

Иван МАКАРОВЕЦ, Алексей КАРПЕНКО,

Александр ЦАРЕНОК

*Институт радиобиологии НАН Беларуси,
Гомель, Республика Беларусь
e-mail: irb@irb.basnet.by*

УДК 614.876+574.46

<https://doi.org/10.29235/1818-9806-2022-11-89-96>

Экономическая, зоотехническая и радиологическая эффективность кормовой добавки «Антикет» с вводом ферроцина

Представлены результаты комплексного изучения производственного испытания кормовой добавки «Антикет» с вводом такого сорбента, как ферроцин, в составе рационов дойных коров в период летне-пастбищного содержания животных. Отражены итоги исследования радиологической, зоотехнической и экономической эффективности данной кормовой добавки.

Ключевые слова: кормовая добавка, ферроцин, цезий-137, молоко, рентабельность.

Ivan MAKAROVETS, Alexei KARPENKO,

Alexander TSARENOK

*Institute of Radiobiology of the National Academy of Sciences of Belarus,
Gomel, Republic of Belarus
e-mail: irb@irb.basnet.by*

Economic, zootechnical and radiological efficiency of the feed additive “Antiket” with the introduction of ferrocin

Presents the results of a comprehensive study of the production test of the feed additive “Antiket” with the introduction of ferrocin in the diet of dairy cows during the summer-pasture keeping of animals. The results of its radiological, zootechnical and economic efficiency are presented.

Keywords: feed additive, ferrocin, cesium-137, milk, profitability.

Введение

Катастрофа на Чернобыльской АЭС является крупнейшей радиационной аварией в истории человечества. Существенная часть радионуклидов выпала в 30-километровой зоне разрушенного реактора, наиболее значимые из них – ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am и $^{238,239+240}\text{Pu}$. К основным дозообразующим радионуклидам чернобыльского происхождения на территории нашей республики относятся цезий-137 и стронций-90. На долю ^{137}Cs приходится около 35 % чернобыльских выпадений. В настоящее время большинство загрязненных радиоцезием земель

© Макаровец И., Карпенко А., Царенок А., 2022

сельскохозяйственного назначения принадлежит Гомельской (42,5 %) и Могилевской (22,8 %) областям. Загрязненность земель в Брестской, Гродненской и Минской областях составляет 3,1, 1,4 и 2,5 % соответственно [1].

Основной вклад в формирование среднегодовых эффективных доз для населения делает цезий-137 – до 95 %. Кроме того, до 70 % ^{137}Cs поступает в организм человека вместе с пищей [2]. В то же время за послеаварийный период в результате системной реализации защитных мер, а также естественного распада и фиксации радионуклидов в почве попадание ^{137}Cs в сельскохозяйственную продукцию снизилось в 10–12 раз, ^{90}Sr – в 2–3 раза [3].

Несмотря на то что с 2014 г. при производстве молока и мяса в пострадавших регионах не регистрируется превышения нормативных уровней по содержанию ^{137}Cs [4, 5], риск получения животноводческой продукции, не соответствующей требованиям РДУ-99 и СанПиН 2.3.2.1078-01 Российской Федерации, сохраняется, особенно в частном секторе и при использовании естественных кормовых угодий [6–8]. Вместе с тем довольно часто применение чистых кормов (обеспечивающих получение доброкачественной по содержанию ^{137}Cs и ^{90}Sr животноводческой продукции) невозможно в силу природно-хозяйственных условий.

Для производства молока и мяса, соответствующих нормативам [4, 6], целесообразны поиск, испытание и внедрение сорбентов, снижающих поступление ^{137}Cs и ^{90}Sr в биологической цепи «рацион – молоко». К подобным препаратам предъявляются специфические требования. В частности, их необходимо скормить животным круглогодично (хронически), в связи с чем синтезируемые соединения должны быть достаточно доступными для широкого использования (дешевыми), хорошо поедаемыми животными, не обладать токсическим воздействием на их организм, не оказывать отрицательного влияния на качество продукции и быть высокоэффективными.

