

Научная статья
УДК 636.22/.28:546.36
doi: 10.28983/asj.y2023i8pp54-58

**Сокращение риска перехода цезия-137 в молоко лактирующих коров
в летний отдаленный период**

**Леонид Никифорович Гамко, Анна Георгиевна Менякина,
Елена Игоревна Соколова, Татьяна Леонидовна Талызина**
ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», Брянская область, с. Кокино, Россия
e-mail: menyakina77@yandex.ru

Аннотация. В статье приведены данные по применению смектитного трепела в качестве природной минеральной добавки с активными сорбирующими свойствами в составе зерносмеси, скармливаемой лактирующим коровам в летний период, которые содержатся на территориях с плотностью загрязнения почв 15 Ку/км². Результаты научно-хозяйственного опыта свидетельствуют о достоверном увеличении суточных удоев на 5,3 %, прежде всего за счет компенсации минерального обмена лактирующих коров, а также снижения коэффициента накопления цезия-137 в молоке коров на 5,0 %, получавших смектитный трепел в составе рациона. Гематологические показатели и биохимические маркеры сыворотки крови варьировали в пределах нормативных физиологических значений.

Ключевые слова: молоко; лактирующие коровы; цезий-137; загрязнения почв радионуклидами; миграция радионуклидов.

Для цитирования: Гамко Л. Н., Менякина А. Г., Соколова Е. И., Талызина Т. Л. Сокращение риска перехода цезия-137 в молоко лактирующих коров в летний отдаленный период // Аграрный научный журнал. 2023. № 8. С. 54–58. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2023i8pp54-58>.

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

**Reduction of the risk of caesium-137 transition into the milk of lactating cows
in the long-term summer period**

Leonid N. Gamko, Anna G. Menyakina, Elena I. Sokolova, Tatyana L. Talyzina
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bryansk State Agrarian University»,
Bryansk region, Kokino village, Russia
e-mail: menyakina77@yandex.ru

Abstract. The article presents data on the use of smectite trepel as a natural mineral additive with active sorbing properties as part of a grain mixture fed to lactating cows in the summer, which are kept in areas with a soil pollution density of 15 Ku/km². The results of the scientific and economic wholesale indicate a significant increase in daily milk yields by 5.3%, primarily due to compensation for the mineral metabolism of lactating cows, as well as a decrease in the accumulation coefficient of caesium-137 in the milk of cows by 5.0% who received smectite trepel as part of the diet. Hematological parameters of blood and biochemical markers of its serum varied within the limits of normative physiological values.

Keywords: milk; lactating cows; cesium-137; soil contamination with radionuclides; migration of radionuclides.

For citation: Gamko L. N., Menyakina A. G., Sokolova E. I., Talyzina T. L. Reduction of the risk of caesium-137 transition into the milk of lactating cows in the long-term summer period. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = The Agrarian Scientific Journal. 2023;(8):54–58. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2023i8pp54-58>.

Введение. Территория Брянской области в результате аварии на Чернобыльской АЭС, даже в отдаленный период, отличается наличием почв, загрязненных радионуклидами. Высокая плотность загрязнения почв была ранее установлена в юго-западных районах: Новозыбковском, Красногорском, Гордеевском, Клинцовском и Злынковском. По данным



обследования Брянским центром «Агрохимрадиология», в области оказались загрязненными радионуклидами 464,5 тыс. га угодий сельскохозяйственного назначения, в том числе пашни 338,6 тыс. га и 125,9 тыс. га сенокосов и пастбищ [2, 4, 5]. После аварии на Чернобыльской АЭС были разработаны мероприятия и способы по снижению миграции Cs-137 в почву и транслокации радиоизотопа в сельскохозяйственную продукцию. Было установлено, что из высокоплодородных почв, с применением на них таких агротехнических приемов, как внесение калийных удобрений, переход радионуклидов в растения значительно снижается [1, 4, 6–8,10]. Известно, что реабилитационные мероприятия на территориях, загрязненных радионуклидами с плотностью 15–40 Ки/км², сыграли важную роль в получении экологически чистой продукции в растениеводстве и животноводстве. Почва – мощный сорбент радиоактивных элементов, но они активно мигрируют из растений в желудочно-кишечный тракт животных и частично переходят в молоко и мясо [2, 4, 9], часть удаляется с каловыми массами и мочой. Использование природных минералов в качестве адсорбентов, источника макро- и микроэлементов является перспективным направлением, способствующим решению проблемы импортозамещения кормовых добавок для сельскохозяйственных животных [3, 5, 10].

