

Лабораторная работа. НОРМИРОВАНИЕ ПОСТУПЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В ОРГАНИЗМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Авария на Чернобыльской АЭС обострила проблему ведения животноводства в условиях радиоактивного загрязнения территории долгоживущими радионуклидами. Ведение животноводства в этих условиях должно быть направлено на получение продукции, соответствующей Республиканским допустимым уровням содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99). Для практического решения поставленной задачи разработаны Рекомендации по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь (Минск, 2003), в основе которых лежат результаты исследований ряда научно-исследовательских институтов Национальной академии наук. Рекомендации являются переработанным и дополненным изданием опубликованного в 1997 г. Руководства по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 1997–2000 гг.

Задание 9.1. Расчет содержания цезия-137 в суточном рационе животных

Радиоактивные вещества поступают в организм животных тремя путями: через желудочно-кишечный тракт с водой и кормами, органы дыхания с воздухом и кожный покров. Однако потенциальный вклад каждого из названных путей далеко не одинаков. Основным источником поступления радиоактивных и стабильных нуклидов в организм животных является корм (до 97%), в меньшей степени – вода (около 2%) и воздух.

При разработке норм содержания радионуклидов в рационах сельскохозяйственных животных и птицы учитываются содержание их в отдельных кормах, входящих в состав суточного рациона, и коэффициенты перехода (K_n) радионуклидов из суточного рациона в продукцию. Содержание радионуклидов в продуктах животноводства рассчитывают по формуле

$$A_{\text{прод}} = \frac{A_{\text{рац}} \cdot K_n}{100\%},$$

где $A_{\text{прод}}$ – удельная активность радионуклида в продуктах животноводства, Бк/кг (Ки/кг);

$A_{\text{рац}}$ – суточное поступление радионуклида с рационом, Бк/сут (Ки/сут);

K_n – коэффициент перехода (процент перехода) радионуклида из рациона в 1 кг продукции, определяемый эмпирически.

Переход радионуклидов из кормов в продукцию животноводства зависит от свойств радионуклидов, уровня и полноценности кормления животных, их возраста, физиологического состояния, продуктивности и других факторов. У высокопродуктивных животных, например, коэффициент перехода радионуклидов из кормов в организм, как правило, ниже, чем у низкопродуктивных. Существенное влияние на величину коэффициента перехода оказывает сбалансированность рационов кормления животных по основным и особенно минеральным элементам питания. Поскольку цезий-137 является химическим аналогом калия, а стронций-90 – кальция, вопросам обеспеченности животных этими элементами должно уделяться первоочередное внимание.

Установлено, что из кормов в молоко и мясо цезий-137 переходит более интенсивно, чем стронций-90 (табл.9.1).

Таблица 9.1. Коэффициенты перехода радионуклидов из суточного рациона в продукцию животноводства (в % на 1 кг продукции)

Вид продукции	Радионуклиды	
	Цезий-137	Стронций-90
Молоко коровье: стойловый период пастбищный период	0,48	0,14
	0,74	0,14
Молоко козье	10,0	2,0
Говядина	4,0	0,04
Свинина	25,0	0,10
Баранина	15,0	0,10
Куры: мясо яйцо	450,0	0,20
	3,5	3,2

Рациональная кормовая база должна быть организована на основе использования кормов, получаемых с пахотных земель, и сведения к минимуму использования естественных некультурных пастбищ и сенокосов. При невозможности проведения агромерелиоративных мероприятий на естественных лугах корма с этих угодий должны использоваться для ремонтного молодняка и рабочего скота.

Если загрязненность кормов радионуклидами не превышает пределов, установленных РДУ для кормов, то нет необходимости нормировать содержание радионуклидов в суточном рационе животных. Однако в условиях каждого хозяйства могут быть существенные различия в содержании радионуклидов в кормах (т.е. имеются как «чистые», так и «грязные» корма), поэтому для гарантированного получения чистого молока и мяса устанавливаются пределы допустимого содержания (ПДС) цезия-137 и стронция-90 в суточном рационе сельскохозяйственных животных. ПДС радионуклидов в рационе определяется из соотношения

$$ПДС = \frac{РДУ \cdot 100}{Kn},$$

где $РДУ$ – допустимый уровень содержания радионуклидов в продукте животноводства (согласно РДУ-99), Бк/кг;

Kn – коэффициент перехода радионуклида из суточного рациона в продукцию животноводства (табл.9.1).

В табл. 9.2 приведены значения ПДС, обеспечивающие получение животноводческой продукции в пределах требований РДУ-99.