Цель нашего исследования – изучить радиологическую, зоотехническую и экономическую эффективность кормовой добавки «Антикет» с вводом ферроцина.

Материалы и методы

Данные аналитических исследований были получены на базе Института радиобиологии НАН Беларуси. Определение удельной активности цезия-137 в сельскохозяйственном сырье и кормах (Бк/кг) проводилось на γ -спектрометрическом комплексе Canberra-Packard с погрешностью не более 30 % в соответствии с Республиканскими допустимыми уровнями содержания цезия-137 и стронция-90 в сельскохозяйственном сырье и кормах, согласованными главным государственным ветеринарным инспектором Республики Беларусь 28 июля 1999 г. и утвержденными Минсельхозпродом 3 августа 1999 г. Отбор проб молока осуществлялся согласно СТБ 1055-2012, кормов – СТБ 1056-2016.

Экспериментальные данные обрабатывались с использованием специального программного обеспечения, предназначенного для математического и статистического анализа (MS Excel, Statistica).

Основная часть

Анализ качества кормления подопытных животных. Рацион подопытных животных в период летне-пастбищного содержания составили трава пастбищная и концентраты (зерносмесь). Первая, входящая в основу зеленого конвейера, выращивалась непосредственно в хозяйстве.

Оценка химического состава и питательности кормов показала соответствие справочным значениям по большинству нормируемых показателей. В табл. 1 подробно описан набор кормов (трава злаково-бобовая – 50 кг/гол. в сутки, зерносмесь – 2 кг/гол. в сутки), животным опытной группы дополнительно скармливалась добавка «Антикет» с вводом ферроцина 1,2 % из расчета среднесуточного потребления 0,5 кг/гол.

Т а б л и ц а 1. Суточный рацион дойных коров контрольной и опытной групп

Вид корма	Контрольная группа, кг/гол.		Опытная группа, кг/гол.		
Трава злаково-бобовая	50		50		
Зерносмесь (70 % – овес, 30 % – ячмень)	2		2		
Кормовая добавка «Антикет» с вводом ферроцина 1,2 %	–		0,5		
Химический состав и питательность					
Показатель	Норма	Фактическое содержание	Баланс, +/-	Фактическое содержание	Баланс, +/-
Кормовые единицы (к. ед.)	12,6	12,0	0,6	12,5	0,1
Обменная энергия, МДж	148,0	143,4	4,6	148,7	–0,7
Сухое вещество, кг	15,8	16,8	–1,0	17,2	–1,4
Сырой протеин, г	1940,0	2366,0	–426,0	2426,8	–486,8
Переваримый протеин, г	1260,0	1508,0	–248,0	1556,7	–296,7
Сырая клетчатка, г	4108,0	5044,0	–936,0	5079,4	–971,4
Крахмал, г	1705,0	855,0	850,0	855,0	850,0
Сахара, г	1135,0	700,0	435,0	859,8	275,2
Сырой жир, г	405,0	680,0	–275,0	680,0	–275,0
Соль поваренная, г	89,0	89,0	0,0	89,0	0,0
Кальций, г	89,0	273,0	–184,0	273,9	–184,9
Фосфор, г	63,0	26,8	36,2	31,7	31,3
Магний, г	25,0	32,4	–7,4	33,0	–8,0
Калий, г	96,0	270,8	–174,8	294,0	–198,0
Сера, г	31,0	27,8	3,2	27,8	3,2

Показатель	Норма	Фактическое содержание	Баланс, +/-	Фактическое содержание	Баланс, +/-
Железо, мг	1110,0	2382,0	-1272,0	2735,0	-1625,0
Медь, мг	115,0	49,8	65,2	62,2	52,8
Цинк, мг	755,0	645,0	110,0	687,9	67,1
Кобальт, мг	8,8	5,6	3,2	5,7	3,1
Марганец, мг	755,0	513,0	242,0	548,9	206,1
Йод, мг	11,1	1,7	9,4	1,7	9,4
Каротин, мг	565,0	2002,6	-1437,6	2002,6	-1437,6
Витамин D, тыс. МЕ	12,6	210,0	-197,4	210,0	-197,4
Витамин E, мг	505,0	2525,8	-2020,8	2525,8	-2020,8

Примечание. Составлена авторами по результатам собственных исследований.

