

ступившим в желудочно-кишечный тракт с кормом или в составе пищеварительных соков. В качестве средних значений эффективности применения феррацианидов принимается, что при введении ферроцина крупному рогатому скоту концентрация ^{137}Cs в молоке и мясе снижается примерно в 3 раза [2,4].

Особое значение имеет метод прижизненного «очищения» организма животных путем перевода на кормление «чистыми» и слабо загрязненными кормами. Данные научно-производственных экспериментов показывают, что после перевода «грязных» животных на «чистые» корма концентрация радиоцезия в мясе и субпродуктах в течение месяца снижается вдвое у коров и примерно в 3 раза за тот же срок у бычков.

Таким образом, решение проблемы кормления сельскохозяйственных животных на территории радиоактивного загрязнения возможно с проведением защитных мероприятий включающих в себя подбор кормов в рационах по степени их загрязнения, предубойный откорм животных «чистыми» кормами, применение приемов рациональной пастбы и кормления животных с обеспечением различного режима выпаса и соблюдением норм нагрузки животных на пастбища, а также использованием в рационах зеленой подкормки. Реабилитационные мероприятия также предусматривают использование в рационах животных кормовых добавок и специальных препаратов, предотвращающих всасывание радионуклидов в желудочно-кишечном тракте.

Литература

1. Анненков Б.В., Аверин А.С. Ведение сельского хозяйства в районах радиоактивного загрязнения (радионуклиды в продуктах питания). – Минск: Пропплеи, 2003. – 83 с.
2. Анненков Б.Н., Агоров А.В., Ильязов Р.Г. Радиационные аварии и ликвидация их последствий в агросфере / Под ред Б.Н. Анненкова. – Казан: Изд-во «Фэн» Академии наук РТ, 2004. – 408 с.
3. Зарванская С.В. Оценка некоторых показателей состояния крупного рогатого скота в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС : дис. ... к-та биол. наук / С. А. Завранская ; Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной вирусологии и микробиологии Российской сельскохозяйственной академии наук. - Москва, 2004. - 131 с.
4. Использование берлинской лазури для снижения уровня загрязнения радиоактивным цезием молока и мяса, производимых на территориях, пострадавших от Чернобыльской аварии // Проект ООН Е П. – МАГАТЭ, 1997. – 28 с.
5. Пристер Б.С., Лошилов Н.А., Немец О.Ф., Поярков В.А. // Основы сельскохозяйственной радиологии. – М.: Урожай, 1991. – 256 с.

БЕЗОПАСНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ НА ПОСТ-ЧЕРНОБЫЛЬСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Белехова Л.Д., Ткачева Л.Т., Раубо В.М., Мацкевич И.В.

Белорусский Государственный аграрный технический университет, г. Минск

Анализируя результаты экологического мониторинга последних трех лет, выявлено, что площадь загрязненных земель выросла более, чем на 70 тыс. га. Главная причина «размывания» радиоактивных пятен - техногенный перенос радиоактивных загрязнений. На этих землях получить чистую продукцию невозможно. В пробах мяса, взятого в Сморгонском районе, содержалось стронция 0,338 – 0,442 мг/кг сухого вещества. За истекший период было получено «на загрязненных территориях» около 900 тыс. тонн загрязненного зерна, которое перерабатывалось на заводах, расположенных в чистых зонах. Было скормлено животным в виде комбикормов более 50 тыс. тонн ра-

диоактивных костей. С павозом радионуклиды попадали в почву в виде удобрений, расширяя загрязненную территорию [3].

Загрязнение сельскохозяйственной продукции радионуклидами выше нормы создает проблему дальнейшего использования пищевых продуктов и сырья. Технологическая переработка пищевого сырья, обычно применяемая для выработки ценных продуктов питания, не позволяет получить качественный конечный продукт. Эффективность переработки загрязненного пищевого сырья зависит от особенностей распределения радионуклидов в продукте сельскохозяйственного производства [1-2].

Для повышения эффективности переработки необходимо было изучить пути поступления радионуклидов в продукцию растительного происхождения и животноводства.

