

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия
ветеринарной медицины»

Т.В.Медведская, А.М.Субботин, М.С.Мацинович

**БИОТИЧЕСКИЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ
И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННУЮ
ПРОДУКЦИЮ**

(учебно-методическое пособие по экологической безопасности
сельскохозяйственной продукции для студентов
биотехнологического факультета обучающихся по специальности
«Ветеринарная санитария и экспертиза»)

Витебск
ВГАВМ
2010

УДК 338.43.02+504

ББК 65.9

М 42

Рекомендовано редакционно - издательским советом УО «Витебская ор-
дена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины
в качестве учебно-методического пособия от «__»_____2010 г.
(протокол № ____)

Авторы:

канд. вет. наук., доц. *Медведская Т.В.*, канд. вет. наук., доц. *Субботин А. М.*,
ассистент *Маценович М.С.*

Рецензенты:

***Биотические и антропогенные факторы и их влияние на
сельскохозяйственную продукцию:*** учеб.- метод. пособие /
Т.В.Медведская М 42 [и др.]. - Витебск: УО ВГАВМ, 2009. - 27 с.

ISBN 978-985-512-227-3

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов
биотехнологического факультета по специальности «Ветеринарная
санитария и экспертиза».

В учебно-методическое пособие включены темы занятий по дисциплине
«Экологическая безопасность сельскохозяйственной продукции». Данное
пособие составлено в соответствии с учебной программой и учебным
планом лабораторно-практических занятий.

УДК 338.43.02+504

ББК 65.9

ISBN

© Т.В.Медведская, 2010

© УО «Витебская ордена «Знак Почета»
государственная академия ветеринарной
медицины», 2010

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение	4
2. Возбудители болезней, общие для животных и человека (зоонозы).	5
3. Особенности ведения сельского хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения	10
4. Мероприятия по снижению поступления радионуклидов в продукцию животноводства.	21
5. Рекомендуемая литература	25

ВВЕДЕНИЕ

Экологически чистыми считаются пищевые продукты, выработанные из растительного и животного сырья, произведенного в условиях, при которых на всех этапах получения, хранения и транспортирования в них не попадают вредные и нежелательные компоненты из окружающей среды. Эти продукты должны быть произведены по технологиям, исключаящим их загрязнение, и реализованы без промежуточного негативного воздействия отрицательных экологических факторов.

Положение дел с качеством и безопасностью продовольствия значительно обострилось в связи с резко возросшим потоком импортной продукции, которая не обеспечена сегодня действенной системой контроля, а также системой поставок продукции. Зарегистрированы десятки случаев ввоза продовольствия не только опасного по своим качественным характеристикам, но и ставшего причиной тяжелых интоксикаций и заболевания людей.

В последние годы в силу ряда причин, связанных с загрязнением окружающей среды, снижением санитарных требований, предъявляемых к производству продуктов животноводства (качество кормов, состояние скота, ферм и т.д.), в молочных продуктах появляются такие крайне нежелательные элементы как остатки различных биоцидов (пестициды, гербициды и т.п.), соли тяжелых металлов, афлатоксины, антибиотики, соматические клетки, опасные формы микроорганизмов, нитратов, а в некоторых случаях – радиоактивных изотопов. Значительная часть этих компонентов переходит в продукты.

В настоящее время для Беларуси наиболее актуальна экологическая проблема, связанная с использованием атомной энергии (загрязнение окружающей среды радионуклидами в результате аварии на Чернобыльской АЭС).

В решении проблемы получения экологически безопасной сельскохозяйственной продукции велика роль специалистов сельского хозяйства. Лабораторно-практические занятия по дисциплине «Экологическая безопасность сельскохозяйственной продукции» введены в учебный план биотехнологического факультета с целью более глубокого изучения будущими специалистами основ этой науки.

ТЕМА 1.

ВОЗБУДИТЕЛИ БОЛЕЗНЕЙ, ОБЩИЕ ДЛЯ ЖИВОТНЫХ И ЧЕЛОВЕКА (ЗООНОЗЫ).

Цель занятия: ознакомить студентов со значением почвы как среды обитания различных микроорганизмов; изучить сроки сохранности и выживаемости патогенных микроорганизмов в почве; способы обеззараживания почвы; ознакомиться с составом микроорганизмов в воздушной среде и продолжительностью выживаемости микробов в воздухе.

