

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОСФОГИПСА В КОРМЛЕНИИ КОРОВ НА ТЕРРИТОРИИ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

В. В. КАСЬЯНЧИК

*Государственное научное учреждение «Институт радиобиологии
Национальной академии наук Беларуси»,
г. Гомель, Республика Беларусь, 246007, e-mail: kasjanchikslava@mail.ru*

(Поступила в редакцию 28.01.2022)

Республика Беларусь относится к нечерноземной зоне, где в результате анализа минерального состава кормов выявлен дефицит в них кальция, фосфора, кобальта, цинка, меди, марганца. Катастрофа на Чернобыльской АЭС еще более обострила данную ситуацию.

Производство и использование комплексных минеральных добавок на базе местного сырья, а также скармливание их лактирующим коровам, содержащимся в проблемных сельскохозяйственных предприятиях по получению молока, соответствующего требованиям РДУ-99 по содержанию ^{90}Sr , является наиболее эффективным путем снижения ^{90}Sr в молоке.

На территории радиоактивного загрязнения Гомельской области, при недостаточном содержании в рационах сельскохозяйственных животных кальция и других важнейших элементов минерального питания и витаминов, отмечаются повышенные переходы ^{90}Sr в молоко коров и костную ткань молодняка крупного рогатого скота.

Проведен анализ химического состава фосфогипса, получаемого при переработке апатитов на Гомельском химзаводе по комплексу значимых элементов минерального питания и который используется в кормлении сельскохозяйственных животных.

Проведен научно-хозяйственный эксперимент по изучению радиологической эффективности использования фосфогипса в качестве минеральной добавки в рационы молочного скота в период летне-пастбищного содержания животных.

Высокая радиологическая эффективность опытного состава кормовой добавки с фосфогипсом была достигнута за счет дополнительного поступления в организм животных доступного кальция, который является антагонистом стронция, в результате переход в организм ^{90}Sr существенно снижается в 2,2 раза.

Включение фосфогипса в рационы коров на территории радиоактивного загрязнения в количестве 87–110 г/гол/сут. в зимне-стойловый период и 101–130 г/гол/сут. в летне-пастбищный период, целесообразно для снижения поступления ^{90}Sr в молоко и балансирование рационов по минеральному питанию.

Ключевые слова: *фосфогипс, минеральное питание, корма, рационы, коровы, молоко, ^{90}Sr .*

The Republic of Belarus belongs to the non-chernozem zone, where, as a result of the analysis of the mineral composition of feed, a deficiency in calcium, phosphorus, cobalt, zinc, copper, and manganese was revealed. The catastrophe at the Chernobyl nuclear power plant has further exacerbated this situation.

The production and use of complex mineral additives based on local raw materials, as well as feeding them to lactating cows kept in problematic agricultural enterprises for obtain-

ing milk that meets the requirements of RDU-99 for ^{90}Sr content, is the most effective way to reduce ^{90}Sr in milk.

On the territory of radioactive contamination of the Gomel region, with insufficient content of calcium and other essential elements of mineral nutrition and vitamins in the diets of farm animals, there are increased transfer of ^{90}Sr into the milk of cows and the bone tissue of young cattle.

The analysis of the chemical composition of phosphogypsum obtained during the processing of apatite at the Gomel chemical plant was carried out according to the complex of significant elements of mineral nutrition and which is used for feeding farm animals.

A scientific and economic experiment was carried out to study the radiological efficiency of using phosphogypsum as a mineral additive in the diets of dairy cattle during the summer-pasture keeping of animals.

The high radiological efficiency of the experimental composition of the feed additive with phosphogypsum was achieved due to the additional intake of available calcium, which is a strontium antagonist, into the animal body; as a result, the transition of ^{90}Sr into the body is significantly reduced by 2.2 times.

The inclusion of phosphogypsum in the diets of cows in the territory of radioactive contamination in the amount of 87–110 g/animal/day in the winter-stall period and 101–130 g/head/day during the summer-pasture period, it is advisable to reduce the intake of ^{90}Sr in milk and balance diets for mineral nutrition.

Key words: phosphogypsum, mineral nutrition, feeds, rations, cows, milk, ^{90}Sr .