Поступления радионуклидов в растения. Растения накапливают значительное количество радионуклидов и продукция становится непригодной для использования. Радионуклиды в растения могут поступать через вегетативные органы – аэральный путь и через корневую систему – корневой путь поступления. Аэральное поступление имеет большое значение при радиоактивном загрязнении воздуха. В последующее время при загрязнении почвы преобладает корневой путь поступления. После проникновения в листья часть радионуклидов остается в них, а часть разносится и концентрируется в других органах растения. Продвижение радионуклидов по растению зависит от физико-химических свойств радионуклида и биологических особенностей растений. Наиболее эффективно продвигается по растению радиоактивный цезий, являющийся аналогом калия, а стронций, рутений и церий концентрируются в листьях в малых количествах. Установлено, что радионуклиды распределяются в органах растений неравномерно. Основное количество радионуклидов концентрируется в корнях. Например, в созревающих растениях фасоли Sr-90 распределяется следующим образом: в листьях 53 – 68 %, в стеблях 15 – 28%, в створках бобов 12 – 25% и в зерне 7 – 14 %.

Для оценки поступления радионуклидов из почвы в растения существуют различные показатели. Наиболее часто используется коэффициент перехода (K_p), а также коэффициенты накопления или коэффициенты концентрации (K_n). Коэффициент перехода – это отношение содержания радионуклида в растительной массе к поверхностной активности почвы, коэффициент накопления – отношение содержания радионуклида в растительной массе к содержанию радионуклида в почве. Коэффициент накопления различными культурами Sr-90 изменяется от 0,02 до 12, Cs-137 – от 0,02 до 1,1. Величина накопления радионуклидов зависит от следующих основных показателей:

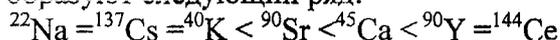
- 1) свойств радионуклидов и форм нахождения их в почве;
- 2) физико-химических параметров почвы;
- 3) биологических особенностей растений;
- 4) агротехники возделывания;
- 5) погодных-климатических условий.

Поступление и распределение радионуклидов по растению определяется их свойствами и участием в процессах обмена веществ. При поступлении радионуклидов из водного раствора коэффициент накопления Cs-137 значительно выше, чем Sr-90.

Пути поступления и распределение радионуклидов в организме животных и птиц. Основным источником поступления радионуклидов в организм животных являются корм, вода, почва, радиоактивные частицы с земли, аэрозоли. Они попадают в организм через пищеварительный тракт с кормом и водой в количестве 95 – 98 %. При выпасе скота с травой попадают частицы почвенного грунта, отмершие части растений, содержащие радионуклиды в количестве 300 – 600 г. загрязненной почвы.

Накопление стронция-90 в мышечной ткани и внутренних органах животных в сотни раз ниже, чем в костной ткани, потому что его отложению в мышечной ткани

препятствует молочная кислота. По способности связываться с белками крови и тканей радионуклиды образуют следующий ряд:



В отличие от стронция -90 и цезия-137 йод-131 относится к короткоживущим радионуклидам. Более 70% поступившего йода-131 связывается с белками крови и с тиреоидными гормонами, причем в крови йод-131 связывается с эритроцитами. Плутоний и америций связываются с белками крови и органов и откладываются в скелете, печени, селезенке, семенниках и надпочечниках животного.

Переход радионуклидов из кормов в молоко и мясо. Поступление радионуклидов из кормов – основной источник радионуклидов для сельскохозяйственных животных, Ингаляционный и перкутанный пути поступления играют, как правило, незначительную роль.

Количественным показателем, характеризующим переход радионуклидов из рациона животных в 1 кг продукции, является коэффициент перехода:

$$K_{\text{п}} = \frac{A_{\text{прод}} * 100}{A_{\text{рац}}},$$

где $A_{\text{прод}}$ -- содержание радионуклида в продуктах животноводства, Бк/кг;

$A_{\text{рац}}$ -- суммарное содержание радионуклида в суточном рационе животных, Бк.

Исследовались показатель удельной активности цезия – 137 и стронция – 90 в органах и тканях коров из совхозов “Звезда” и “Сож” Чечерского района.

В результате исследований было установлено, что цезий –137 сравнительно равномерно распределяется по органам и тканям. Если его концентрацию в мышечной ткани принять за 100%, то в языке она составит 94 – 103%, в почках – 67 – 84%, в печени – 29 – 59 %. Однако содержание цезия – 137 во внутренних органах, крови и костях животных изменяется в значительных пределах в зависимости от уровня содержания радионуклидов во всем организме [3-4]. Накопление стронция-90 идет преимущественно в костях. По отложению стронция-90 в скелете животных можно расположить в следующий ряд:

крупный рогатый скот < козы < овцы < свиньи < куры.

