

5. Growth performance and serum biochemical parameters as affected by nano zinc supplementation in layer chicks / A. Mishra, R. K. Swain, S. K. Mishra [et al.] // Indian Journal of Animal Nutrition. – 2014. – Vol. 31(4). – P. 384-388.
6. Георгиевский, В. И. Минеральное питание животных / В. И. Георгиевский, П. Н. Анненков, В. Т. Самохин. – Москва : Колос, 1979. – 471 с.
7. Зайцев, С. Ю. Биохимия животных. Фундаментальные и клинические аспекты : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 310800 - Ветеринария / С. Ю. Зайцев, Ю. В. Конопатов. – Санкт-Петербург : Лань, 2004. – 382 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 5-8114-0529-4.
8. Biological effects of nano red elemental selenium / J. S. Zhang, X. Y. Gao, L. D. Zhang, Y. P. Bao // Biofactors. – 2001. – Vol. 15(1). – P. 27-38. – DOI: 10.1002/biof.5520150103.
9. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Высшая школа, 1973. – 320 с.
10. Менчукова, С. Г. Математические расчеты селекционных признаков в животноводстве : методические указания / С. Г. Менчукова. – Горки, 1989. – 65 с.

Поступила 14.04.2025 г.

УДК 636.2.084.41:661.183.2

А.Ф. КАРПЕНКО¹, А.А. ЦАРЕНОК¹, О.Н. АНТИПЕНКО²

АДСОРБЕНТ ЦЕЗИЯ-137 НА ОСНОВЕ ТОРФЯНОГО УГЛЯ В РАЦИОНАХ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

¹*Институт радиобиологии НАН Беларуси,
г. Гомель, Республика Беларусь*

²*Национальная академия наук Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь*

Одним из перспективных направлений решения проблемы снижения цезия-137 в рационах животных является разработка комплексных органоминеральных адсорбентов. В статье представлены результаты изучения влияния адсорбента, произведённого на основе торфяного активированного угля в Институте природопользования НАН Беларуси, на переход данного радионуклида из кормов в организм крупного рогатого скота на территории радиоактивного загрязнения Беларуси. Установлено, что изучаемый адсорбент, вводимый в состав рационов бычков на откорме и лактирующих коров в дозе 40 г/голову, является добавкой, снижающей накопление цезия-137. При средней суммарной активности суточного рациона коров $3,022 \pm 0,749$ кБк/сут. с 5-х по 20-е сутки применения композиционного сорбента наблюдается снижение содержания данного радионуклида в молоке коров от 1,7 до 4,5 раза. При этом вынос цезия-137 с молоком в группе с данным сорбентом на 61 % меньше.

Ключевые слова: адсорбент, торфяной уголь, ферроцин, цезий-137, бычки, лактирующие коровы.

PEAT COAL-BASED CESIUM-137 ADSORBENT IN CATTLE DIETS

¹*Institute of Radiobiology of the National Academy of Sciences of Belarus,
Gomel, Republic of Belarus*

²*National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus*

One of the promising methods to solve the problem of reducing the content of cesium-137 in animal diets is the development of complex organomineral adsorbents. This paper contains the results of studying the effect of adsorbent produced on the basis of activated coal from peat at the Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus on the transfer of this radionuclide from feed to the body of cattle in the territory of radioactive contamination of Belarus. It has been established that the studied adsorbent, introduced into the diets of fattening steers and lactating cows at a dose of 40 g/head, is an additive that reduces the accumulation of cesium-137. With an average total activity of the daily diet of cows of 3.022 ± 0.749 kBq/day, from the 5th to the 20th day of using the composite sorbent, a decrease in the content of this radionuclide in the milk of cows from 1.7 to 4.5 times is observed. At the same time, the transfer of cesium-137 into milk in the group with this sorbent is 61% less.

Key words: adsorbent, peat coal, ferrocin, cesium-137, steers, lactating cows.

Введение. После катастрофы на ЧАЭС, когда большое количество сельскохозяйственных угодий России, Беларуси и Украины оказались загрязнёнными долгоживущим цезием-137, в животноводстве особенно остро стала проблема снижения его перемещения в биологическом звене корм-молоко и корм-мясо [1, 2, 3]. Многие исследователи при разработке комплекса защитных мер стали проводить активные поиски эффективных средств против цезия-137, как наиболее значимого радионуклида среди чернобыльских выпадений. В практике животноводства на загрязнённой территории перспективным оказалось изучение и применение сорбирующих добавок избирательных к цезию-137 в желудочно-кишечном тракте (ЖКТ) животных [4, 5]. Как показали исследования, использование в качестве сорбентов различных природных глинистых материалов ограничивается их невысокой эффективностью и значительными дозами применения [6]. В качестве сорбентов для снижения резорбции цезия в ЖКТ зарекомендовали себя гексацианоферраты [7, 8]. Их изучение позволило установить, что они не токсичны для животных, не ухудшают от них качества молока, мяса и другой продукции. В ряде стран гексацианоферраты разрешены для применения, как с целью профилактики, так и для снижения поступления радиоцезия в

организм человека и животных. В животноводстве данные препараты могут использоваться в форме болюсов, солебрикетов, добавляться в концентраты, комбикорма и др. [5, 8].

