

Г.М.Пшиходский, кандидат технических наук

Г.И.Подлужный, кандидат сельскохозяйственных наук

П.А. Ширко, соискатель

Могилевская государственная областная сельскохозяйственная опытная станция

УДК 636.085:539.16.04

Пути снижения поступления радионуклидов в трофической цепи почва—корм—животные на загрязненной территории Могилевской области

Изложены научные основы ведения животноводства на загрязненных радионуклидами сельскохозяйственных угодьях, уточнена система мер, направленных на обеспечение получения животноводческой продукции в соответствии с республиканскими допустимыми уровнями (РДУ-96). Рассмотрены вопросы кормовой базы, рационы, сбалансированные по основным питательным веществам, которые могут быть рекомендованы хозяйствам Могилевской области, пострадавшим от аварии на Чернобыльской АЭС.

The article provides the scientific basis of animal breeding on the contaminated agricultural lands and the system of measures to ensure animal breeding according to the Levels RSL-96 of the Republic of Belarus. It analyses the organization of the feed base and rations balanced in primary nutritives, which might be recommended to the farms of Mogilev region suffered from Chernomyl disaster.

1. Миграция радионуклидов глобальных выпадений

Анализ доаварийного (глобального) содержания радионуклидов в почве, кормах, рационах и продукции животноводства Могилевской области показал довольно существенные колебания величин (табл. 1).

Надо отметить, что более высокое содержание радионуклидов Cs^{137} и Sr^{90} наблюдалось в мелиорированных торфяных почвах 20,8 и 11,7 Бк/кг (табл. 2) [1, 2, 4, 5, 6, 8, 11, 15].

2. Динамика содержания радионуклидов в кормах и продуктах животноводства после аварийного выброса ЧАЭС

Как свидетельствуют результаты наших исследований, выполненных в 1986–1988 гг., при обследовании наиболее загрязненных хозяйств Краснопольского района (совхозы “Завадокский”, “Холмянский”, колхозы “Парижская коммуна” и “Ленинский путь” загрязнение от 15 до 144 Ки/км²) и менее загрязненных (совхозы “Дружба”

Таблица 1. Содержание Cs^{137} и Sr^{90} глобального происхождения в объектах сельскохозяйственного производства Могилевской области

Объекты сельскохозяйственного производства	Содержание радионуклидов, Бк/кг	
	Cs^{137}	Sr^{90}
Почвы	5,0-11,0	2,2-5,5
Растительность	0,1-11,3	0,1-7,5
Рационы молочных коров Бк/кг	66,2-312,0	52,0-242,0
Молоко	0,09-4,50	0,09-0,29
Говядина	0,75-6,90	0,024-0,050

Таблица 2. Содержание Sr^{90} и Cs^{137} в почвах поймы р. Сож, Бк/кг, (1984г.)

Вид почвы	Глубина 0-10 см		Глубина 10-30 см	
	Sr^{90}	Cs^{137}	Sr^{90}	Cs^{137}
Торфяно-болотная	4,8-16,3	12,3-23,7	1,4-8,4	3,1-13,1
	8,2	13,1	6,3	7,1
Аллювиально-перегнойная	2,1-9,7	9,9-25,5	0,7-3,57	4,1-19,2
	4,8	16,0	3,2	9,3
Аллювиально-дерновая	1,8-8,4	1,5-17,1	0,9-5,6	1,2-21,3
	3,9	13,8	2,7	9,2

Примечание. Числитель — пределы колебаний; знаменатель — среднее значение

и им. Калинина, колхозы “Коминтерн” и им. Ленина загрязнение от 1 до 15 Ки/км²) в кормах было установлено значительное содержание следующих изотопов чернобыльского происхождения: Cs^{137} , Ce^{144} , Ru^{106} . Их концентрация в кормах зависит от плотности загрязнения территории (табл. 3).

С целью оценки изменения ситуации и установления критериев для прогнозирования радиологической ситуации в кормопроизводстве исследования кормовой базы и животноводческой продукции были продолжены. Выяснено, что содержание Cs^{137} ежегодно снижалось (табл. 4).

На высокие значения коэффициентов накопления радионуклидов в луговых биогеоценозах указывает в своих работах ряд авторов [3, 7, 9, 10, 12, 13, 17].

В результате исключения из рационов молочных коров лугового сена и замены его на сено сеяных трав суммарное поступление Cs^{137} в организм животных снижалось от 9 до 12 раз, а содержание в молоке от 3,6

Таблица 3. Распределение радионуклидов по профилю заливного луга р. Сож, колхоз "Ленинский путь" Краснопольского района, Могилевской области (1987 г.)