Отложение цезия-137 в организме наиболее интенсивно происходит у кур, а меньше всего у крупного рогатого скота. На основании обобщения экспериментальных материалов установлены коэффициенты перехода радионуклидов из суточного рациона кормов в продукцию животноводства. (Табл. 1)

Таблица 1. Коэффициенты перехода ($K_{\text{п}}$) радионуклидов из суточного рациона в продукцию животноводства, % на 1 кг продукта

Вид продукции	Радионуклиды	
	Цезий-137	Стронций-90
Молоко коровье: в стойловый период, в пастбищный период	0,62	0,14
	0,48	0,14
	0,74	0,14
Говядина	4	0,04
Свинина	25	0,10
Баранина	15	0,10
Мясо кур	450	0,20
Яйцо	3,5	3,2

Как видно из табл. 1 в продукцию сельскохозяйственного производства цезий-137 более интенсивно переходит из кормов, чем стронций-90.

Технологические приемы обработки растениеводческой продукции. Принятые и внедряемые в республике агротехнические, агрохимические и другие меры, направленные на снижение радионуклидов в сельскохозяйственной продукции, недостаточны. Дальнейшее снижение радионуклидов в продукции и продуктах питания может быть достигнуто путем использования следующих технологических приемов: промывка и первичная очистка убранной плодоовощной и технической продукции; переработка полученной продукции. Исследования показали, что значительное снижение радионуклидов достигается такими простыми методами, как промывка в проточной воде, очистка от кожуры, удаление кроющих листьев у капусты, отмачивание в воде. (Табл. 2) Уменьшается содержание радионуклидов при консервировании, засолке, варке. Удаление кроющих листьев у капусты снижает загрязнение почти в 40 раз, а срезание венчика у свеклы, моркови брюквы на 10-15 мм снижает уровень загрязнения в 15 – 20 раз. Руководствуясь полученными результатами, картофель и корнеплоды рекомендуется промыть 2 раза - перед очисткой кожуры и после.

Таблица 2. Эффективность технологических приемов обработки растениеводческой продукции, загрязненной радионуклидами

Исходная продукция	Способ обработки	Коэффициент очистки (КО)
ЗЕРНО: пшеница, рожь, овес, ячмень, гречиха, рис, пшено	Отвешивание	1,5-2,0
	Отмывание проточной водой	1,5-3,0
	Переработка в хлеб, крупы	1,2-2,5
	Переработка в спирт	100
	Обрушение, удаление пленок	10-20
Картофель (клубни)	Очистка	3-5
	Варка	2-3
	Переработка в крахмал	50
	Переработка в спирт	100
Соя, рапс, подсолнечник, кукуруза	Переработка на растительное масло	500 (промышленный способ) и 50 (в домашних условиях)
Овощи	Отмывание проточной водой	3-10
	Удаление кроющих листьев (кочан)	40
	Засолка, маринование	2-5
Сахарная свекла	Переработка на сахар	70-90
Ягоды, фрукты	Переработка на сок	До 100
	Переработка на вино	До 500
	Переработка на варенье	100-500

При варке картофеля, свеклы, моркови, фасоли следует сливать отвар после 10 мин. кипячения, что позволит удалить 50 – 90 % цезия-137. Яблоки, груши, сливы, вишни и ягоды необходимо промывать проточной водой, особенно в местах плодоножек и цветоложа.

Любая технологическая переработка сельхозпродукции предусматривающая отделение воды путем отжима, фильтрования, центрифугирования приводит к дезактивации продукта. Высокая степень очистки продукции достигается при

переработке картофеля и зерна на крахмал и спирт, масличных культур – на масло, сахарной свеклы – на сахар [3-4].

Мероприятия по уменьшению содержания радионуклидов в продуктах животноводства. Технологическая и кулинарная обработка продукции животноводства позволяет в значительной степени сократить поступление радионуклидов в организм человека. Установлено, что радиоактивный цезий свободно распределяется в мягких тканях, одинаково загрязняя мышцы, печень и почки. Уровень загрязнения костей цезием-137 намного ниже, чем уровень загрязнения мягких тканей. Наименьшая концентрация радиоактивного цезия наблюдается в сале, жире, масле. Концентрация цезия-137 в мясе молодняка обычно выше, чем у взрослых животных. Как правило, концентрация радионуклидов меньше в свинине, чем в говядине или мясе птицы и диких животных.

Уровень радиоактивного загрязнения мяса может быть значительно снижен путем засолки его в рассоле. Наибольший эффект достигается при предварительной нарезке мяса на куски и последующем посоле при многократной смене рассола. При этом цезий-137 переходит в рассол, а эффективность извлечения радионуклидов возрастает с увеличением длительности вымачивания. Снизить концентрацию радиоактивных веществ в мясе можно также и при помощи варки, но с обязательным удалением отвара (бульона) после 8 – 10-минутного кипячения. При такой варке из мяса, а также из печени и легких в бульон переходит 50 % цезия-137, а из костей удаляется только около 1 %. Это рекомендуется учитывать при приготовлении первых блюд на мясокостном бульоне.