В структуре рациона дойных коров контрольной группы сочные корма (трава злаково-бобовая) составляли 83,3 %, концентраты (зерносмесь) – 16,7 %; опытной группы – 80 и 20 % соответственно. Энергетическая питательность представленных рационов была выше на 3,4 % за счет ввода для коров опытной группы добавки «Антикет».

Концентрация обменной энергии (КОЭ) в рационе животных контрольной группы составляла 8,54 МДж в 1 кг сухого вещества, опытной – 8,65 при норме 9,37. Содержание сахара в рационе коров опытной группы было на 22,8 % выше по сравнению с контролем. Сахаро-протеиновое соотношение в контрольной группе – 0,46 : 1, а при скармливании добавки «Антикет» – 0,55 : 1 (рекомендуемое значение данного соотношения – 1 : 1).

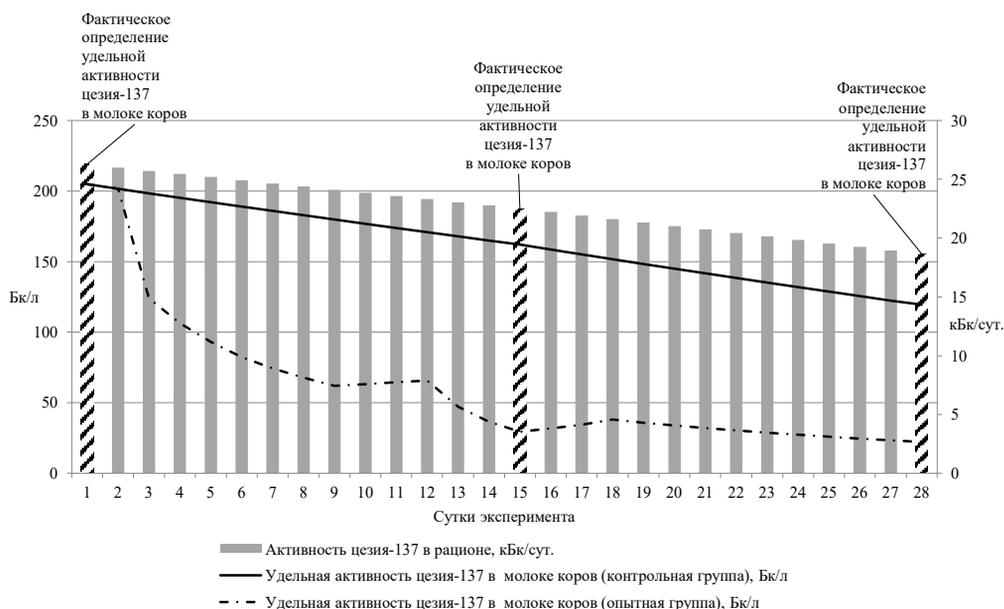
Уровень сырой клетчатки в сухом веществе при норме 26 % в контрольной группе коров составлял 30 %, опытной – 29,5 %. В целом рационы подопытных животных были сбалансированы по химическому составу и питательности.

Изучение радиологической эффективности кормовой добавки «Антикет» с вводом ферроцина. Результаты определения содержания ^{137}Cs в кормах, составляющих рационы подопытных животных, и расчет суммарной активности рационов приведены в табл. 2. Из представленных данных видно, что суммарная активность рационов опытной и контрольной групп находилась в пределах 18,7–26,3 кБк.

Таблица 2. Содержание ^{137}Cs в кормах и суммарная активность рациона кормления дойных коров в летне-пастбищный период

Показатель	Сутки проведения эксперимента		
	1-е	15-е	28-е
Суммарная активность ^{137}Cs в суточном рационе, Бк	26264,1	22513,2	18661,5

Примечание. Составлена авторами по результатам собственных исследований.



