимого уровня содержания радионуклидов в кормах, а также о методах и

критериях, используемых для оценки этого уровня, а проблема перехода ^{137}Cs в молоко и мясо крупного рогатого скота представляет предмет дальнейших исследований и требует более глубокого изучения.

Подход к нормированию поступления ^{137}Cs

Для устранения недостатков, связанных с использованием ПДК ^{137}Cs в кормах, предлагается применение максимально допустимого уровня (МДУ) удельной активности радиоцезия в рационах кормления КРС. Преимущество данного подхода состоит в следующем: аккумуляция ^{137}Cs в организме крупного рогатого скота и последующая миграция в молоко и мясо зависят не только концентрации ^{137}Cs в кормах, но и от структуры рациона; суммарное загрязнение рациона определяется вкладом входящих в его состав кормовых продуктов; если уровень удельной активности ^{137}Cs в рационе ниже значений МДУ, то превышение концентрации РН в отдельном кормовом продукте значения ПДК не влечёт за собой обязательного исключения его из рациона;

В условиях воздействия на организм совокупности факторов внешней и внутренней среды существуют границы, за которыми концентрация радиоцезия в молоке и мясе КРС превышает установленные санитарно-гигиенические нормативы. Это обстоятельство обуславливает необходимость нормирования поступления ^{137}Cs с рационом в организм животных. В основе процесса нормирования лежит использование параметра или критерия, согласно которому эта процедура выполняется. В данной работе в качестве критерия рассматривается параметр «Удельная активность ^{137}Cs в рационе, Бк/кг рациона». Применение данного критерия нормирования подразумевает строгое соблюдение условий, при котором поступление ^{137}Cs с рационом должно быть ниже рекомендуемого значения максимально допустимого уровня удельной активности радиоцезия в рационе. Это позволяет обеспечить в процессе выращивания животных и принятой технологии содержания получение нормативно «чистой» животноводческой продукции (молока и мяса). Для оценки МДУ удельной активности ^{137}Cs в рационах кормления КРС применена имитационная модель, описывающая поступление ^{137}Cs в организм крупного рогатого скота с рационом [5].

В модели учтены факторы, влияющие на аккумуляцию РН в организме и переход в молоко и мясо.

Результаты расчётов МДУ

Природно-климатические и экономические условия в различных регионах страны существенно отличаются, что оказывает влияние на кормопроизводство и развитие животноводства. В связи с этим были разработаны типовые рационы для крупного рогатого скота, которые включают рекомендации по оптимальному соотношению кормов [6, 7].

В хозяйствах их корректируют в зависимости от местных условий и возможностей кормопроизводства. При оценке допустимых уровней удельной активности радиоцезия в рационах крупного рогатого скота были учтены рекомендуемые соотношения основных групп кормов. Определение МДУ удельной активности ^{137}Cs выполнено для следующих групп животных: быки-производители с живой массой 800, 900 и 1000 кг, коровы со средней живой массой 400, 500 и 600 кг и годовыми удоями, соответственно, 4000, 5000 и 6000 кг, ремонтные телки, племенные бычки и молодняк, выращиваемый на мясо.

Концентрация ^{137}Cs в мышечной ткани животных на начало экспериментов принята равной не более 5% от допустимого уровня ^{137}Cs в мясе (10 Бк/кг). При проведении конкретных расчётов на модели, например, оценки принятых защитных мероприятий, изменения технологии и кормления животных, прогнозирования загрязнения продукции начальная

концентрация в мышечной ткани может быть изменена и установлена на усмотрение исследователя. Результаты расчётов и рекомендуемые значения МДУ представлены в Таблице. Полученные данные показывают, что для быков-производителей величина МДУ удельной активности ^{137}Cs в рационах кормления не должна превышать 400 Бк/кг рациона. Для коров МДУ удельной активности радиоцезия ограничена значением 100 Бк/кг рациона. Для племенных бычков (выращивание от 4 до 16 месяцев) и ремонтных телок (от 6 до 18 месяцев) расчёты выполнялись для мелких, средних и крупных пород животных.