Таблица 9.2. Предельно допустимое содержание радионуклидов в суточном рационе сельскохозяйственных животных, гарантирующее получение продукции в пределах требований РДУ-99, Бк/сутки

Вид животных	Цезий-137	Стронций-90
Коровы: стойловый период пастбищный период	20833	2643
	13513	2643
Козы	1000	185
Молодняк КРС	12500	Не нормируется
Свиньи	720	Не нормируется
Овцы	3333	Не нормируется
Куры-бройлеры	40	Не нормируется

Например, согласно РДУ-99 допустимое содержание цезия-137 в молоке составляет 100 Бк/кг, Kn радионуклида в молоко в пастбищный период равен 0,74 (табл. 9.1). Тогда

$$A_{рац} = \frac{A_{прод} \cdot 100}{Kn} = \frac{100 \cdot 100}{0,74} = 13515 \text{ Бк/сут.}$$

Примерный расчет содержания радионуклидов в суточном рационе коров приведен в табл. 9.3.

Таблица 9.3. Расчет содержания радионуклидов в рационе коров в стойловый период (удой 10 кг молока в сутки)

Наименование кормов	Масса, кг	Содержание цезия-137		Содержание стронция-90	
		Бк/кг	Бк/сут	Бк/кг	Бк/сут
Сено	3	1340	4020	260	780
Солома	2	330	660	185	370
Силос сеяных трав	6	270	1620	50	300
Силос кукурузный	5	250	1250	40	200
Свекла кормовая	10	180	1800	37	370
Концентраты	3	180	540	100	300
Итого	-	-	9890	-	2320

Расчет показывает, что в этом случае содержание цезия-137 и стронция-90 в молоке не будет превышать установленных пределов, так как содержание радионуклидов в суточном рационе не превышает максимально допустимое. Подставив итоговые значения содержания радионуклидов в суточном рационе коров, можно рассчитать содержание цезия-137 и стронция-90 в молоке: $A_{Cs-137 \text{ в молоке}} = 9890 \times 0,74/100 = 73,2 \text{ Бк/кг}$, $A_{Sr-90 \text{ в молоке}} = 2320 \times 0,14/100 = 3,25 \text{ Бк/кг}$.

Если содержание радионуклидов в суточном рационе животных выше допустимого уровня, необходима замена кормов или уменьшение количества наиболее загрязненного корма и увеличение доли чистых кормов. При высокой продуктивности животных повышение питательности рациона при нормировании в нем цезия-137 и стронция-90 целесообразно производить за счет более чистых и прежде всего концентрированных кормов.

Примерный расчет содержания цезия-137 и стронция-90 в суточном рационе коров в пастбищный период приведен в табл. 9.4.

Таблица 9.4. Расчет радиоактивности рациона коров в пастбищный период

Вид корма	Масса, кг	Содержание цезия-137		Содержание стронция-90	
		Бк/кг	Бк/сут	Бк/кг	Бк/сут
Трава	55	278	15290	37	2035
Концентраты	3	125	375	111	333
Итого ...	-	-	15665	-	2365

Полученные результаты свидетельствуют о том, что содержание цезия-137 в суточном рационе составляет 15665 Бк/сут, что превышает максимально допустимое значение (13513 Бк/сут), и поэтому данный рацион не позволит получить нормативно чистое молоко. При этом содержание стронция-90 (2635 Бк/сут) не превышает максимально допустимое (2643 Бк/сут).

Выращивание и откорм крупного рогатого скота на загрязненных радионуклидами территориях проводится без ограничений, если содержание цезия-137 в суточном рационе не превышает 12500 Бк. Пример расчета содержания цезия-137 в рационе крупного рогатого скота на откорме приведен в табл. 9.5.

Если содержание цезия-137 в рационе превышает 12500 Бк, то откорм и выращивание крупного рогатого скота до 350–380 кг производится согласно принятым в

хозяйстве технологиям без каких-либо ограничений (1-й этап). На заключительном этапе, в течение 2–3 месяцев, требуется обеспечить рацион с суточным содержанием цезия-137 ниже ПДС. При этом необходим прижизненный радиометрический контроль животных прибором СРП-68-01 или МКС-01 «Советник».

Таблица 9.5. Расчет рациона по содержанию цезия-137 для молодняка крупного рогатого скота массой 350 кг на заключительной стадии откорма

Вид корма	Масса корма, кг	Содержание цезия- 137	
		Бк/кг	Бк/сут
Силос кукурузный	20	250	5000
Сено	2	1350	2700
Солома	1	510	510
Зерновые концентраты	1,6	160	256
Отруби	0,3	100	30
И т о г о...			8496

Нормирование рациона по содержанию стронция-90 на откорме крупного рогатого скота не производится, поскольку переход этого радионуклида (Кп) в мышечную ткань составляет 0,04%.

Цель работы: освоить методику нормирования поступления радионуклидов в организм сельскохозяйственных животных.

Материалы и оборудование: гамма-радиометр РКГ-АТ1320 (РКГ-01), пробы кормов, весы лабораторные.