Введение. Республика Беларусь относится к нечерноземной зоне, где в результате анализа минерального состава кормов в них выявлен дефицит кальция, фосфора, кобальта, цинка, меди, марганца. Катастрофа на Чернобыльской АЭС еще более обострила данную ситуацию. Следует отметить, что реализация основных радиозащитных приемов в растениеводстве и кормопроизводстве, так называемых «контрмер» (известкование, внесение повышенных доз калийных и фосфорных удобрений), на загрязненных радионуклидами территориях Гомельской и Могилевской областей обусловила изменение соотношения катионного состава почв, что привело к дисбалансу содержания макро- и микроэлементов в основных видах растительных кормов. Например, известно, что внесение в почву известковых материалов способствует увеличению доступности для растений азота, серы, калия, кальция, магния, фосфора, молибдена, но при этом происходит снижение поглощения растениями железа, меди, цинка, марганца и бора [1].

На территории радиоактивного загрязнения Гомельской области, при недостаточном содержании в рационах сельскохозяйственных животных кальция и других важнейших элементов минерального питания и витаминов, отмечаются повышенные переходы ^{90}Sr в молоко коров и костную ткань молодняка крупного рогатого скота.

Анализ типовых рационов лактирующих коров, содержащихся в сельскохозяйственных предприятиях, расположенных на территории радиоактивного загрязнения, показал, что в летне-пастбищный период дефицит кальция достигает в среднем 25–30 %, а в зимне-столовый – 35–40 %. Недостаток кальция в рационе увеличивает переход ^{90}Sr из корма в молоко до 6,7 раз. Также на поступление радионуклидов в молоко, в частности ^{90}Sr , большое влияние оказывает не только содержание в рационе кальция, но и его формы и соотношение с фосфором [2, 3, 4].

В настоящее время, завозимые на территорию Гомельской области премиксы и балансирующие кормовые добавки, выпускаемые отечественными и зарубежными фирмами, в основном разработаны без учета зональных природно-климатических условий и фактической питательности кормов. В связи с этим назрела необходимость в производстве собственных балансирующих минеральных кормовых добавок, составы которых необходимо разрабатывать с учетом особенностей кормопроизводства, фактического дефицита одних и избытка других элементов питания сельскохозяйственных животных. Производство и использование комплексных минеральных добавок на базе местного сырья, а также скармливание их лактирующим коровам, содержащимся в проблемных сельскохозяйственных предприятиях по получению молока, соответствующего требованиям РДУ-99 по содержанию ^{90}Sr , является наиболее эффективным путем снижения ^{90}Sr в молоке [5, 6, 7].

В республике имеются огромные запасы местных источников минерального сырья, которые могут быть использованы в качестве минеральных подкормок. Это, прежде всего, фосфогипс – отход ОАО «Гомельский химический завод», содержащий серу и кальций; трепел – продукция ОДО «ТРЕПЕЛ-М» месторождения «Стальное» Хотимского района Могилевской области – источник кальция, магния, калия, натрия, железа, цинка, меди, марганца и сапропель, месторождение которого разрабатывается на территории Лельчицкого района Гомельской области.

Эффективность фосфогипса в качестве минеральной добавки в кормлении сельскохозяйственных животных достаточно хорошо изучена такими белорусскими учеными как В. М. Голушко, И. К. Слесарев, Н. В. Пилук и др. [2, 3, 8], однако радиологическая эффективность фосфогипса до сих пор не изучалась.

Цель исследования – изучить радиологическую эффективность использования фосфогипса для снижения перехода ^{90}Sr в молоко коров.

Основная часть. Радиологическая эффективность фосфогипса изучалась в научно-хозяйственном эксперименте в сельскохозяйственном предприятии ОАО «Маложинский». Данное предприятие имеет плотность загрязнения почв по ^{137}Cs от 5 до 15 Ки/км² и выше, ^{90}Sr – от 1 до 3,2 Ки/км², $^{238,239+240}\text{Pu}$ – от 0,05 до 0,1 Ки/км².

Для проведения эксперимента были сформированы две группы коров черно-пестрой породы живой массой 500–550 кг, находящиеся на 3-й и 4-й стадии лактации (контрольная и опытная), по 10 голов в каждой группе. Условия содержания животных контрольной и опытной групп были аналогичными, доение – двукратное.

Кормление подопытных животных осуществлялось в соответствии с утвержденными в сельскохозяйственных предприятиях суточными рационами, разработанными в соответствии с детализированными нормами. Рационы, в целом, были сбалансированы по основным нормируемым показателям питательности, а также элементам минерального питания.

