

РАДИОЭКОЛОГИЯ И РАДИАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ,
СНИЖАЮЩИХ ПОСТУПЛЕНИЕ ¹³⁷Cs В ПРОДУКЦИЮ
ЖИВОТНОВОДСТВА В ХОЗЯЙСТВАХ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Е. Г. Краснова¹, А. В. Васильев¹, А. Н. Ратников¹,
В. Н. Кудрявцев¹, М. Ю. Фадеев¹,
А. А. Касьяненко², Г. И. Попова¹**

¹Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной радиологии и агроэкологии РАСХН, Киевское шоссе, 249032, Обнинск, Калужской обл., Россия

²Экологический факультет, Российский университет дружбы народов, Подольское ш., 8/5, 113093, Москва, Россия

Проблема уменьшения радиационной нагрузки на организм человека, особенно для населения, находящегося на территории с повышенными плотностями загрязнения после аварии на Чернобыльской АЭС, остается весьма актуальной. В статье рассмотрены пути снижения поступления ¹³⁷Cs в продукцию животноводства и дана оценка их эффективности.

В результате аварии на ЧАЭС наиболее загрязненными в Калужской области оказались районы: Хвастовичский, Ульяновский, Жиздринский (Отчет РИПВРЛ, 1992). В Хвастовичском районе из 46273 га сельхозугодий в зоне до 5 Ки/км² оказались: 37685 га сельхозугодий, в том числе пашни 35024, сенокосов и пастбищ — 2061. В зоне от 5 до 15 Ки/км² — 7785 га сельхозугодий, из них пашни 7701 га, сенокосов и пастбищ 84 га; от 15 до 40 Ки/км² — 1403 га сельхозугодий, в том числе пашни 1403 га.

В Ульяновском районе из 42713 га сельхозугодий в зоне до 5 Ки/км² оказалось 20447 га, в том числе пашни 19775 га, сенокосов и пастбищ 672 га. В зоне 5-15 Ки/км² сельхозугодий 20498 га, в том числе пашни 20012 га, сенокосов и пастбищ 486 га. В зоне от 15 до 40 Ки/км² — 1768 га сельхозугодий, в том числе 1719 га пашни и 49 га сенокосов.

В Жиздринском районе из 36256 га сельхозугодий в зоне до 5 Ки/км² оказались 22940 га сельхозугодий, в том числе 19795 га пашни и 3145 га сенокосов и пастбищ. В зоне от 5 до 15 Ки/км² 11367 га сельхозугодий, в том числе 10548 га пашни и 819 га сенокосов и пастбищ. В зоне от 15 до 40 Ки/км² сельхозугодий 1949 га, в том числе пастбищ 1949 га.

В начальный период после аварии на ЧАЭС (1987-1992 гг.) отмечалось интенсивное снижение содержания ¹³⁷Cs в продукции (от 3 до 10 раз в растениеводческой продукции и от 5 до 15 раз в молоке). Характер этого снижения отличался как для отдельных видов продукции, так и для отдельных районов Калужской области (Фесенко и др., 1995). Хозяйственные, экономические и социальные особенности нынешнего кризисного периода могут дополнительно замедлять снижение содержания радионуклидов в продукции или даже приводить к увеличению ее загрязнения.

В период с 1994 по 1999 гг. для всех видов продукции характерно постепенное снижение удельной активности ¹³⁷Cs.

За последние годы некоторое увеличение содержания ¹³⁷Cs в зеленой массе трав не коррелирует с уменьшением содержания этого радионуклида в молоке в общественном секторе, поскольку при значительном сокращении поголовья скота в последние годы выпас скота и заготовка кормов концентрируется на наиболее продуктивных и окультуренных участках.

Для концентрации ^{137}Cs в молоке частного сектора в период с 1994 по 1999 г. характерны значительные колебания от 22 до 2080 Бк/кг. По-видимому, это связано с влиянием погодных условий, поскольку они более явно проявляются на территориях с неравномерным режимом увлажнения почвы, в районах распространения полугидроморфных почв (Жиздринский, и особенно, Хвастовичский районы). Следует отметить, что к настоящему времени влияние погодных условий на подвижность ^{137}Cs в системе почва-растения, а тем более на загрязнение производимой продукции в производственных условиях изучено недостаточно.