В яйцах радионуклиды концентрируются в основном в скорлупе, меньше всего их в желтке, поэтому лучше употреблять яйца в пищу в виде яичниц, омлетов, в кондитерских изделиях.

Радионуклиды цезия и стронция не связываются с жировой фракцией молока, поэтому наименее загрязненным продуктом при переработке молока является масло, далее следуют сливки, творог и сыр клинковый. Наибольшая концентрация цезия и стронция приходится на сыворотку.

В случае если загрязненность молока не позволяет использовать его в свежем виде для пищевых целей, такое молоко следует перерабатывать на молочные продукты и, в первую очередь, на масло. В процессе сепарирования молока в обрат переходит до 92 - 98 % стронция-90; 84-96 % йода-131 и 86-99 % цезия-137; в сливки – 2 – 8 %; 4-16 % и 1 – 15 % соответственно. При переработке сливок в сливочное масло основная часть указанных радионуклидов переходит в пахту и промывные воды. В масле остается менее 1,5% стронция-90; до 3,5% йода-131 и 0,3-2,2 % цезия-137. Молочный жир (топленое масло) радионуклидов стронция и цезия практически не содержит.

Таким образом, замена в пищевом рационе загрязненного цельного молока полученными из него продуктами переработки снижает в 10 раз вклад радионуклидов в рацион человека. Переработка цельного молока в сливки, сметану, творог домашним способом снижает содержание радионуклидов в 4 – 6 раз, а переработка такого молока на сыр и сливочное масло – в 8-10 раз.

Экологический мониторинг территории пост чернобыльского пространства позволил выявить наличие радионуклидов в продукции сельскохозяйственного производства. Это явилось причиной поиска эффективных путей и технологий ее переработки.

В результате исследований установлено, что предварительные и технологические способы переработки растительного сырья позволяют снизить уровень загрязнения продукции до 40 раз. Засолка, консервирование, предварительное

кипячение в течение 10 минут продукции животноводства сокращает во много раз поступление радионуклидов в организм человека. Замена в пищевом рационе загрязненного цельного молока продуктами его переработки снижает более чем в 10 раз попадание радионуклидов в рацион человека.

Литература

1. Основы ведения сельского хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения: учебное пособие / под общей ред. А.П. Коржавого. – М.: Издательство МГТУ им. Баумана, 2004 – 184 с.
2. Правила ведения агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 2002 – 2005 гг. – Минск, 2002.
3. Нестеренко, В.Б. Радиационный мониторинг жителей и их продуктов питания в Чернобыльской зоне Беларуси.- Минск, 2003.
4. Нормы радиационной безопасности. НРБ-2000// Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. 2000. №358/3037

К ВОПРОСУ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ В ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ

Мисун И.Н., Хоровец И.Г.

Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

В Институте повышения квалификации и переподготовки кадров АПК БГАТУ ежегодно повышают квалификацию около 500 специалистов подразделений радиационного контроля. В процессе организации и проведения учебных занятий важное значение отводится мероприятиям по изучению требований радиационной безопасности на рабочих местах специалистов. При рассмотрении данной темы используются новые образовательные технологии, важнейшее место среди которых занимают информационные. Для организации безопасных приемов и методов труда проводятся лекционные занятия – презентации, с использованием технологий Ms Power Point. Также необходимо отметить, что при изучении учебного материала главной целью является обеспечение охраны здоровья работников от вредного воздействия ионизирующего излучения (искусственного или природного происхождения) путем соблюдения основных принципов и норм радиационной безопасности [1–3]. При этом необходимо указать, что правила безопасности работы с радиоактивными веществами имеют свою специфику и регламентируются Международной Комиссией по радиологической защите (МКРЗ) [3]. В свою очередь, работающие с источниками ионизирующих излучений должны руководствоваться такими документами как «Нормы радиационной безопасности НРБ – 2000» и «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСП – 2002)» [2;4]. Следует отметить, что ответственность за выполнение правил и норм радиационной безопасности возлагается на руководство учреждения.

На предприятиях организуются подразделения радиационного контроля 3-го и 4-го классов, руководство которыми осуществляет начальник подразделения (радиометрист), прошедший специальное обучение по радиометрии и дозиметрии. Подразделения выполняют следующие виды работ: отбор проб, первичную их обработку, подготовку к измерению; определение объемной (удельной) активности радионуклидов в пищевых продуктах, сельскохозяйственной продукции, воде, почве и объ-