Почва — благоприятная среда для обитания и размножения различных микроорганизмов, характерных для окружающей среды. В состав таких биоценозов почвы входят бактерии, грибы, простейшие организмы и бактериофаги. Среди них имеются свободноживущие азотфиксирующие бактерии рода *Azotobacter*, клубеньковые бактерии рода *Rhizobium*, нитрифицирующие бактерии, грибы, денитрифицирующие бактерии, уробактерии, серо- и железобактерии, актиномицеты, гнилостные бактерии и др. Перечисленные микроорганизмы участвуют в круговороте веществ, минерализации органических веществ и самоочищении почвы. Наиболее богаты микроорганизмами черноземные и каштановые почвы, а также сероземы. В 1г таких почв содержатся десятки миллиардов микроорганизмов.

В состав микробных биоценозов почвы патогенные и условно патогенные микроорганизмы не входят. Как правило, срок их пребывания ограничен неблагоприятными для них условиями обитания, отсутствием необходимых питательных веществ, а также антагонизмом бактерий, грибов, актиномицетов и простейших организмов, обитающих в почве.

Однако почва занимает одно из первых мест среди компонентов окружающей среды как фактор передачи патогенных микроорганизмов по эпизоотической и эпидемической цепям.

От почвы как неотделимого компонента биогеоценозов, ландшафтов и природных зон могут загрязняться растения, вода, воздух. Поэтому с практической точки зрения в первую очередь важно знать сроки выживаемости в ней возбудителей заразных болезней животных и человека.

Основными экологическими факторами, определяющими жизнеспособность патогенных микроорганизмов в почве, являются температура, влажность, интенсивность и продолжительность инсоляции, pH и структура почвы, содержание в ней питательных и токсических веществ и т. д.

Установлено, что лептоспирсы выживают в почве при ее влажности 69—70% до 279 дней, при 5—14%—не более трех дней. Жизнеспособность таких микроорганизмов в черноземной почве сохраняется на глубинах 0,5—5см 320 дней, 10—20см—до 420 дней. Супесчаная оподзоленная почва самоочищается от бруцелл (*Br. bovis*) через 258 дней, выщелоченный глинистый чернозем — через 12—75 дней, луговая глинистая — через 12—75 дней. Выживаемость микобактерий бычьего туберкулеза в разных почвах

составляет 390—510 дней при сохранении патогенности этими бактериями в течение 300—480 дней. Микобактерий птичьего туберкулеза способны выживать в почвах 430—560 дней при сохранении патогенных свойств 240—490 дней.

Летом жизнеспособность возбудителей инфекционных болезней в почвах обычно ниже. К солнечному свету чувствительны лептоспиры, бруцеллы, микобактерий, сальмонеллы, бактерии группы кишечной палочки, споры клостридий и др.

Считается, что возбудители сибирской язвы, эмфизематозного карбункула, столбняка, газового отека, кишечных и других инфекций способны не только длительно сохраняться, но и размножаться в ней при определенных условиях. По имеющимся данным, возбудитель сибирской язвы может выживать 50—60 лет. Наиболее активные очаги сибирской язвы регистрируют в местах с повышенной влажностью или заболоченностью, в поймах рек или вблизи ручьев.

Установлена прямая зависимость между уровнем заболеваемости человека и животных кишечными инфекциями и неудовлетворительным санитарным состоянием почвы.

Данные по выживаемости патогенных микроорганизмов в почве приведены в табл.1

Таблица 1

Сроки выживаемости патогенных микроорганизмов в почве

Возбудители болезней	Срок выживаемости	
	средний	максимальный
Тифо-паратифозная	2-3	>12
Дизентерийная	1,5-5	9
Холерный вибрион	1-2	4
Палочка бруцеллеза	0,5-3	2
Палочка чумы	0,5	1
Палочка туляремии	1-2	2,5
Туберкулезные	>13	7
Вирус полиомиелита	—	3-6

Большинство микроорганизмов непочвенного биоценоза адсорбируются частицами почвы, причем наибольшей адсорбционной способностью обладают черноземы. Грамположительные и подвижные микробы адсорбируются интенсивнее, чем грамотрицательные и слабоподвижные. Патогенные штаммы бактерий и вирусов адсорбируются интенсивнее непатогенных.

Адсорбированные почвой микроорганизмы могут входить в состав биоорганоминерального комплекса почвы и участвовать в

микробиологических процессах этой среды или постепенно утрачивать жизнеспособность и деградировать.