После техногенной аварии, произошедшей на Чернобыльской АЭС, ученые стали проявлять больший интерес к природным сорбентам, в том числе к цеолитам и трепелам. Радиоактивные изотопы цезия и стронция опасны тем, что организм их куммулирует, воспринимая за ионы кальция и калия. Постоянный радиологический мониторинг в Брянской области свидетельствует, что экологическая ситуация остается напряженной и в отдаленный период, до сих пор оказывая отрицательное влияние на организм животных, препятствуя тем самым реализации их генетического потенциала продуктивности. Обеспечение радиационной безопасности продукции, производимой на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению, способствует экономическому развитию региона и повышению его привлекательности. Поэтому до сих пор вопрос корректировки рационов животных с целью обеспечения их дефицитными элементами питания, адсорбентами и иммуномодуляторами в Брянской области остается актуальным [3].

Цель исследований – изучить продуктивность лактирующих коров, находящихся на территории, загрязненной радионуклидами с плотностью 15 Ки/км², в летний период и переход Cs-137 в молоко при выпасе на естественном лугу с добавкой в концентратную часть рациона природной сорбирующей добавки.

Методика исследований. Научно-хозяйственный опыт проведен в условиях крестьянского фермерского хозяйства «Дмитренко» в Злынковском районе в летний период, где плотность загрязнения почв радионуклидами составляет 15 Ки/км². Экспериментальная часть работы была выполнена в соответствии с Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных.

Объектом исследований были лактирующие коровы черно-пестрой породы средней живой массы 450 кг, с суточным удоем 15–16 кг молока. Было сформировано две группы коров, по 10 голов в каждой. Материалами исследований явились молоко и природный минеральный сорбент – смектитный трепел месторождения Жуковского района Брянской области. Схема исследований приведена в табл. 1.

Таблица 1

Схема научно-хозяйственного опыта

Группа	Условия кормления
I – контрольная	ОР (основной рацион)
II – опытная	ОР + 45 г смектитного трепела в сутки на 1 гол. [10]

Учетный период длился 60 дней. Лактирующие коровы с пастбища в сутки получали 42 кг зеленой массы и 2 кг зерновой кормосмеси, в состав которой входят дерть пшеничная – 25 %, ячменная – 60 %, овсяная – 15 %. С основным рационом в организм лактирующих коров поступало ежесуточно 138 МДж обменной энергии, 14,5 кг сухого вещества, 1363 г переваримого протеина, 3680 г сырой клетчатки, 1050 г сахара.



Учет молочной продуктивности проводили по результатам контрольных доек с определением массовой доли белка и жира. В конце опыта с целью изучения стандартных морфо-биохимических показателей крови и ее сыворотки были отобраны образцы от трех животных из каждой группы, находящихся на пастбище с плотностью загрязнения почвы 15 Ку/км².

Результаты исследований. За летний период от лактирующих коров получали 60 % продукции от годовой лактации. Потребление зеленой массы дойными коровами «из-под копыта» может усилить переход радионуклида Cs-137 в молоко. Использование радиопротекторов, сорбентов, другие мероприятия способствуют улучшению качества молока [8, 12]. Удой коров за период опыта в летний период, а также некоторые качественные показатели их молока приведены в табл. 2.

Таблица 2

Удой лактирующих коров и качественные показатели молока в летний период при включении в состав зерновой кормосмеси смектитного трепела

Показатель	Группа	
	I – контрольная	II – опытная
Суточный удой, кг	15,0±0,21	15,8±0,16**
Удой на 1 голову, кг (за учетный период)	900	948
% к контрольному показателю	100,0	105,3
Массовая доля жира, %	3,57±0,02	3,59±0,028
Количество молочного жира, кг	32,13	34,03
Массовая доля белка, %	3,0±0,016	3,01±0,023
Количество белка в молоке, кг	27,0	28,53
Затрачено обменной энергии на синтез 1 кг молока, МДж	9,2	8,73
ЭЖЕ (энергетических кормовых единиц)	0,92	0,87
Титруемая кислотность, °Т	17,2	17,2
Средняя величина РН молока	6,67	6,65

** $P < 0,01$

Скармливание лактирующим коровам в составе зерновой кормосмеси 45 г в сутки на голову природной минеральной добавки, которая компенсирует дефицитную часть зольных элементов рациона, способствовало увеличению суточного удоя коров в опытной группе на 5,3 % ($P < 0,01$) в сравнении с контролем. В опытной группе в связи с увеличением удоя было получено больше молочного жира. Затраты обменной энергии на синтез 1 кг молока у животных в опытной группе были на 5,2 % меньше ($P < 0,01$).