Во время эксперимента отбор проб кормов и молока проводился согласно утвержденным методикам.

Определение содержания макро- и микроэлементов в исследуемых образцах было выполнено при помощи атомно-абсорбционной спектрометрии (с использованием атомно-абсорбционного спектрометра Solaar M6). Радиохимическое выделение ^{90}Sr проводилось на аттестованном низкофоновом α - β счетчике «Canberra-S5E» с погрешностью не более 20 %.

Полученные экспериментальные данные обрабатывались статистически с использованием специального программного обеспечения (MS Excel, Statistica).

В процессе производственной деятельности Гомельского химического завода ежегодно образуется 650–800 тыс. тонн твердых производственных отходов, большая часть которых представлена фосфогипсом.

До проведения научно-хозяйственного эксперимента был изучен фактический химический состав фосфогипса отвального, полученного из сырья Кировского апатитового концентрата, возрастом 1 месяц, 2, 5 и 10 лет (табл. 1).

Как известно, фосфогипс – это остаточный продукт при производстве фосфорных удобрений на Гомельском химическом заводе.

Как видно из показателей табл. 1, наибольшее содержание общего фосфора (в пересчете на P_2O_5) отмечено в фосфогипсе возрастом

1 месяц (0,6 %), содержание кальция (CaO) находилось примерно на одинаковом уровне в количестве 39,71–39,93 %. Серы в виде SO₄ – в количестве 57,98–58,75 %.

Таблица 1. Химический состав фосфогипса (содержится в 1 кг)

Содержится	Единица измерения	Наименование, характеристика пробы			
		Фосфогипс отвалный (сырье – Кировский апатитовый концентрат), возраст 1 месяц	Фосфогипс отвалный (сырье – Кировский апатитовый концентрат), возраст 2 года	Фосфогипс отвалный (сырье – Кировский апатитовый концентрат), возраст 5 лет	Фосфогипс отвалный (сырье – Кировский апатитовый концентрат), возраст 10 лет
Фосфор общий (в пересчете на P ₂ O ₅)	г	6	5	4,7	3,9
Фосфаты водорастворимые (в пересчете на P ₂ O ₅)	г	2,1	0,024	0,014	0,011
Фтор общий	г	1,6	0,76	0,99	1,1
Фтор водорастворимый	г	0,72	0,064	0,062	0,054
CaO	г	397,7	399,1	399,3	397,1
В том числе кальций	г	281,5	282,4	282,6	281,0
Al ₂ O ₃	г	11,3	10,9	12,7	9,7
Железо	г	0,15	0,16	0,15	0,16
SO ₄	г	579,8	583,5	581,6	587,5
В том числе сера	г	193,3	194,5	193,9	195,8
Калий	г	0,51	0,45	0,39	0,39
Марганец	мг	23	23	34	26
Кобальт	мг	29	29	30	29
Мышьяк	мг	0,28	0,24	0,14	0,2
Никель	мг	3,8	3,8	4,8	2,9

Кроме данных элементов, в фосфогипсе имеются К, Fe, Mn, Co, As, Ni, F в небольших количествах. В эксперименте на коровах фосфогипс скармливался в количестве 114 г/гол/сут.

Удельная активность ⁹⁰Sr зеленой массы травы составила 28,1–29,8 Бк/кг. Суточная активность по ⁹⁰Sr находилась в диапазоне от 1,4 до 1,5 кБк.

Для определения влияния фосфогипса на поступление ⁹⁰Sr в молоко коров, отбирались средние пробы молока в контрольной и опытной группах в начале опыта 0 сутки, а так же 6, 12, 18 и 22-е сутки (табл. 2).

Таблица 2. Удельная активность ^{90}Sr в молоке коров, Бк/кг

Группа	Начало опыта (0 сутки)	6-е сутки	12-е сутки	18-е сутки	22-е сутки
Контрольная	1,3±0,3	3,2±0,79	1,57±0,40	1,34±0,35	1,2±0,33
Опытная	1,42±0,4	2,92±0,74	0,69±0,20	0,86±0,24	0,54±0,16

Согласно данным, приведенным в табл. 2, следует, что содержание ^{90}Sr в молоке обеих групп не превышало уровня, установленного действующими нормативами (РДУ-99) – 3,7 Бк/л. Однако, содержание ^{90}Sr в молоке опытной группы (фосфогипс) на 22 сутки проведения эксперимента находилось на уровне 0,54 Бк/л. Из этого следует что, кратность снижения перехода ^{90}Sr в опытной группе по отношению к контролю составила 2,2 раза.