В естественном обеззараживании почвы участвует большое количество микроорганизмов и растений, воздействующих на чуждых для почвенных ценозов микробов своими метаболитами (энзимами, фитонцидами и др.).

Не адсорбированные в почве микроорганизмы в зависимости от их подвижности и условий в этой среде мигрируют по профилю дерна подзолистой почвы и могут распределяться в водонасыщенных грунтах. После орошения многолетних трав навозными стоками со среднегодовой оросительной нормой 250—320 м³/га (эквивалентно 200—300 кг/га азота) бактерии группы кишечной палочки мигрируют на глубину 1,7 м, при нагрузке 600 м³ Да стоков (600 кг/га азота) на 2 м, энтерококки распределяются на глубину 3 м. За вневегетационный период грунтовые воды не очищаются полностью от энтерококков.

Для обеззараживания почвы, загрязненной неспоровой (вегетативной формой) микрофлорой, рекомендовано на ее поверхность наносить 20%-ную взвесь свежегашеной извести, раствор хлорной извести, содержащий 2 % активного хлора, а также подогретые до 70—80 °С растворы ксилонафта (5%-ный), гидроксида натрия (2%-ный), керола или гудропола. При заболеваниях, вызываемых вирусами, для дезинфекции почвы используют 4%-ный раствор гидроксида натрия. Для дезинфекции чернозема на глубину 25 см при неспорообразующей микрофлоре применяют сухую хлорную известь из расчета 4,8 кг на 1 м² площади. При этом почву перекапывают. Надежное обеззараживание достигается лишь через 10—12 сут.

Если смешанную с хлорной известью почву увлажнять водой (из расчета 12 л на 1 м²), то продолжительность обеззараживания можно сократить до 3 сут. Ограниченные участки почвы, обсемененные спорowymi формами сибирской язвы на глубину до 40 см, можно обрабатывать смесью этилена и бромистого метила под синтетической пленкой. Для обеззараживания почвы, обсемененной спорowymi формами сибирской язвы на глубину 40 см, рекомендуется расходовать жидкую смесь этилена и бромистого метила (1 кг при экспозиции 5 сут или 0,5 кг при экспозиции 10 сут).

Участки поверхности почвы, где пало животное, обеззараживают термическим способом, т. е. сжигают солому или обжигают их пламенем паяльной лампы. Почвогрунт на глубину проникновения выделений трупа сибиреязвенного животного перемешивают с сухой хлорной известью в соотношении 1:3.

В соответствии с ведомственными строительными нормами ВСН 33-2.2.01.-85 предусматривается выбор участка для строительства оросительных систем с использованием животноводческих стоков с учетом естественной защищенности подземных вод.

О присутствии в почве патогенных микроорганизмов судят по косвенному показателю — наличию санитарно-показательных микроорганизмов (бактерий группы кишечной палочки, термофилы). Титр

кишечной палочки загрязненных участков почвы от 10^{-3} до 1^{-5} , а чистых — 1 и более.

Воздух

Состав микроорганизмов в воздухе непостоянен, что обусловлено недостатком питательных веществ и влаги в нем, более выраженным действием солнечной радиации и пр.

В воздухе обнаружено до 120 сапрофитных микроорганизмов различных видов: сенная, картофельная, капустная и грибовидная палочки; плесени — головчатая, кистевидная; дрожжи рода торула; актиномицеты, микрококки, стафилококки и др. Наибольшее содержание этих загрязнителей в воздухе обнаружено вблизи земной поверхности.

Самый чистый воздух в зоне полюса, над лесными массивами, морями, горами. Атмосфера значительно очищается от микроорганизмов во время дождя и снегопада.

В животноводческих и птицеводческих помещениях и в районах их влияния отмечается наиболее интенсивная обсемененность воздуха. Количество и состав микроорганизмов воздушной среды зависят от санитарно-гигиенического состояния помещений, плотности размещения животных, их состояния здоровья, а также от других факторов. Кроме сапрофитных микроорганизмов, в воздушной среде закрытых помещений могут встречаться патогенные микроорганизмы, в том числе микобактерии туберкулеза.

Кроме того, патогенные микроорганизмы, попадая в атмосферный воздух из почвы с пылью, выделениями людей и каплями аэрозолей, могут распространяться на значительное расстояние.