Основным продуктом животноводства, производимым на загрязненных территориях, как в общественном, так и в частном секторе является молоко. Это и основной дозирующий пищевой продукт, как в первый период после аварии, так и в долгосрочной перспективе. Кроме того, при переходе на нормативы СанПиН-01 предполагается ужесточение норм по содержанию ^{137}Cs в нем в 3,7 раза (с 370 до 100 Бк/кг). В совокупности эти обстоятельства позволяют рассматривать молоко при оценке радиологической обстановки в сфере сельскохозяйственного производства как критический продукт. Максимальные уровни загрязнения молока в общественном секторе (1994-1999 гг.) отмечены в Хвастовичском районе (КП «Верный Путь»). В хозяйстве преобладают дерново-подзолистые почвы, для выпаса скота используются естественные и залежные угодья с низкой продуктивностью, для заготовки сена — переувлажненная необрабатываемая пойма. Средние значения концентрации ^{137}Cs в молоке общественного сектора по районам практически одинаковы. В Хвастовичском районе, несмотря на значительное содержание ^{137}Cs в молоке в хозяйствах, расположенных в северной наиболее загрязненной и неблагоприятной с точки зрения почвенного плодородия части района, средние значения показателей для молока по району нивелируются из-за хозяйств с низкой плотностью загрязнения и благоприятными агрономическими показателями в почве в южной части района.

В Жиздринском и Ульяновском районах разброс значений концентрации ^{137}Cs в молоке общественного сектора меньше (из-за большей однородности природных условий) и обуславливается в большей мере пестротой радиоактивного загрязнения.

Следует также отметить значительные различия в уровнях загрязнения молока, производимого в частном и общественном секторах. В частном секторе они выше в 5-7 раз. Причем и в этом случае максимальные значения практически одинаковы в Жиздринском и Ульяновском районах и значительно отличаются (табл. 1) в Хвастовичском (Дубовая, 2001).

Таблица 1

Содержание ^{137}Cs (Бк/кг) в траве и молоке загрязненных районов
Калужской области (1994-1999 гг.)

Вид продукции	Значения	Жиздринский	Ульяновский	Хвастовичский
Многолетние травы на пашне, зеленая масса	максим.	399	428	1388
	среднее	30	26	54
Естественные травы, зеленая масса	максим.	2674	1415	6533
	среднее	53	29	88
Молоко, обществ. сектор	максим.	18	26	104
	среднее	5,2	4,4	5,8
Молоко, частный сектор	максим.	465	440	2080
	среднее	28	22	40
Картофель, частный сектор	максим.	79	81	138
	среднее	10	9	14

В экспериментальных исследованиях, проведенных в полупроизводственных условиях в хозяйствах Калужской области, нами показано, что, изменяя тип

кормления и состав рациона, можно существенно снизить поступление радионуклидов в организм животных (табл. 2).

Таблица 2

Содержание ^{137}Cs в кормах и в рационах коров с разным типом кормления

Корм	Конц. ^{137}Cs , Бк/кг	Тип кормления	Содержание ^{137}Cs в рационе, кБк
Сено злаковое	41810	смешанный	99,53
Кормовая свекла	666	силосно-сенажный	19,61
Силос кукуруз.	259	силосно-сенажный	19,61
Сенаж однотравья	629	силосный	13,32
Конц. корма (мука фуражная)	370	силосный	13,32

Из разных видов кормов наиболее высокими концентрациями ^{137}Cs отличается сено, заготовленное на естественных лугах, наименьшими — силос кукурузный, корнеклубнеплоды и концентрированные корма.

При изучении влияния различных способов содержания животных на переход ^{137}Cs в продукцию (пастбищный и стойлово-выгульный) установлено, что животные, получая одни и те же корма, с одинаковой удельной активностью, при разных способах содержания имели различия по концентрации ^{137}Cs в молоке. При пастбищном содержании коров концентрация ^{137}Cs в молоке в 2,4 раза выше, чем при стойлово-выгульном. Соответственно и КП ^{137}Cs в звене почва-молоко и корм-молоко зависели от способа содержания коров и отличались в 2,2 и 1,7 раза, соответственно (табл. 3).