Содержание ^{137}Cs в молоке и рационе подопытных животных (выполнен авторами по результатам собственных исследований)

Проанализировано содержание ^{137}Cs в рационе и молоке коров контрольной и опытной групп (см. рисунок). Фактические данные по удельной активности ^{137}Cs в молоке коров контрольной и опытной групп на 1, 15 и 28-е сутки – левая вертикальная ось координат и промежуточные значения, рассчитанные методом интерполяции (Бк/л). На правой (дополнительной) оси приведены значения содержания ^{137}Cs в суточных рационах контрольной и опытной групп (кБк/сут.).

Радиологическая эффективность кормовой добавки «Антикет» с вводом ферроцина стала проявляться на 2-е сутки от начала скармливания ее животным опытной группы. На 5-е сутки содержание ^{137}Cs в молоке коров этой группы снизилось до отметки 100 Бк/л и менее, что соответствует нормативным требованиям РДУ-99. В течение всего последующего периода проведения опыта содержание ^{137}Cs в молоке имело тенденцию к уменьшению. Так, на 13-е сутки удельная активность ^{137}Cs в молоке коров опытной группы находилась на уровне 50 Бк/л, а на 25-е этот показатель снизился в 2 раза – 25 Бк/л.

Содержание ^{137}Cs в молоке коров контрольной группы в течение всего эксперимента составляло 119,4–204,9 Бк/л, что не соответствует допустимым уровням [4].

Включение сорбента ферроцина в концентрации 1,2 % в состав базового варианта кормовой добавки «Антикет» позволило существенно уменьшить содержание ^{137}Cs в молоке (в 5,5 раза на 15-е сутки эксперимента). Кратность этого

снижения в опытной группе по сравнению с контрольной на 28-е сутки эксперимента – 5,4 раза.

Анализ экономической эффективности использования в рационах кормовой добавки «Антикет» с ферроцином. При расчете данного показателя исходили из того, что за время эксперимента среднесуточный удой молока в контрольной группе составил 13 кг/гол., а в опытной – 14,6 кг/гол. Затраты кормов на производство 1 л молока по контрольной группе – 0,92 к. ед., опытной – 0,86 к. ед. (табл. 3). В государственных организациях закупочные цены на молоко сорта экстра были установлены в размере 840 бел. руб. за 1 т, высшего сорта – 730 бел. руб. за 1 т, первого сорта – 630 бел. руб. за 1 т.

Таблица 3. Экономическая эффективность использования кормовой добавки «Антикет» с вводом ферроцина в составе рационов дойных коров в период летне-пастбищного содержания

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа
Среднесуточный удой, кг	13,0	14,6
Дополнительный надой от 1 коровы по опытной группе, кг/сут.	–	1,6
Затраты кормов на производство 1 л молока, к. ед.	0,92	0,86
Среднесуточное потребление кормовой добавки, кг/гол.	–	0,36
Выручка от реализации молока высшим сортом, бел. руб.	9,49	10,66
Стоимость потребленной добавки, бел. руб.	–	0,536
Дополнительная выручка от реализации молока высшим сортом, бел. руб. (от 1 головы в сутки)	–	1,17
Дополнительная прибыль от реализации молока, бел. руб. (от 1 головы в сутки)	–	0,63

Примечание. Составлена авторами по результатам собственных исследований.

Полное потребление одного брикета массой 10 кг одним животным произошло за 28 суток. Следовательно, среднесуточное потребление в опытной группе кормовой добавки «Антикет» с вводом ферроцина было определено в количестве 0,36 кг/гол. Стоимость 10-килограммового брикета «Антикет» с ферроцином в ценах 2021 г. составила 15 бел. руб., а 0,36 кг потребляемой в течение суток добавки – 0,536 бел. руб./гол.