Таблица

ЗНАЧЕНИЯ МДУ УДЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ^{137}Cs В РАЦИОНАХ КРС, Бк/кг рациона

<i>Крупный рогатый скот</i>	<i>Расчётные</i>	<i>Рекомендуемые</i>
Быки–производители.	439.5	< 400
Коровы	116.0	< 100
Племенные бычки	88.5	< 80
Ремонтные телки	87.0	
Молодняк, выращиваемый на мясо	93.1	
Молодняк, выращиваемый на мясо	90.0	

Максимально допустимый уровень удельной активности радиоцезия в рационах кормления для молодняка, выращиваемого на мясо, примерно совпадает с МДУ для племенных бычков и ремонтных телок и по сравнению с коровами ниже, примерно, в 1.3 раза, с быками-производителями — в 5 раз. Установленные и рекомендуемые значения МДУ ^{137}Cs (< 80 Бк/кг рациона) показывают, что растущие животные являются наиболее уязвимыми к поступлению ^{137}Cs в организм. Поэтому подбор кормов, входящих в состав рациона и выбор технологии содержания для данных возрастных группы животных должен проводиться более тщательно.

Обсуждение

До настоящего времени комплексная оценка поступления, накопления ^{137}Cs в организме крупного рогатого скота, переход в молоко и мясо не была проведена в полном объёме. Имеющиеся данные носят отрывочный и фрагментарный характер. Проблема является актуальной, поскольку молоко и мясо КРС, произведённые на территориях, подвергшихся техногенному загрязнению ^{137}Cs , представляют собой основной источник поступления этих веществ в организм человека. Обеспечение экологической безопасности продукции требует постоянного мониторинга содержания ^{137}Cs как в самих продуктах животноводства - молоке и мясе, так и в рационах, используемых для питания животных. В данной работе предлагается инновационный подход к оценке безопасности рационов кормления КРС. Вместо использования временных нормативов ПДК в кормах, предлагается применять максимально допустимый уровень удельной активности ^{137}Cs в рационах кормления. Применение данного критерия нормирования предоставляет возможность в хозяйствах осуществлять подбор кормов из имеющихся в наличии и отличающихся различной концентрацией радиоцезия для оптимизации рационов кормления ниже рекомендуемой величины МДУ с соблюдением баланса по питательным веществам и энергии.

Для определения максимально допустимой удельной активности ^{137}Cs в рационах КРС использована имитационная модель, которая представляет собой инструмент научно-обоснованной оценки поступления ^{137}Cs в организм животных, накопления и перехода в молоко и мясо. Результаты применения модели, анализ и обобщения полученных расчётных

данных могут быть использованы в теоретических исследованиях для оценки влияния факторов внешней и внутренней среды на закономерности формирования зависимости превышения допустимого уровня ^{137}Cs в молоке или мясе от уровня удельной активности радиоцезия в рационе («доза - эффект»); прогнозирования перехода ^{137}Cs в молоко и мясо и определения МДУ удельной активности ^{137}Cs в рационе в зависимости от применяемых технологий содержания и кормления животных, принятых защитных мероприятий. В практическом плане — в области кормопроизводства для внесения изменений и совершенствование существующих технологии содержания и кормления КРС с учётом специфики сложившейся радиационной обстановки; разработки конкретных защитных мероприятий для гарантированного получения молока и мяса, соответствующих санитарно-гигиеническим нормативам.

Заключение

Выполнена оценка максимально допустимых уровней удельной активности ^{137}Cs в рационах кормления крупного рогатого скота различных возрастных групп и производственного назначения. Применение установленных нормативов в каждом отдельном хозяйстве с учётом его хозяйственно-технологической специфики при постоянном контроле удельной активности ^{137}Cs в рационах позволит гарантировать производство экологически чистой животноводческой продукции, отвечающей требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01, внести изменения и улучшить принятые технологии содержания и кормления животных.