В пыли микобактерии туберкулеза, споры сибирской язвы, ботулизма, столбняка, стафилококки способны сохраняться длительное время. Однако сроки выживаемости микроорганизмов зависят не только от биологических свойств возбудителя, но и от влажности и температуры воздуха, интенсивности бактерицидного действия солнечных лучей и пр.

Выживаемость микробов в воздухе увеличивается при низких и особенно отрицательных температурах.

Солнечная радиация оказывает на микроорганизмы мутагенное и летальное действие. При этом кислород и оксид азота усугубляют влияние на них солнечной радиации.

В атмосферном воздухе, как и в других компонентах окружающей среды, могут изменяться видовые признаки и свойства (морфологические, биохимические, серологические) микроорганизмов, в результате чего возникают их атипичные формы. Такие микроорганизмы нередко вызывают атипичные, скрытые (латентные) инфекционные болезни, которые трудно диагностировать, и поэтому сложно разрабатывать мероприятия по их ликвидации.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите основные экологические факторы, определяющие жизнеспособность патогенных микроорганизмов в почве?
2. Каковы сроки выживаемости наиболее опасных патогенных микроорганизмов в почве?
3. Перечислите способы обеззараживания почвы, загрязненной не споровой (вегетативной формой) и споровой микрофлорой.
4. Какие патогенные микроорганизмы могут встречаться в воздушной среде закрытых помещений и продолжительность их выживаемости?

ТЕМА 2

ОСОБЕННОСТИ ВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Цель занятия: ознакомить студентов с экологическими последствиями аварии на ЧАЭС в Республике Беларусь; изучить особенности миграции радионуклидов в цепи почва – растение – продукция животноводства; ознакомиться с принципами ведения сельскохозяйственного производства на территориях с повышенным содержанием радионуклидов.

Экологическая обстановка в республике резко обострилась в связи с катастрофой на Чернобыльской АЭС, в результате которой пятая часть территории оказалась в зоне воздействия радиоактивного загрязнения. В основном это районы Гомельской и Могилевской, а также частично Брестской, Минской и Гродненской областей. Загрязнено более 1,7 млн. га сельскохозяйственных угодий, из которых 273 тыс. га полностью исключены из сельскохозяйственного оборота. Подверглось радиоактивному загрязнению более 2 млн. га леса, что составляет около 30% всего лесного фонда Беларуси.

По своим масштабам и долговременным последствиям эта авария является крупнейшей экологической катастрофой. Глобальность ее заключается не только в радиоактивном загрязнении больших территорий, но и в том, что она практически охватила все сферы общественной жизни, многие области науки и производства. В результате прежде динамично развивавшаяся республика превратилась в зону экологического бедствия. Из общественного потребления исключаются природные ресурсы, изымаются плодородные пахотные земли, сокращаются размеры пользования лесными, минерально-сырьевыми и другими ресурсами. Существенным образом меняются условия функционирования объектов производственного и социального назначения, расположенных в зонах загрязнения. Отселение из загрязненных радионуклидами населенных пунктов приводит к прекращению деятельности ряда предприятий и объектов социальной сферы. Республика имеет убытки от снижения объемов производства, неполной окупаемости средств, вложенных в здания, сооружения, оборудование, мелиоративные системы. Существенны потери топлива, сырья и материалов.

Согласно проведенным расчетам, суммарный ущерб, нанесенный республике чернобыльской аварией за период с 1986 по 2015 год в ценах на 01.06.1992г., составляет 6871,8 млрд. руб. Ущерб за период 1986-1990 гг. равен 45,55 млрд. руб., что составляет более 17,2% национального дохода республики за этот же период и в 1,7 раза больше бюджета республики 1991 года. В структуре общего ущерба наибольшую долю (свыше 81,6%) занимают дополнительные затраты, связанные с ликвидацией последствий аварии. В ценах на 01.06.1992 г., за период 1986-2015 гг. они составят 4791,5 млрд. руб. На долю прямых и косвенных потерь, упущенной выгоды приходится 1080,4 млрд. руб.