Выручка от реализации суточного удоя молока высшим сортом в контрольной группе составила 9,49 бел. руб., в опытной – 10,66 бел. руб., или на 12,3 % больше. Разница между дополнительной выручкой при реализации суточного удоя молока высшим сортом и стоимостью потребляемой кормовой добавки позволяет получить дополнительную прибыль – 0,63 бел. руб. на одну голову в сутки. Из этого следует, что за время 28-суточного эксперимента в расчете на одно животное было получено 17,64 бел. руб. прибыли.

Рентабельность добавки – очень важный показатель прибыльности, который говорит об эффективности затрат, показывает долю прибыли в каждом рубле, затраченном на производство продукции. В данном случае она представляет собой отношение прибыли к себестоимости добавки, или 117 %.

Заключение

Таким образом, из приведенных расчетов следует, что при использовании в кормлении дойных коров добавки «Антикет» с ферроцином не только увеличивается среднесуточный надой (на 1,6 кг/гол. в сутки), но и снижается переход цезия-137 из рациона в молоко, достигается экономическая эффективность. Применение брикетов «Антикет» с вводом ферроцина 1,2 % в кормлении молочных коров в летне-пастбищный период позволяет получить дополнительную выручку в 12,3 %, дополнительную прибыль от реализации молока суточного удоя в размере 0,63 бел. руб. и от скармливания одного брикета добавки – 17,64 бел. руб. (рентабельность – 117 %).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. 35 лет после чернобыльской катастрофы: итоги и перспективы преодоления ее последствий: национальный доклад Республики Беларусь / Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыл. АЭС М-ва по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь. – Минск: ИВЦ Минфина, 2020. – 152 с.
2. Сподабаева, Е. П. Удельное содержание цезия-137 в цельном молоке и дикорастущих ягодах и грибах, заготовленных в частном секторе на территории Лельчицкого района Гомельской области в период 2000–2011 гг. / Е. П. Сподабаева, О. Н. Замбжицкий // Здоровье и окружающая среда. – 2012. – № 21. – С. 207–214.
3. Рекомендации по ведению сельскохозяйственного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 2012–2016 годы. – Минск, 2012. – 121 с.
4. Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99). – Минск, 1999. – 8 с.
5. Царенок, А. А. Животноводство в зоне бед / А. А. Царенок // Наука и инновации. – 2021. – № 8. – С. 20–25.
6. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: СанПиН 2.3.2.1078-01, 4 июня 2002 г., № 3499 // Бюл. норматив. и методич. док. Госсанэпиднадзора. – 2002. – № 4. – Арт. 4–125.
7. Риск получения молока и кормов, не соответствующих нормативам по содержанию цезия-137 / Н. М. Белоус [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – № 5. – С. 75–77.
8. Калиниченко, С. А. Прогноз содержания радионуклидов в молоке крупного рогатого скота с учетом почвенной компоненты рациона / С. А. Калиниченко, В. С. Аверин // Вести НАН Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2007. – № 4. – С. 81–86.

Поступила в редакцию 21.10.2022

Сведения об авторах

Макаровец Иван Владимирович – научный сотрудник лаборатории производства экологически безопасной продукции животноводства в условиях техногенного загрязнения территорий;

Карпенко Алексей Федорович – ведущий научный сотрудник лаборатории производства экологически безопасной продукции животноводства в условиях техногенного загрязнения территорий, доктор сельскохозяйственных наук, доцент;

Царенок Александр Александрович – заведующий лабораторией производства экологически безопасной продукции животноводства в условиях техногенного загрязнения территорий, кандидат сельскохозяйственных наук

Information about the authors

Makarovets Ivan Vladimirovich – Researcher of the Laboratory of Environmentally Safe Animal Production under Technogenic Contamination Conditions;

Karpenko Alexei Fyodorovich – Leading Researcher of the Laboratory of Environmentally Safe Animal Production under Technogenic Contamination Conditions, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor;

Tsarenok Alexander Alexandrovich – Head of the Laboratory of Environmentally Safe Animal Production under Technogenic Contamination Conditions, Candidate of Agricultural Sciences