Переход ^{90}Sr из суточного рациона, в котором содержалось 1,2±0,33 кБк /сут в молоко на 22-е сутки проведения эксперимента составил:

- в контрольной группе – 0,080–0,086 %;
- в опытной – 0,036–0,039 %.

На основании полученных данных для сельскохозяйственных предприятий загрязнённой зоны были разработаны количественные показатели добавок фосфогипса в рационы коров с учетом особенностей кормовой базы и составов рационов.

Анализ рационов для лактирующих коров живой массой 550–600 кг, со среднесуточным удоем молока 12–16 кг, жирностью 3,8–4,0 % в период летне-пастбищного содержания показал, что в шести сельскохозяйственных предприятиях Брагинского района добавки фосфогипса должны включать 108–130 г/гол/сут, в Хойникском районе в пяти сельскохозяйственных предприятиях – 101–128 г/гол/сут, в ОАО «Добрушский Агросервис» – 117 г/гол/сут.

В зимне-стойловый период содержания в рационах молочных коров сельскохозяйственных предприятий Брагинского района добавки фосфогипса колеблются в количестве от 87–109 г/гол/сут, Хойникском районе – 96–110 г/гол/сут, в ОАО «Добрушский Агросервис» – 97 г/гол/сут. Данная кормовая добавка может скармливаться как в свободном виде, так и в составе комбикормов.

Заключение. Анализ химического состава фосфогипса, получаемого при переработке апатитов на Гомельском химзаводе по комплексу значимых элементов минерального питания, свидетельствует, что он содержит в своем составе такие значимые для животных минеральные

элементы как, Са, S, Р и др. В его составе СаО установлено в количестве 39,71–39,93 %, SO₄–57,98–58,75 %, Р₂O₅– 0,39–0,6 %.

В научно-хозяйственном эксперименте на лактирующих коровах показано, что включение в рацион фосфогипса в количестве 114 г/гол/сут, позволяет снизить поступление ⁹⁰Sr в молоко в 2,2 раза.

Включение фосфогипса в рационы коров на территории радиоактивного загрязнения в количестве 87–110 г/гол/сут в зимне-стойловый период и 101–130 г/гол/сут в летне-пастбищный период, целесообразно для снижения поступления ⁹⁰Sr в молоко и балансирование рационов по минеральному питанию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рекомендации по ведению сельскохозяйственного производства на территории радиоактивного загрязнения Республики Беларусь на 2021-2025 годы / Н. Н. Цыбулько [и др.]; Национальная академия наук Беларуси, Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Институт почвоведения и агрохимии. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – 144 с.

2. Голушко, В. М. Использование фосфогипса в качестве кормовой добавки для крупного рогатого скота и свиней / В. М. Голушко // Химия в сел. хоз-ве. – 1984 – № 1 – С. 72–77.

3. Пиллюк, Н. В. Биологические основы использования галитов, фосфогипса и галитов в качестве источников хлористого магния, серы, кальция и магния в кормлении животных: автореф. док. вет. наук / Н. В. Пиллюк. – Жодино, 1999. – 35 с.

4. Романенко, А. А. Применение природных сорбентов при ведении молочного скотоводства в технологических условиях / А. А. Романенко. – Брянск, 2010. – 146 с.

5. Кот, А. Н. Использование БВМД на основе местного сырья в рационах откормочных бычков / А. Н. Кот, В. Ф. Радчиков // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. науч. тр. – Горки, 2004. – С. 63–65.

6. Полноценное кормление высокопродуктивных коров / А. Ф. Карпенко [и др.]; Национальная академия наук Беларуси, Институт радиобиологии. – Минск: Беларуская навука, 2021. – 430 с.

7. Архипов, А. В. Актуальные вопросы минерального питания молочных коров / А. В. Архипов // Актуальные проблемы биологии в животноводстве. – Боровск, 2015. – С. 30–31.

8. Слесарев, И. К. Минеральные источники Беларуси для животноводства / И. К. Слесарев, Н. В. Пиллюк. – Минск, 1995. – 277 с.