В Беларуси одним из направлений исследований Института природопользования НАН является изучение свойств торфа и получение на его основе различных материалов и средств. В период длительного времени, начиная с 1987 по 2017 годы, в институте были проведены исследования по получению кормовых добавок, избирательно сорбирующих цезий-137. В итоге получен сорбент, представляющий собой композиционный материал на основе торфяного активированного угля, содержащий 5 % ферроцина. Сырьём для производства сорбента явились торфяной активированный уголь, а также соли гексацианоферрата (II) калия и хлорного железа. Добавки сорбента в рацион лабораторных крыс показали, что он позволяет на 5-7 суток снизить период полувыведения радиоцезия из организма животных. Кроме этого показано, что если для исходного ферроцина доза составляла 100 мг/кг живой массы, то в составе активного угля она была снижена до 5 мг/кг при сохранении той же эффективности [9]. Для выпуска предлагаемого сорбента Институтом природопользования разработаны технологические условия и схема промышленной установки.

Для проверки энтеросорбционной активности добавки в рационах крупного рогатого скота на загрязненной территории Беларуси необходимое его количество было изготовлено и передано в лабораторию производства экологически безопасной продукции животноводства в условиях техногенного загрязнения территорий ГНУ «Институт радиобиологии НАН Беларуси» для проведения испытаний на экспериментальных животных.

Целью исследований являлось изучение эффективности сорбирующих добавок цезия-137 в рационах крупного рогатого скота на территории радиоактивного загрязнения.

Материал и методы исследований. Объектами исследований служили бычки на откорме чёрно-пёстрой породы и дойные коровы голштино-фризской. Предметом исследования являлись сорбенты, корма и рационы, продуктивность животных, мышечная ткань, молоко, радиологические показатели. В обработке данных использовалась система результативных показателей, полученных в ходе математического, статистического и аналитического методов анализа. В опытах на животных сравнивали ферроцин, закупленный в ООО НПП «Эксорб» Российской Федерации, и композиционный энтеросорбент, полученный из ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси».

Контроль прижизненной дозиметрии животных осуществляли с использованием радиометра-дозиметра МКС-01М «СОВЕТНИК - ЗАО

«ТИМЕТ». Определение содержания цезия-137 (Бк/кг) в исследуемых образцах кормов, мяса и молока проводилось на γ -спектрометрическом комплексе Canberra-Packard с погрешностью не более 30 %.

Результаты исследований и их обсуждение. Научно-производственный опыт на бычках проводился в зоне с плотностью радиоактивного загрязнения до 740 кБк/м² на базе открытого акционерного общества «Маложинский» Брагинского района Гомельской области. Цель опыта – сравнить радиологическую эффективность композиционного сорбента и ферроцина. Для проведения исследований были отобраны три группы бычков, из которых 1 контрольная и 2 опытные, 18-20-месячного возраста, численностью по 5 головы в каждой. Кормление животных осуществлялось по приведённой в таблице 1 схеме.

Таблица 1 – Схема опыта на бычках

Группа	Количество голов	Живая масса на начало опыта, кг	Продолжительность, дней	Особенности рациона кормления
I контрольная	5	360–380	35	Культуры зеленого конвейера, зернофураж (тритикале – 50 %, пшеница – 50 %) – ОР
II опытная	5	360–380	35	ОР + композиционный адсорбент 40 г/гол. в сутки.
III опытная	5	360–380	35	ОР + ферроцин 3 г/гол. в сутки.

В первые двадцать дней проведения опыта содержание цезия-137 в суточном рационе подопытных животных находилось на уровне 2,0–2,25 кБк. С 21 по 25 сутки его содержание увеличилось до 2,35 кБк, а в период с 26 суток и до 35 суток (завершение опыта) ещё приросло до 3,1–3,165 кБк.

С помощью радиометра-дозиметра во время опыта проводилась прижизненная дозиметрия бычков на 1-е, 10-е, 20-е и 25-е сутки. Установлено, что с 1- по 20-е сутки проведения опыта показатели содержания цезия-137 в мышечной ткани животных всех подопытных групп находились на уровне 80 Бк/кг живой массы. На 25-е сутки были получены значения прижизненной дозиметрии животных в контрольной группе на уровне 92 ± 2 Бк/кг. В опытных группах данный показатель оставался на прежнем значении.