Список литературы:

1. Шкуратова И. А., Донник И. М., Исаева А. Г., Кривоногова А. С. Эколого-биологические особенности крупного рогатого скота в условиях техногенеза // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2015. №2. С. 366-369.
2. Ильязов Р. Г. Адаптация агроэкосферы к условиям техногенеза. Казань: ФЭн, 2006. 664 с.
3. Ветеринарно-санитарные требования к радиационной безопасности кормов, кормовых добавок, сырья кормового. Допустимые уровни содержания ^{90}Sr и ^{137}Cs . Ветеринарные правила и нормы ВП 13.5.13/06-01 (утв. Министерством сельского хозяйства РФ 19 декабря 2000 г.). <https://base.garant.ru/71973506/>
4. Ильязов Р. Г. Техногенез и агроэкосфера - проблемы продовольственной безопасности и пути их решения // Известия Международной академии аграрного образования. 2018. №42-1. С. 41-48.
5. Епимахов В. Г. Моделирование поступления радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr с рационом в организм жвачных животных и оценка перехода в продукцию животноводства // Бюллетень науки и практики. 2025. Т. 11. №4. С. 272-280. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/113/37>
6. Макарец Н. Г. Кормление сельскохозяйственных животных. Калуга: Ноосфера, 2012. 640 с.
7. Калашников А. П., Фисинин В. И., Щеглов В. В., Клейменов Н. И. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. М., 2003. 456 с.

References:

1. Shkuratova, I. A., Donnik, I. M., Isaeva, A. G., & Krivonogova, A. S. (2015). Ekologo-biologicheskie osobennosti krupnogo rogatogo skota v usloviyakh tekhnogeneza. *Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii*, (2), 366-369. (in Russian).

2. Il'yazov, R. G. (2006). Adaptatsiya agroekosfery k usloviyam tekhnogeneza. Kazan'. (in Russian).
3. Veterinarno-sanitarnye trebovaniya k radiatsionnoi bezopasnosti kormov, kormovykh dobavok, syr'ya kormovogo. Dopustimye urovni sodержaniya ^{90}Sr i ^{137}Cs . Veterinarnye pravila i normy VP 13.5.13/06-01 (utv. Ministerstvom sel'skogo khozyaistva RF 19 dekabrya 2000 g.). <https://base.garant.ru/71973506/>
4. Il'yazov, R. G. (2018). Tekhnogenez i agroekosfera - problemy prodovol'stvennoi bezopasnosti i puti ikh resheniya. *Izvestiya Mezhdunarodnoi akademii agrarnogo obrazovaniya*, (42-1), 41-48. (in Russian).
5. Epimakhov, V. (2025). Modeling the Inflow of ^{137}Cs and ^{90}Sr Radionuclides with Diet Into the Body of Ruminant Animals and Assessment of the Transition Into Livestock Products. *Bulletin of Science and Practice*, 11(4), 272-280. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/113/37>
6. Makartsev, N. G. (2012). Kormlenie sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh. Kaluga. (in Russian).
7. Kalashnikov, A. P., Fisinin, V. I., Shcheglov, V. V., & Kleimenov, N. I. (2003). Normy i ratsiony kormleniya sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh. Moscow. (in Russian).

Поступила в редакцию
02.02.2026 г.

Принята к публикации
11.02.2026 г.

Ссылка для цитирования:

Епимахов В. Г. Определение максимально допустимого уровня удельной активности ^{137}Cs в рационах крупного рогатого скота // Бюллетень науки и практики. 2026. Т. 12. №4. С. 315-320. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/125/40>

Cite as (APA):

Epimakhov, V. (2026). Determination of the Maximum Permissible Level of Specific Activity of ^{137}Cs in Cattle Diets. *Bulletin of Science and Practice*, 12(4), 315-320. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/125/40>