Глубина слоя, см	Cs ¹³⁴		Cs ¹³⁷		Ru ¹⁰⁶		Ce ¹⁴⁴		Sr ⁹⁰	
	n·10 ⁻⁸ Ки/кг	%	n·10 ⁻⁸ Ки/кг	%	n·10 ⁻⁸ Ки/кг	%	n·10 ⁻⁸ Ки/кг	%	n·10 ⁻⁸ Ки/кг	%
0-1,2	107,00	87,50	300,00	89,40	59,50	82,30	8,14	56,80	2,30	53,00
1,2-2,5	7,40	7,60	17,00	6,40	6,80	11,80	2,70	23,80	1,80	41,47
2,5-3,8	1,37	1,60	3,80	1,60	1,90	3,80	0,58	5,80	0,23	5,30
3,8-5,0	0,68	0,80	1,36	0,60	0,58	1,10	0,74	7,30	0,01	0,23
5,0-6,0	0,52	0,50	1,28	0,50	0,15	0,30	0,60	4,40	-	-
6,0-7,0	1,08	0,80	2,20	0,60	0,61	0,80	0,01	-	-	-
7,0-8,0	0,60	0,50	1,22	0,40	0,01	-	0,19	1,50	-	-
8,0-9,0	0,32	0,25	0,96	0,30	-	-	0,06	0,50	-	-
10,0-15,0	0,20	0,30	0,14	0,07	-	-	-	-	-	-
30,0-35,0	0,01	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-
50,0-55,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание. Определение радионуклидов проведено в лаборатории радиохимии БГУ

Таблица 4. Последствие мероприятий на суходольном лугу

Вариант	Кратность снижения				
	1-й год	2-й год	3-й год	4-й год	5-й год
Удален слой 0-5 см. Засыпан «чистый» слой +N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	14,6	13,9	7,9	8,5	9,3
Перемещение дернины на глубину 10 см +N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	1,4	1,2	1,3	1,9	1,7
Фрезерование+CaCO ₃ (2Hr)+N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	1,4	1,1	1,2	1,2	1,1
Фрезерование+CaCO ₃ (2Hr)+N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀ +Цеолиит (10 т/га)	1,2	1,1	1,1	1,3	1,0
Вспашка с оборотом пласта+CaCO ₃ (2Hr)+N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	2,8	2,1	1,8	1,9	2,1

до 5,5 раза. При выпасе коров на естественных кормовых угодьях и на сеяных травах концентрация Cs¹³⁷ в молоке различалась от 3 до 14 раз [14, 15, 17].

При неравномерном загрязнении сельхозугодий, а следовательно, и кормов, удельная активность молока на молочнотоварных фермах колебалась в широких пределах. Например, в совхозе "Завадокский" в один и тот же день разница между минимальной и максимальной концентрацией достигала 7,5 раза. Полученные данные о концентрации радионуклидов в животноводческой продукции соизмеримы с динамикой удельной активности молока и говядины в целом по Могилевской области и другим загрязненным зонам Беларуси.

3. Характеристика миграции Cs¹³⁷ и Sr⁹⁰ в цепи почва-корм-продукты животноводства

В течение послеварийных лет отмечалось не только снижение содержания Cs¹³⁷ и Sr⁹⁰ в пастбищной растительности, рационах и животноводческой продукции, но и переход его по цепочке почва-продукты животноводства (табл. 5). Сопоставление коэффициентов перехода Cs¹³⁷ из чернобыльских и глобальных выпадений свидетельствует о том, что перемещение Cs¹³⁷ в звене корм-молоко как до аварии, так и после нее одинаково, а в звене корм-мясо говядины после аварии — в 1,2-4,5 раза выше. Установлено, что в пределах этих значений из оди-

Таблица 5. Коэффициенты перехода Cs¹³⁷ в звеньях корм-молоко, корм-говядина в совхозах "Завадокский" и "Холмянский" Краснопольского района

Годы исследований	Совхоз "Завадокский"		Совхоз "Холмянский"	
	корм-молоко	корм-говядина	корм-молоко	корм-говядина
1986	0,090-0,020	0,020-0,030	0,060-0,020	0,040-0,060
1987	0,080-0,014	0,030-0,040	0,004-0,013	0,034-0,050
1988	0,060-0,090	0,030-0,040	0,005-0,013	0,034-0,049
1989	0,003-0,009	0,030-0,030	0,005-0,013	0,034-0,049
1990	*	*	0,004-0,009	0,030-0,047