Уникальная минеральная матрица смектитного трепела выполняет адсорбирующую функцию по отношению к Cs-137, о чем свидетельствуют полученные результаты исследований. Количество цезия-137 в молоке, а также в выделениях лактирующих коров, содержащихся на территории загрязненной радионуклидами, в летний период приведены в табл. 3.

Таблица 3

Содержание цезия-137 в молоке и выделениях лактирующих коров в летний период

Группа	Суммарное количество цезия-137, БК						Коэффициент накопления
	молоко		кал		моча		
	в 1 кг	в надое	в 1 кг	всего	в 1 кг	всего	
I – контрольная	15,0	225	16,5	247,5	18,0	216,0	0,161
II – опытная	13,5	213,3	15,9	233,7	17,5	280,0	0,153

Включение в состав рациона зерновой кормосмеси минеральной сорбирующей добавки положительно сказалось на снижении перехода Cs-137 в молоко. На это указывает и коэффициент накопления, который в опытной группе был меньше контрольного значения и составил 0,153.



Гематологические показатели и биохимические маркеры сыворотки крови являются индикаторами физиологического состояния организма, они мгновенно отражают его реакцию на введение ксенобиотиков [3]. Морфо-биохимические показатели крови у лактирующих коров в опытной группе, получавших минеральную добавку, согласно предложенной схеме, приведены в табл. 4.

Таблица 4

Морфо-биохимические показатели крови лактирующих коров, содержащихся на загрязненной радионуклидами территории, в летний период

Показатель	Группа	
	I – контрольная	II – опытная
Эритроциты, $10 \times 12 / \text{л}$	6,26	6,30
Лейкоциты, $10 \times 9 / \text{л}$	8,0	8,63
Гемоглобин, г/л	86,6	87,4
Общий белок, г/л	68,7	68,3
Альбумин, г/л	33,16	33,06
Глобулин, г/л	35,54	35,24
Глюкоза, ммоль/л	2,93	3,46
Мочевина, ммоль/л	5,76	6,43
Общий кальций, ммоль/л	2,03	2,33
Фосфор неорганический, ммоль/л	1,7	2,37

Анализ морфо-биохимических показателей крови и ее сыворотки показал, что под влиянием скармливания зерновой кормосмеси с сорбирующей минеральной добавкой уровень глюкозы на 18,0 %, а мочевины на 11,6 % был достоверно больше в сравнении с контролем, но эти показатели находятся в пределах физической нормы.

Дефицит минеральной части, в частности концентрации микроэлементов, был значительно нивелирован за счет смектитного трепела. Потому минеральный состав крови стал насыщеннее кальцием и фосфором, на что указывает повышение их концентрации в сыворотке крови коров опытной группы на 14,8 и 3,4 % соответственно [3]. Эти данные свидетельствуют о том, что биодоступность кальция и фосфора повысилась ($P < 0,01$).

Нами установлено, что применение смектитного трепела месторождений Брянской области в качестве сорбента, образуя нерастворимые комплексы в желудочно-кишечном тракте с радионуклидами и продуктами перекисного окисления липидов, а также с другими ксенобиотиками, позволяет вывести цезий-137 из организма [8, 11, 12] и снизить переход его в продукцию, что повышает качество молока и в отдаленный период.

Заключение. Нами доказано, что скармливание смектитного трепела в количестве 45 г на голову в сутки лактирующим коровам, содержащимся в зоне, загрязненной радионуклидами с плотностью 15–40 Ки/км², увеличивает их молочную продуктивность и снижает уровень радиоцезия в молоке. При этом улучшается физиологический статус животных, наиболее полно реализуется генетический потенциал продуктивных качеств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Возможности и приоритеты развития агропромышленного комплекса Брянской области / С. М. Сычёв [и др.] // Аграрная наука. 2022. № 9. С. 84–91.
2. Эффективность защитных мероприятий при улучшении радиоактивно загрязненных пойменных кормовых угодий в отдаленный период после аварии на ЧАЭС / Н. Н. Бокатуро [и др.] // Кормопроизводство. 2018. № 2. С. 11–16.
3. Применение минеральных удобрений в условиях радиоактивно загрязненного пойменного луга / Е. В. Смольский [и др.] // Агрохимия. 2018. № 1. С. 87–96.
4. Продуктивность и качество сена радиоактивно загрязненного пойменного луга в отдаленный период после аварии на ЧАЭС / Н. М. Белоус [и др.] // Агрохимический вестник. 2018. № 5. С. 60–64.
5. Эффективность защитных мероприятий при возделывании многолетних мятликовых трав на радиоактивно загрязненных пойменных лугах / Н. Н. Бокатуро [и др.] // Агрохимический вестник. 2020. № 1. С. 65–70.
6. Биовынос ¹³⁷CS и нитратов многолетними травами при известковании дерново-подзолистых песчаных почв / С. М. Пакшина [и др.] // Агрохимия. 2020. № 1. С. 75–80.