Сельское хозяйство является отраслью, наиболее пострадавшей от Чернобыльской катастрофы. Радиоактивному загрязнению ^{137}Cs с плотностью $> 37 \text{ кБк/м}^2$ в Беларуси подверглось более 1,8 млн. га сельскохозяйственных угодий, из которых 265 тыс. га, имеющих плотность загрязнения $^{137}\text{Cs} > 1480 \text{ кБк/м}^2$, $^{90}\text{Sr} > 111 \text{ кБк/м}^2$, плутонием - более $3,7 \text{ кБк/м}^2$, исключены из сельскохозяйственного оборота. Радиационная обстановка в Республике Беларусь в 1986 году потребовала ликвидации 30 сельскохозяйственных предприятий в Гомельской области, вывода из севооборота 91,1 тысячи гектар сельскохозяйственных угодий, в том числе пашни - 36,2 тысячи и кормовых угодий - 54,9 тысячи гектар. В мае 1986 года из южных районов Гомельской области, расположенных вблизи Чернобыльской АЭС, было эвакуировано 50,9 тысячи голов крупного рогатого скота, в том числе 22 тысячи коров (общественных) и от населения - 9,9 тысячи голов крупного рогатого скота; а также 12,8 тыс. голов свиней, 1,3 тыс. голов овец. Прямые потери от выбытия земель из оборота за период 1986-2015 гг. составят в ценах на 01.06.1992 г. 380,8 млрд. руб., стоимость недополученной в связи с этим валовой продукции исчисляется в 257,7 млрд. руб., потери основных производственных и оборотных фондов определены в размере 21,6 млрд. руб., основных фондов мелиоративного и водного хозяйства - в 5,3 млрд. руб., потери продукции личных подсобных хозяйств составят свыше 10 млрд. рублей. Суммарный ущерб, нанесенный сельскохозяйственному производству в результате аварии, составит 1730,9 млрд. руб. Структура земельного фонда Беларуси изменилась под влиянием последствий Чернобыльской катастрофы, в результате которой радиоактивному загрязнению была подвержена значительная часть территории страны площадью 4,8 млн. га (23% общей площади страны). Площадь загрязненных радиоактивным цезием сельскохозяйственных земель с плотностью выше 37 кБк/м^2 ($> 1 \text{ Ки/км}^2$) составила 1,8 млн. га. Из этой площади 265,4 тыс. га исключены из сельскохозяйственного оборота и переведены в прочие несельскохозяйственные земли. Также радиоактивными веществами загрязнено более 2 млн. га лесов.

На 01.01.2008 из сельскохозяйственного оборота выведено 248,7 тыс. га загрязненных радионуклидами земель или 1,2% общей площади территории Беларуси. При этом 160,3 тыс. га или 64,5% выведенных площадей относится к лесным и другим лесопокрытым землям, 69,6 тыс. га или 28,0% - к

неиспользуемым и иным землям, 18,7 тыс.га или 7,5% – к землям под болотами, 0,1 тыс.га – к землям под дорогами и иными транспортными коммуникациями.

Большая часть загрязненной территории расположена в пределах Гомельской области (82%), к Могилевской области относится 18%.

За послеаварийный период радиационная обстановка на сельскохозяйственных землях значительно улучшилась. Произошел распад короткоживущих радионуклидов. Концентрация долгоживущих радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в почве уменьшилась более чем на одну треть только благодаря естественному распаду. Установлено, что за прошедшие двадцать лет величина мощности экспозиционной дозы (МЭД) в пунктах наблюдений в Гомельской области, где выпало больше короткоживущих радионуклидов, снизилась в 10,3–13,0 раз, в Могилевской области – в 5,4–5,8 раза. Наблюдается постепенное уменьшение площади используемых загрязненных земель.

Сельскохозяйственное производство по состоянию на 01.01.2008 ведется на 1026,6 тыс.га земель, загрязненных ^{137}Cs с плотностью 37–1480 кБк/м². Основные массивы сельскохозяйственных угодий, загрязненных ^{137}Cs , сосредоточены в Гомельской (47,8% общей площади) и Могилевской (23,7%) областях. В Брестской, Гродненской и Минской областях доля загрязненных земель невелика и составляет соответственно 6,5%, 3,0 и 3,6%.

Загрязнение территории стронцием-90 имеет более локальный характер. Загрязнение с плотностью более 6 кБк/м² обнаружено примерно на 10% общей площади страны. Максимальный уровень содержания (1798 кБк/м²) выявлен в границах 30-километровой зоны ЧАЭС в Хойникском районе Гомельской области. Содержание ^{90}Sr достигает также значительных величин (до 1370 кБк/м²) в северной части Гомельской области (Ветковский район), а в Могилевской области (Чериковский район) оно составляет до 29 кБк/м².