Примечание. * — в 1990 г. совхоз "Завадокский" эвакуирован

Таблица 6. Переход Cs¹³⁷ из рационов с разным содержанием грубого корма

Рацион	Суммарная активность Бк/сут.	КП корм-молоко
Сенаж – 25 кг Свекла – 25 кг Комбикорм – 3 кг + Сено сеяных трав:		
1 кг	42	0,008
3 кг	112	0,004
4,5 кг	171	0,003

наковых по структуре рационов (набор и количество корма) переход Cs¹³⁷ выше из тех, в которых имеется меньшая суммарная активность.

4. Факторы, влияющие на переход Cs¹³⁷ и Sr⁹⁰ в продукты животноводства

Переход Cs¹³⁷ в пшцевых звеньях корм-молоко, корм-говядина колеблется в довольно больших пределах.

Одним из факторов является увеличение количества грубого корма в рационах (табл. 6).

Следующим фактором, влияющим на поступление радионуклидов в продукцию животноводства, является состояние травостоя пастбища при его стравливании. При выпасе животных на пастбищах с плохим состоянием травостоя — низкий (до 10 см), изреженный — наблюдалось в 1,2-1,4 раза более высокое поступление радионуклидов в организм животных, а при кормлении животных в стойлах, по сравнению с выпасом, можно получить молоко в 2,8-4,5 раза с меньшей активностью, за счет снижения поглощения животными на пастбищах почвенных частиц. Нами установлено, что мойка кормов позволяет уменьшить удельную активность кормовой свеклы в 1,5-2,2 раза, картофеля — в 1,15-4,5 раза.

На переход радионуклидов в продукты животноводства наибольшее влияние оказывает фактор минерального питания животных.

Наблюдается прямая зависимость между содержанием в почве, кормах и молоке животных Ca, Mg, Na, K, Cu, Mo, Sr⁹⁰, Cs¹³⁷, Fe, Mn, Co, J, Zn.

Изучение содержания минеральных элементов в рационах (табл. 7) указывает на недостаток в кормах Ca (45%), Na (54%), Zn (42%), Cu (26%), Mn (7%), J (21%) и избыток Fe — в 3-4 раза.

Таблица 7. Содержание минеральных элементов в рационе корма

Состав рациона	К-во корма, кг	Макроэлементы, г				Микроэлементы, мг					
		Ca	Mg	K	Na	Mo	Zn	Cu	Fe	J	Mn
Сенаж	25,0	12,0	6,0	14,0	3,0	6,0	10,0	6,0	350,0	2,6	60,0
Свекла	25,0	12,0	12,0	24,0	4,0	12,0	174,0	20,0	1072,0	4,3	246,0
Комбикорм	4,5	4,5	5,0	24,0	2,0	27,0	161,0	23,0	694,0	0,3	159,0
Сено сеяных трав	3,0	14,0	7,0	27,0	2,0	7,0	60,0	16,0	404,0	0,2	182,0
Содержится в рационе		42,5	30,0	89,0	11,0	52,0	405,0	65,0	2520,0	7,4	647,0
Требуется по норме		89,0	25,0	96,0	26,0	-	755,0	115,0	1010,0	10,0	755,0
±		-46,5	+5,0	-7,0	-15,0		-350,0	-50,0	+1050,0	-2,6	-108,0

Одним из наиболее эффективных способов снижения радионуклидов является оптимизация макро- и микроэлементного состава кормов (табл. 8).

Особенности кормовых угодий Могилевской области оказывают влияние на степень накопления радионуклидов в растительных и животных организмах. Из бедных по питательным веществам кормовых угодий радионуклиды в боль-

Таблица 8. Динамика содержания Cs¹³⁷ и Sr⁹⁰ в молоке коров, получивших 11,3-13,5 г минеральных элементов (МЭ), Бк/кг

Группа	Исходные данные	Сроки наблюдения, сут.		
		6	12	18
Контрольная	89,5±6,5	143,5±32,5	264,5±32,5	261,5±14,8
ОР	4,4±0,1	6,9±0,8	14,5±2,9	15,6±4,4
Опытная	92,5±9,8	135,5±7,5	187,5±29,5	201,5±41,5
ОР+12,4 г МЭ	4,6±0,1	3,0±0,1	5,35±0,5	5,1±0,9

шом количестве попадают в растение и через них — в организм животных. Поскольку в загрязненных районах растительные корма не полностью удовлетворяют потребность животных в минеральных элементах, необходимо с помощью минеральных добавок оптимизировать уровень потребления макро- и микроэлементов животными. Путем использования специальных минеральных добавок можно добиваться существенного уменьшения содержания радионуклидов глобального и техногенного происхождения в продуктах животноводства.