7. Оценка поглощения ^{137}Cs корневой системой сельскохозяйственных культур по данным электро-диффузионной модели / С. М. Пакшина [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 6. С. 45–53.

8. Вероятность получения молока и кормов, не соответствующих допустимым уровням содержания ^{137}Cs на территории юго-запада Брянской области в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС / Н. М. Белоус [и др.] // Радиация и риск (Бюллетень Национального радиационно-эпидемиологического регистра). 2019. Т. 28. № 3. С. 36–46.

9. Менякина А. Г. Изменение живой массы и морфо-биохимических показателей крови свиноматок при скармливании природного сорбента в зонах с разной экологической напряженностью // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 1 (45). С. 116–121.

10. Соколова Е. И., Гамко Л. Н., Менякина А. Г. Химический состав кормов и содержание в них цезия-137 и их энергетическая питательность на загрязненных радионуклидами территориях // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвящ. памяти доктора биол. наук, профессора Е. П. Ващекина. Брянск, 2020. С. 353–360.

11. Productivity of breeding pigs during marl feeding in areas with high density of soil pollution with radiocesium / A. G. Menyakina et al. // BIO WEB OF CONFERENCES. International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020). EDP Sciences, 2020. P. 00033.

12. Ярован Н. И. Использование природных цеолитов в кормлении коров // Молочное и мясное скотоводство. 2006. № 8. С. 28.

REFERENCES

1. Opportunities and priorities for the development of the agro-industrial complex of the Bryansk region / S. M. Sychev et al. *Agrarian science*. 2022;(9):84–91. (In Russ.).

2. Effectiveness of protective measures to improve radioactively contaminated floodplain forage lands in the remote period after the Chernobyl accident / N. N. Bokaturu et al. *Feed production*. 2018;(2):11–16. (In Russ.).

3. Application of mineral fertilizers in conditions of a radioactively contaminated floodplain meadow / E. V. Smolsky et al. *Agrochemistry*. 2018;(1):87–96. (In Russ.).

4. Productivity and quality of hay of a radioactive contaminated floodplain meadow in the remote period after the Chernobyl accident / N. M. Belous et al. *Agrochemical Bulletin*. 2018;(5) 60–64. (In Russ.).

5. The effectiveness of protective measures in the cultivation of perennial bluegrass grasses on radioactively contaminated floodplain meadows / N. N. Bokaturu et al. *Agrochemical Bulletin*. 2020;(1):65–70. (In Russ.).

6. Bio-removal of ^{137}CS and nitrates by perennial grasses during liming of sod-podzolic sandy soils / S. M. Pakshina et al. *Agrochemistry*. 2020;(1):75–80. (In Russ.).

7. Assessment of the absorption of ^{137}cs by the root system of agricultural crops according to the electro-diffusion model / S. M. Pakshina et al. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2022;(6):45–53. (In Russ.).

8. The probability of obtaining milk and feed that do not correspond to acceptable levels of ^{137}cs content in the south-west of the Bryansk region in the remote period after the Chernobyl accident / N. M. Belous et al. *Radiation and risk (Bulletin of the National Radiation and Epidemiological Register)*. 2019;28(3):36–46. (in Russ.).

9. Menyakina A. G. Changes in live weight and morpho-biochemical parameters of sow blood when feeding natural sorbent in areas with different environmental stress. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2019;1(45): 116–121. (In Russ.).

10. Sokolova E. I., Gamko L. N., Menyakina A. G. The chemical composition of feed and the content of caesium-137 in them and their energy nutrition in radionuclide-contaminated territories. Actual problems of intensive development of animal husbandry. Collection of scientific papers of the National Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of Doctor of Biological Sciences, Professor E. P. Vashchekin. Bryansk; 2020. P. 353–360. (In Russ.).

11. Productivity of breeding pigs during marl feeding in areas with high density of soil pollution with radiocesium / A. G. Menyakina et al. BIO WEB OF CONFERENCES. International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020). EDP Sciences, 2020. C. 00033.

12. Yarovan N. I. The use of natural zeolites in cow feeding. *Dairy and meat cattle breeding*. 2006;(8):28. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 22.01.2023; одобрена после рецензирования 02.02.2023; принята к публикации 17.02.2023. The article was 22.01.2023; approved after 02.02.2023; accepted for publication 17.02.2023.