После завершения опыта все подопытные животные были убиты на Гомельском мясокомбинате, от туш отобраны образцы мышечной ткани для определения фактического содержания цезия-137. В результате радиометрических анализов показано, что фактические значения цезия-

137 в мышечной ткани бычков I (контрольной) группы составили $125,3 \pm 1,3$ Бк/кг, II группы – $25,0 \pm 5,7$ Бк/кг и III группы – $28,7 \pm 5,2$ Бк/кг. Из этих показателей следует, что кратность накопления радиоцезия в мышечной ткани бычков II опытной группы в 5,0 раз (на $100,3$ Бк/кг меньше), III группы – в 4,4 раза (на $96,6$ Бк/кг меньше) в сравнении с I группой (контролем). В группе с композиционным энтеросорбентом Института природопользования НАН Беларуси, в сравнении с группой с фероцином, кратность накопления цезия-137 в среднем была в 1,15 раза ниже (на $3,7$ Бк/кг).

Цель научно-производственного опыта, проводимого в ОАО «Ветковский агросервис» Ветковского района с плотностью радиоактивного загрязнения сельскохозяйственных земель до 555 кБк/м², заключалась в установлении радиологической эффективности композиционного сорбента в кормлении молочных коров. В опыте участвовали десять коров, разделённых на опытную и контрольную группы по 5 голов в каждой. При постановке под опыт животные были отобраны по принципу пар-аналогов, с учётом живой массы, возраста в отёлах, стадии лактации, среднесуточного удоя. Кормление коров проводилось обычным для хозяйства рационом, в состав которого входили силос, сено, зеленая масса культур зелёного конвейера, комбикорм. Различия между группами заключались в том, что опытной группе в смеси с комбикормом задавали композиционный энтеросорбент из расчёта 40 г/гол. в сутки.

Среди кормов рациона максимальное содержание цезия-137 регистрировалось в сене луговом, которое в среднем составило $3,712 \pm 0,074,0$ кБк/кг. В комбикорме содержание цезия находилось на уровне $3,1 \pm 0,9$ Бк/кг, в силосе кукурузном – $35,1 \pm 4,5$ Бк/кг, в зелёной массе – $34,2 \pm 5,1$ Бк/кг.

Суммарная активность суточного рациона подопытных животных в разные периоды проведения опыта находилась в диапазоне от $2,168$ кБк/сут. до $3,570$ Бк/сут. и в среднем за время опыта составила $3,022 \pm 0,749$ кБк/сут. В таблице 2 приведены результаты радиологических измерений молока коров по периодам опыта. Как следует из приведённых данных, кратность снижения содержания цезия-137 в молоке опытной группы, с 5-х по 20-е сутки, находилась в интервале от 1,7 до 4,5 раза или была меньше на $1,0$ – $4,5$ Бк/кг в сравнении с контролем.

Таблица 2 – Удельная активность цезия-137 в молоке коров

Группа	Бк/кг по периодам опыта						
	Начало опыта	5-е сутки	8-е сутки	11-е сутки	14-е сутки	17-е сутки	20-е сутки
Контрольная	$3,1 \pm 0,5$	$2,4 \pm 0,5$	$5,8 \pm 2,2$	$4,3 \pm 0,6$	$7,7 \pm 0,7$	$6,9 \pm 0,8$	$7,9 \pm 3,7$
Опытная	$2,6 \pm 1,0$	$1,4 \pm 0,4$	$1,3 \pm 0,1$	$1,6 \pm 0,3$	$3,0 \pm 1,8$	$2,4 \pm 1,5$	$3,6 \pm 2,0$

За двадцатидневный период опыта удельная концентрация цезия-137 в контрольной группе установлена на уровне 5,93 Бк/кг, в опытной – 2,22 Бк/кг или на 3,71 Бк/кг ниже. В связи с этим общий вынос цезия-137 с молоком за время опыта в контрольной группе при среднем удое 23,9 кг составил 14,173 кБк, в опытной группе с удоем 24,9 кг – 5,528 кБк, что на 8,645 кБк или на 61 % было меньше.