Литература

1. Алксасян Р.М. Радиоактивное загрязнение почвы и растений. – Москва: Изд-во АН СССР, 1963. – 132 с.
2. Афанасик Г.И. Влияние водного режима почвы на интенсивность поступления радионуклидов в растительную продукцию // Мелиорация переувлажненных земель: Труды. – Минск: НПО БелНИИМЛ, 1995. – Т. XII. – С. 29-44.
3. Богдевич И.М., Щербаков В.А. Влияние радиоактивного загрязнения земель Беларуси на производство и качество сельскохозяйственной продукции // Известия ААН РБ. – 1997. – № 1. – С. 30-40.
4. Динамика содержания радионуклидов в выпадениях, пастбищной растительности и молоке в Ленинградской области после аварии на Чернобыльской АЭС/

- Н.А.Недбаевская, Н.И.Санжарова, Л.Д.Блинова и др. // Атомная энергия. – 1990. – Т. 14. – Вып. 3. – С. 100-110.
5. Изразль Ю.А., Петров В.Н., Северов Д.А. Моделирование радиоактивных выпадений в ближней зоне от аварии на Чернобыльской атомной электростанции // Метеорология и гидрология – 1987. – № 7. – С. 5-12.
6. Казакевич П.П. Улучшение агроэкологических свойств почв на основе разработки специальных отвальных плугов: Дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01 / УП БелНИИМСХ. – Минск, 1998. – 280 с.
7. Карниенко А.Ф. Оптимизация кормления сельскохозяйственных животных в условиях радиоактивного загрязнения Белорусского Полесья / Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / БелНИИЗК. – Жодино, 1998. – 36 с.
8. Корнеев Н.А., Фирсакова С.К., Мальшцева М.Р. Поступление стронция-90 в луговые травы из почв различных типов Нечерноземной зоны // Почвоведение. – 1975. – № 11. – С. 53-59.
9. Корнеев Н.А., Сироткин А.Н. Итоги и проблемы экологического мониторинга в кормопроизводстве и животноводстве // Сельскохозяйственная биология. – 1986. – № 7. – С. 51-59.
10. Корнеев Н.А., Сироткин А.Н. Основы радиозологии сельскохозяйственных животных. – Москва: Энергоатомиздат, 1987. – 208 с.
11. Котик В.А. Закономерности миграции Cs¹³⁷ в луговых экосистемах после аварии на Чернобыльской АЭС: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.01 / ВНИИСХРАЭ. – Обнинск, 1996. – 24 с.
12. Основы сельскохозяйственной радиологии / Б.С.Пристер, Н.А.Лошилов, О.Ф.Немец, В.А.Поярков. – Киев: Ураджай, 1988. – 256 с.
13. Особенности определения коэффициентов всасывания радионуклидов в желудочно-кишечном тракте жвачных животных / Н.А.Корнеев, А.Н.Сироткин, И.М.Рассин и др. // Докл. ВАСХНИЛ. – 1986. – № 2. – С. 41-42.
14. Поступление радионуклидов по пищевым цепям как фактор облучения населения СССР после аварии на Чернобыльской АЭС / В.А.Книжников, Р.М.Бархударов, Г.Я.Брук и др. // Медицинские аспекты аварии на Чернобыльской атомной электростанции. – Киев: Здоровье, 1988. – С. 66-76.
15. Пшиходский Г.М. Экологические и мелиоративные проблемы после аварии на ЧАЭС: опыт Могилевской области. – Минск: Ураджай, 1998. – 118 с.
16. Ралько М.М. Организация кормопроизводства в колхозах юго-восточной зоны Могилевской области БССР, подвергшейся радиоактивному загрязнению / Автореф. дис. ... канд. эконом. наук: 08.00.05 / БелНИИЭПАК. – Минск, 1991. – 26 с.
17. Фирсакова С.К. Накопление стронция-90 луговыми травами при аэрозольном и почвенном поступлении радионуклида: Автореф. дис. ... канд. наук. – Москва, 1974. – 16 с.