Таблица 3

КП ^{137}Cs в молоко при разных способах содержания животных

Показатели	Способы содержания	
	пастбищный	стойлово-выгульный
Концентрация ^{137}Cs в молоке, Бк/л	984,2	444,0
КП ^{137}Cs в звене:		
почва - молоко	0,09	0,04
корм - молоко	1,0	0,6

Причина данного различия в том, что выпас животных на пастбище приводит к значительному поеданию коровами почвенных частиц верхнего слоя дернины с повышенной радиоактивностью.

Проблема производства нормативно-чистой животноводческой продукции на радиоактивно-загрязненных территориях (в результате аварии на ЧАЭС) сохраняется и по настоящее время. Проведены многочисленные научные и производственные работы по получению чистой животноводческой продукции. В результате установлено, что эта проблема может быть решена комплексным применением следующих основных мероприятий:

- использование комплекса агромелиоративных мероприятий, обеспечивающих производство кормов с допустимым уровнем загрязнения ^{137}Cs ;
- применение комплекса зоотехнических приемов, обеспечивающих получение нормативно-чистой животноводческой продукции (организация дифференцированного использования кормов с учетом степени их загрязнения ^{137}Cs и производственного направления животных);
- использование специальных средств, снижающих поступление ^{137}Cs в организм животных и переход его в продукцию (молоко, мясо и др.), это высокоэффек-

тивные сорбенты, различные формы ферроцианид-содержащих препаратов (ФСП) (бифеж, ферроцин в виде порошка, болюсы ферроцинсодержащие, и ферроцинсодержащие брикеты соли-лизунца).

Благодаря разработанному и внедренному в практику комплексу организационных, агротехнических и зооветеринарных мероприятий обеспечивается гарантированное производство на радиоактивно загрязненных территориях сельскохозяйственной продукции, отвечающей требованиям нормативов действующих ВДУ. Последовательное комплексное применение всех в настоящее время известных мероприятий организации содержания и кормления, теоретически может обеспечить снижение поступления ^{137}Cs в трофической цепи сельскохозяйственных животных: почва-корма-продукция животноводства от 4-х до 100 раз.

Учитывая высокие экономические затраты и растянутость во времени агро-мелиоративных мероприятий, в результате многолетних научно-практических работ высокую эффективность доказал способ применения ФСП.

Еще в 1956-1960 гг. было установлено, что ^{137}Cs образует с ферроцианидами нерастворимые комплексные соединения (Ильин, 1977). Большой вклад в разработку проблемы использования ферроцианидов при отравлении людей радиоактивным цезием внесли специалисты института биофизики под руководством Л.А. Ильина (Балабуха и др., 1962; Ильин, 1977; Корнеев, 1988). Во ВНИИСХРАЭ с 1989 г. по настоящее время проводится большая научная работа по применению различных форм ФСП (ферроцин в порошке, бифеж, ферроцинсодержащие болюсы и ферроцинсодержащие брикеты соли-лизунца). Опыты по изучению эффективности ферроцина проводили с 1989 по 1992 гг. на коровах, бычках и овцах. Показано, что ежедневное введение ферроцина лактирующим коровам в дозах 3-5 г/гол. в сутки снижает переход цезия в молоко в 4-10 раз, бычкам в дозе 3-5 г (находящимся на заключительном откорме в течение 2 месяцев) уменьшало содержание ^{137}Cs до 10 раз; овцам в дозах 0,5; 1; 1,5 и 3 г/голову в сутки в течение 3 месяцев при кормлении загрязненными кормами кратность снижения концентрации ^{137}Cs в мясе составляла соответственно 3, 5, 7 и 10 раз (Васильев и др., 1993).

Бифеж (целлюлозно-неорганическая композиция, полученная путем осаждения ферроцианида железа-калия на древесный опил, в виде порошка частицы, размером 0,16-2,5 мм — содержание ферроцина до 10%) в эксперименте на большом поголовье крупного рогатого скота (КРС) в дозах 30-60 г/гол/сутки снижал концентрацию ^{137}Cs в молоке от 5 до 12 раз. На бычках, находившихся на заключительном откорме, применение бифежа в течение 2 месяцев в дозах 30-50 г снижало концентрацию ^{137}Cs в мышечной ткани до 10 раз при кормлении животных загрязненными кормами. На овцах оптимальной дозой оказалась 20 г/гол/сутки, которая снижала концентрацию ^{137}Cs в мышечной ткани овец до 12 раз (Васильев и др., 1993).