Земли, загрязненные ^{90}Sr , находятся в пределах зон загрязнения ^{137}Cs , что весьма затрудняет сельскохозяйственное производство. Распределение площади сельскохозяйственных земель, загрязненных ^{90}Sr с плотностью более 5,6 кБк/м² (более 0,15 Ки/км²) в разрезе административных областей Беларуси, иллюстрирует таблица 2.

Таблица 2

*Плотность загрязнения сельскохозяйственных земель ^{90}Sr
(по данным Минсельхозпрода Республики Беларусь на 01.01.2008)*

Область	Площадь тыс.га	Всего загрязнено >5,6 кБк/м ² (>0,15 Ки/км ²)		В % по зонам загрязнения, кБк/м ² (Ки/км ²)		
		тыс.га	%	5,6–11,0 (0,15–0,30)	11,1–37,0 (0,31–1,00)	37,1– 107,0 (1,01– 2,99)
Сельскохозяйственные земли						
Брестская	1209,7	1,3	0,1	100,0	–	–

Гомельская	1223,7	326,1	26,7	55,5	37,0	7,5
Могилевская	1147,3	16,3	1,5	96,0	4,0	–
Всего по Беларуси	7584,0	343,7	4,5	58,0	35,0	7,0
Пашня						
Брестская	671,3	1,0	0,2	100,0	–	–
Гомельская	690,6	184,8	26,6	55,5	36,0	8,5
Могилевская	710,6	8,8	1,2	99,5	0,5	–
Всего по Беларуси	4601,5	194,6	4,2	58,0	34,0	8,0
Сенокосы и пастбища						
Брестская	532,8	0,4	0,1	100,0	–	–
Гомельская	527,2	141,3	26,8	55,5	38,5	6,0
Могилевская	427,5	7,4	1,7	92,5	7,5	–
Всего по Беларуси	2926,7	149,1	5,1	57,0	37,0	6,0

Из общей площади земель, загрязненных стронцием-90, 94,9% сосредоточены в Гомельской области. В Могилевской и Брестской областях доля таких земель невелика и составляет соответственно 4,7 и 0,4%.

В настоящее время преобладающая часть радионуклидов, выпавших на почву, находится в верхних слоях. Миграция цезия-137 и стронция-90 вглубь происходит медленно, со средней скоростью 0,3–0,5 см/год, поэтому угроза загрязнения водоносных горизонтов практически отсутствует. Скорость миграции стронция-90 несколько выше, чем цезия-137, при этом темпы миграции увеличиваются с возрастанием степени увлажнения почв.

В результате горизонтальной миграции радионуклидов с ветром, при пожарах, с поверхностным стоком паводковых и дождевых вод, а также вследствие хозяйственной деятельности происходит незначительное локальное очищение одних участков почвы и загрязнение других. Особенно активно идет аккумуляция радионуклидов в пониженных элементах рельефа, что сказывается на посевах в нижней части склонов. По данным исследований РУП «Институт почвоведения и агрохимии», в зернотравяных севооборотах плотность загрязнения почв цезием-137 в зоне аккумуляции может увеличиваться до 20–25%, под пропашными культурами – до 75% от исходного. В качестве защитной меры рекомендовано использование системы почвозащитных севооборотов и специальной обработки почв с периодическим глубоким (до 40 см) безотвальным рыхлением плужной подошвы.

Поступление радионуклидов в культуры существенно зависит от гранулометрического состава почв и режима их увлажнения. На песчаных почвах переход радионуклидов в растения примерно вдвое выше, чем на суглинках, особенно при низкой обеспеченности почв обменным калием. На переувлажненных песчаных почвах, преобладающих в белорусском Полесье,

высокая степень загрязнения кормов наблюдается даже при относительно низких плотностях загрязнения почв радионуклидами. Особенно высокими переходами в растения радионуклидов характеризуются широко распространенные в Полесье торфяные почвы. При одинаковой плотности загрязнения с минеральными почвами переход ^{137}Cs в растения на торфяных почвах в 4–10 раз выше.

Наиболее эффективными в комплексе защитных мер по уменьшению перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr из почвы в растения является известкование кислых почв, внесение повышенных доз минеральных и органических удобрений, подбор культур и сортов, минимально накапливающих радионуклиды. За послеаварийный период в Беларуси переход ^{137}Cs из почвы в сельскохозяйственную продукцию снизился более чем на порядок. По экспертной оценке, около половины этого снижения обусловлено проведением контрмер, другая половина приходится на природные факторы распада и фиксации почвой радионуклидов цезия. Поступление ^{90}Sr в пищевую цепь удалось снизить только до 3 раз, поскольку доступность его растениям имеет тенденцию к повышению.