Заключение. Композиционный адсорбент, произведённый на основе торфяного активированного угля Института природопользования НАН Беларуси, в составе рационов бычков на откорме и лактирующих коров в дозе 40 г/голову является добавкой, снижающей накопление цезия-137 в организме крупного рогатого скота. Включение в состав рациона бычков композиционного адсорбента позволяет снизить риск поступления цезия-137 в мышечную ткань животных в 5,0 раз и в 1,15 раза в сравнении с контролем и ферроцином соответственно. При средней суммарной активности суточного рациона коров $3,022 \pm 0,749$ кБк/сут. с 5-х по 20-е сутки применения композиционного сорбента наблюдается снижение содержания цезия-137 в молоке коров от 1,7 до 4,5 раза. При этом вынос цезия-137 с молоком в группе с данным сорбентом на 61 % меньше.

Литература

1. 35 лет после чернобыльской катастрофы: итоги и перспективы преодоления ее последствий : национальный доклад Республики Беларусь / Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. – Минск : ИВЦ Минфина, 2020 – 152 с. – ISBN 978-985-880-104-5.
2. Рекомендации по ведению сельскохозяйственного производства на территории радиоактивного загрязнения Республики Беларусь на 2021-2025 годы / Нац. акад. наук Беларуси, М-во сельского хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск : ИВЦ Минфина, 2021. – 142 с.
3. Ведение лугового кормопроизводства в Российской Федерации и Республике Беларусь при радиоактивном загрязнении территорий / Е.В. Смольский, А. Г. Подоляк, И. Н. Белаус [и др.] // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2015. – № 11. – С. 30-35.
4. Радиационная обстановка в сельских населенных пунктах Новозыбковского района Брянской области по итогам паспортизации / В. В. Кречетников, И. Е. Титов, О. А. Шубина [и др.] // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 4(68). – С. 51-56.
5. Соколова, Е. И. Эффективность применения сорбирующих добавок в рационах дойных коров в зоне радиоактивного загрязнения / Е. И. Соколова, Л. Н. Гамко, А. Г. Менякина // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 3 (63). – С. 150–154.
6. Сокращение риска перехода цезия-137 в молоко лактирующих коров в летний отдаленный период / Л. Н. Гамко, А. Г. Менякина, Е. И. Соколова, Т. Л. Талызина Т. Л. // Аграрный научный журнал. – 2023. – № 8. – С. 54–58. – DOI: 10.28983/asj.y2023i8pp54-58.
7. Влияние периодического скармливания в рационах лактирующих коров доломитовой муки на продуктивность и качество молока / М. А. Поздняков, Л. Н. Гамко, А. Г. Менякина, В. Е. Подольников // Вестник Брянской ГСХА. – 2024. – № 4(104). – С. 41-44.

8. Использование берлинской лазури для снижения уровня загрязнения радиоактивным цезием молока и мяса, производимых на территориях, пострадавших от чернобыльской аварии. – Вена : МАГАТЭ, 1997. – 25 с.

9. Композиционный энтеросорбент на основе торфяного активированного угля / А.Э. Томсон [и др.] // Природопользование. – 2018. – №2. – С. 128–133.

Поступила 13.03.2025 г.

УДК 636.2.087.73:582.282.23

А.И. КОЗИНЕЦ, А.Ю. БОРОДИН

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫСУШЕННОЙ ЖИВОЙ ДРОЖЖЕВОЙ КУЛЬТУРЫ *SACCHAROMYCES BOULARDII* В РАЦИОНАХ ДОЙНЫХ КОРОВ

Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь

В статье рассматривается эффективность использования высушенной живой дрожжевой культуры *Saccharomyces boulardii* в рационах дойных коров. Исследования проводились на дойном поголовье коров в условиях МТУ филиала ОАО «БЕЛАЗ» СПК «Первомайский» Смолевичского района Минской области, которым скармливали различные дозировки дрожжевой добавки в количестве 3, 5, 10, 15 и 20 г/гол/сутки. Результаты научно-хозяйственного опыта показали, что применение добавки способствует увеличению удоев, улучшению качества молока (жир, белок) и рубцового пищеварения, а также повышает экономическую эффективность за счёт дополнительной прибыли от увеличения молочной продуктивности.

Ключевые слова: живые дрожжи, кормовая добавка, дойные коровы, молочная продуктивность, рубцовое пищеварение.

A.I. KOZINETZ, A.Y. BORODIN

USE OF DRIED LIVING YEAST CULTURE *SACCHAROMYCES BOULARDII* IN DIETS OF DAIRY COWS

Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus

The paper deals with the efficiency of using dried living yeast culture *Saccharomyces boulardii* in diets of dairy cows. The research was carried out on dairy cows in the conditions of dairy farm of the branch of JSC “BELAZ” APC “Pervomaysky” of Smolevichi district of Minsk region, which were fed different doses of yeast supplement in the amount of 3, 5, 10, 15 and 20 g/head/day. The results of scientific and