Выполнение работы

1. Подготовьте радиометр к работе.
2. Определите содержание цезия-137 в кормах. Результаты измерений занесите в отчет по работе (табл. 9.3–9.5 в зависимости от рациона).
3. Рассчитайте содержание цезия-137 в суточном рационе.
4. Сделайте вывод о возможности получения продукции с содержанием цезия-137 в пределах требований РДУ-99.
5. Если содержание цезия-137 в суточном рационе превышает ПДС, сделайте предложения, как обеспечить производство нормативно-чистой продукции.

Задание 9.2. Прижизненная оценка концентрации цезия-137 в мышечной ткани крупного рогатого скота

Прижизненная оценка концентрации цезия-137 в мышечной ткани крупного рогатого скота производится в хозяйствах перед отправкой животных на мясокомбинат, а также при приемке животных на мясокомбинате. Результаты дозиметрии животных перед отправкой на мясокомбинат – гамма-фон в месте измерения животных и мощность дозы гамма-излучения от животных (в мкЗв/ч или мкР/ч) – указываются в ветеринарном свидетельстве.

Цель работы: освоить методики прижизненного определения концентрации цезия-137 в мышечной ткани крупного рогатого скота.

Материалы и оборудование: прибор СРП-68-01 с датчиком, оборудованным защитным свинцовым кожухом с толщиной стенки 10–12 мм (коллиматор) или МКС-01 «Советник», животные (КРС).

Выполнение работы

1. Оснастите детектор защитным свинцовым кожухом и для защиты от загрязнения

поместите в полиэтиленовый пакет.

2. Проверьте работу прибора и его чувствительность согласно техническому описанию и паспорту.

3. Определите величину гамма-фона (мкР/ч) на месте контроля животных.

4. Установите датчик прибора на чистую без навоза поверхность кожного покрова животных в области ягодичных мышц и произведите замер. Продолжительность измерения – не менее 20 с.

5. Рассчитайте удельную активность (А) мышечной ткани по формуле

$$A = K \cdot (P_{жив} - 0,6 \cdot P_{ф}),$$

где K – коэффициент пересчета мощности дозы в удельную активность, равный 222 Бк/кг : мкР/ч;

$P_{ф}$ – величина гамма-фона, мкР/ч;

$P_{жив}$ – мощность дозы от животного, мкР/ч.

6. Сравните полученный результат с РДУ и сделайте соответствующий вывод о концентрации цезия-137 в мышечной ткани крупного рогатого скота.

7. Сопоставьте полученный результат с нормативными параметрами прижизненного определения загрязнения цезием-137 мышечной ткани КРС (табл. 9.6).

Таблица 9.6. Нормативные параметры прижизненного определения загрязнения цезием-137 мышечной ткани КРС, мкР/ч

Гамма-фон в месте измерения животных	Допустимая мощность дозы гамма-излучения от животных для производства мяса в пределах требований РДУ-99
1	2
Для мясокомбинатов и убойных пунктов	
3	4
4	5
5	5
Для хозяйств	
4	5
5	5
6	6
7	6
8	7
9	8
10	8
11	9
12	10
13	10
14	11
15	11

Контрольные вопросы

1. Назовите пути поступления радиоактивных веществ в организм животных.

2. Что является основным источником поступления радиоактивных и стабильных нуклидов в организм животных?

3. Как производится расчет содержания цезия-137 и стронция-90 в продуктах животноводства?

4. Как определяются коэффициенты перехода (Кп) радионуклидов из суточного рациона в 1 кг продукции?

5. От каких факторов зависит переход радионуклидов из кормов в продукцию животноводства?

6. Какой изотоп, цезий-137 или стронций-90, переходит более интенсивно в продукцию животноводства?
7. Чем следует руководствоваться при ведении сельскохозяйственного производства в районах радиоактивного загрязнения?
8. Какие корма, получаемые на пахотных землях или на естественных лугах и пастбищах, содержат меньше радионуклидов?
9. Для каких целей следует использовать корма, получаемые с естественных лугов?
10. Что служит гарантией получения чистого молока и мяса?
11. Как определяется предельно допустимое содержание радионуклидов в суточном рационе сельскохозяйственных животных?
12. Как производится расчет содержания радионуклидов в рационе коров?
13. Что следует делать, если содержание радионуклидов в суточном рационе животных выше допустимого?
14. Содержание каких минеральных элементов в рационе животных наиболее существенно влияет на усвоение цезия-137 и стронция-90?
15. Как производится откорм и выращивание крупного рогатого скота для производства мяса, если содержание цезия-137 в кормах превышает предельно допустимое?
16. Нормируется ли содержание стронция-90 в рационе крупного рогатого скота на откорме?
17. Чем и как производится прижизненный радиометрический контроль животных?
18. Как рассчитать удельную активность мышечной ткани животных?