Миграция радионуклидов в цепи почва – растение – продукция животноводства

На территории радиоактивного загрязнения после катастрофы на Чернобыльской АЭС ведущим с точки зрения радиационной опасности является ^{137}Cs . Отличительная особенность миграции ^{137}Cs в системе «почва – растение – продукция животноводства» – исключительно высокая мобильность этого радионуклида в регионах распространения легких песчаных и супесчаных почв подзолистого и болотного типов. Низкие значения рН этих почв, обогащенность органическим веществом (торфяники), малое содержание глинистых минералов, невысокая поглотительная способность твердой фазы предопределяют очень большие коэффициенты перехода ^{137}Cs из почв в растения (в 5-10 и более раз выше, чем на суглинках и глинистых почвах, обогащенных элементами минерального питания растений).

Второй представляющий интерес радионуклид ^{90}Sr . Переход стронция в продукцию животноводства связан не только с уровнем загрязнения территории, но и с характером использования кормовой базы. При наличии окультуренных пастбищ динамика концентрации радионуклида в молоке носит более равномерный характер. В стойловый период наблюдается повышенный переход ^{90}Sr из рациона в молоко коров, что усугубляется использованием сена с высоким содержанием ^{90}Sr .

Среди пищевых продуктов, с которыми радионуклиды поступают в организм человека (молоко, мясо) являются основными источниками дополнительного внутреннего облучения. Попав в желудочно-кишечный тракт животного, радиоцезий активно включается в обменные процессы, происходящие в организме. Вне зависимости от исходного химического состояния радионуклид под влиянием пищеварительных соков становится

доступным для всасывания в кровь. Исследования, проведенные различными методами на многих видах животных, указывают на 100% всасывание цезия-137 из содержимого желудочно-кишечного тракта. Однако у жвачных животных всасывание цезия-137 составляет лишь 50-80%. Основным участком всасывания радионуклида является тонкий отдел кишечника. Низкое всасывание цезия-137 у жвачных связывают с высокими сорбционными свойствами грубых кормов и увеличенным количеством непереваримых остатков корма.

Накопление радионуклидов в организме связано со свойствами радионуклида, уровнем и полноценностью кормления животных, видом животных, их возрастом и физиологическим состоянием. Основным местом отложения ^{90}Sr является скелет, ^{137}Cs концентрируется в мягких органах и тканях. По отложению ^{90}Sr в скелете сельскохозяйственных животных можно расположить в следующий возрастающий ряд: крупный рогатый скот (КРС) < козы < овцы < свиньи < куры. Отложение ^{137}Cs в организме также наиболее интенсивно происходит у кур, а меньше всего — у КРС. Установлено снижение поглощения радионуклидов в желудочно-кишечном тракте взрослых и старых животных. Это объясняется более слабой проницаемостью мембран кишечной стенки и меньшей потребностью взрослого организма в минеральных веществах.

У высокопродуктивных животных 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.

На основании обобщения экспериментального материала последних лет установлены коэффициенты перехода радионуклидов из суточного рациона в продукцию животноводства (табл. 3).

Из таблицы видно, что цезий-137 более интенсивно переходит из кормов в молоко и мясо по сравнению со стронцием-90.

Таблица 3.

Коэффициенты перехода (K_n) радионуклидов из суточного рациона в продукцию животноводства (в % на 1 кг продукта)

Вид продукции	Радионуклиды	
	цезий-137	стронций-90

Молоко коровье	0,62	0,14
в том числе:		
в стойловый период	0,48	0,14
в пастбищный период	0,74	0,14
Говядина	4	0,04
Свинина	25	0,10
Баранина	15	0,10
Мясо кур	450	0,20
Яйцо	3,5	3,20

Установлена связь между содержанием клетчатки в загрязненном рационе коров при стойловом содержании и переходом цезия-137 в молоко. Так, с увеличением содержания клетчатки в рационе от 1,3-1,8 до 3,1 кг/сутки отмечается уменьшение коэффициента перехода ^{137}Cs от 0,9 до 0,6.

Принципы ведения сельскохозяйственного производства на территориях с повышенным содержанием радионуклидов

Основные проблемы, требующие решения при организации агропромышленного производства на территориях с повышенным содержанием радионуклидов, — получение сельскохозяйственной продукции, отвечающей радиологическим стандартам, и минимизация доз облучения специалистов, занятых в АПК.