Таким образом, анализ статистических данных по радиоэкологической обстановке, загрязненности кормов и продукции животноводства, получаемой в радиоактивно загрязненных районах Калужской области, позволяет сделать следующие выводы:

1. Разработанный с учетом плотностей радиоактивного загрязнения и типов загрязненных почв, гидрогеографических условий расположения кормовых угодий, а также производственных и хозяйственных особенностей ведения животноводства и внедренный в практику комплекс организационных, агротехнических и зооветеринарных мероприятий, в основном, обеспечил гарантированное производство нормативно-чистой продукции животноводства на всей загрязненной территории.

2. В тех случаях, когда имело место превышение загрязненности молока ^{137}Cs выше допустимых норм из-за пастьбы коров и заготовки кормов на зиму на лесных угодьях, для снижения поступления радиоактивного цезия в молоко применяли ферроцианидсодержащие препараты — ферроцин и бифеж.

ЛИТЕРАТУРА

- Фесенко С.В., Алексахин Р.М., Санжарова Н.И. и др. Закономерности изменения содержания ^{137}Cs в продукции животноводства на территории Российской Федерации, подвергшейся загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС // Радиационная биология. Радиозология. 1995. - Т. 35, вып. 3.- С. 316-327.
- Дубовая В.Г., Фесенко С.В. и др. Динамика радиационной обстановки на сельскохозяйственных угодьях Калужской области в отдаленный период после аварии на ЧАЭС // Наследие Чернобыля: Медико-психол., радиозкологический и соц.-эконом. аспекты ликвидации последствий аварии на ЧАЭС в Калужской области. Матер. науч.-практ. конф. – Калуга-Обнинск, 2001. - Вып. 3. - С. 265-269.
- Данецкая Е.В. и др. Берлинская лазерь как средство профилактики при хроническом поступлении ^{137}Cs и ^{90}Sr // Гигиена и санитария, 1970. - № 12. - С. 47-93.
- Балабуха В.С. и др. Проблемы выведения из организма долгоживущих радиоактивных изотопов. – М., Медиздат, 1962. – 210 с.
- Ильин Л.А. и др. Основы защиты организма от воздействия радиоактивных веществ. – М.: Атомиздат, 1977. – 54 с.
- Корнеев Н.А. и др. Сфера агропромышленного производства – радиологические аспекты последствий аварии на Чернобыльской АЭС и основные защитные мероприятия // Атомная энергия. 1988. – Т. 65, вып. 2. – С. 129-133.
- Васильев А.В., Краснова Е.Г., Морозов И.А., Кудрявцев В.Н., Ратников А.Н., Ремез В.П., Иванников А.Т. Ферроцианиды. Основные итоги работ по изучению эффективности, без вредности и возможностей практического применения в животноводстве радиоактивно загрязненных регионов Брянской области // Проблемы смягчения последствий Чернобыльской катастрофы. Матер. Междунар. семинара. – Брянск, 1993. - Т. 2. - С. 331-334.

THE DIMINUTION METHODS OF ^{137}Cs MIGRATION IN ANIMAL PRODUCTION AND THE VALUATION OF ITS EFFECTIVENESS' IN REGIONS OF KALUGA

E.G. Krasnova¹, A.V. Vasilyev¹, A.N. Ratnikov¹, V.N. Kudryavzev¹,
M.Yu. Fadeev¹, A.A. Kasyanenko², G.I. Popova¹

¹State scientific establishment Russian Institute of Agricultural Radiology and Agroecology Kievskoe shosse, 249032, Obninsk, Kalugskoi obl., Russia

²Ecological Faculty, Russian Peoples' Friendship University,
Podolskoye shosse, 8/5, 113093, Moscow, Russia

The problem of reducing the radiation burden to humans particularly in regions with the elevated levels of contamination after the Chernobyl accident still remains urgent. The diminution methods of ^{137}Cs migration in animal production and the valuation of its effectiveness' is the subject of this article.