Радиологические стандарты выражают в виде допустимых концентраций радионуклидов в пищевых продуктах (их измеряют в Бк/кг). При установлении этих концентраций исходят из радиобиологических (дозиметрических) показателей — пределов доз облучения человека, которые формируются при потреблении пищевых продуктов, содержащих радионуклиды в этих концентрациях. Таким образом, реализуется дозовый принцип ограничения облучения человека от радионуклидов, содержащихся в агросфере (эффект облучения зависит от его дозы). В качестве производных критериев допустимого содержания радионуклидов на сельскохозяйственных угодьях используют плотность их загрязнения определенным радионуклидом (ее выражают в Бк/м²). При этом предполагают, что при допустимой плотности загрязнения сельскохозяйственных угодий концентрация радионуклидов в производимой сельскохозяйственной продукции не превышает допустимых концентраций в ней радионуклидов.

В основу организации агропромышленного производства на загрязненных угодьях положен зональный принцип, согласно которому особенности ведения сельского хозяйства, а также интенсивность защитных мероприятий, направленных на получение продукции, отвечающей радиологическим стандартам, определяются плотностью радиоактивного загрязнения, исходя из которого, территорию разделяют на зоны с определенным содержанием радионуклидов. Разделение на зоны по плотности радиоактивного загрязнения предопределяется неодинаковым

накоплением биологически значимых радионуклидов в основных сельскохозяйственных продуктах (молоко, мясо, продукция растениеводства и др.).

Согласно Закону Республики Беларусь «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС», ведение сельскохозяйственного производства на территории, загрязненной радионуклидами цезия-137 и стронция-90, возможно в трех зонах.

К *первой зоне* относятся земли с плотностью загрязнения цезием-137 1—5 Ки/км² и стронцием-90 менее 0,3 Ки/км², где производство ведется в обычном порядке и содержание радионуклидов в продукции не превышает республиканские допустимые уровни.

Во *вторую зону* входят земли с плотностью загрязнения цезием-137 5—15 Ки/км² и стронцием-90 0,3—1 Ки/км².

Третья зона включает земли с плотностью загрязнения цезием-137 15—40 Ки/км² и стронцием-90 1—3 Ки/км².

В последних двух зонах производство продукции ведется с внедрением специальных приемов, направленных на снижение поступления радионуклидов в продукцию растениеводства и животноводства.

Производство сельскохозяйственной продукции в зонах радиоактивного загрязнения регламентируется «Руководством по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь», которое издается с учетом изменения радиационной обстановки через каждые 5 лет.

Для получения сельскохозяйственной продукции с допустимым содержанием радионуклидов и обеспечения радиационной безопасности населения разработаны и реализуются организационные, агротехнические, агрохимические, технологические и санитарно-гигиенические мероприятия.

Организационные мероприятия включают ряд последовательных и взаимосвязанных мер. В связи с тем, что загрязнение радионуклидами произошло неравномерно, первоочередным мероприятием является инвентаризация угодий по плотности загрязнения радионуклидами и составление карт радиоактивного загрязнения земель. На основании этого составляется прогноз содержания радионуклидов в будущем урожае и продукции животноводства. Это позволяет заранее планировать подбор культур для возделывания на загрязненных радионуклидами угодьях, их размещение по полям севооборотов с учетом плотности загрязнения почв и использование получаемой продукции. Для прогноза используют значения коэффициентов перехода радионуклидов (цезия-137 и стронция-90) из почвы в урожай при плотности загрязнения 1 Ки/км². Значения коэффициентов перехода определены для основных сельскохозяйственных культур, для преобладающих типов почв с учетом содержания в них обменного калия и уровня кислотности. Расчет предполагаемого уровня загрязнения продукции животноводства производится на основе уровня содержания радионуклидов в рационе (суммарной активности кормов, входящих в состав суточного

рациона) и коэффициентов перехода радионуклидов из рациона в продукцию. Коэффициенты перехода цезия-137 и стронция-90 определены в процентном выражении на 1 кг молочной и мясной продукции.

По результатам прогноза производится инвентаризация угодий и определение полей для выращивания культур различного использования: на продовольственные цели; для производства кормов; для получения семенного материала: на технологическую переработку. Организационные мероприятия предусматривают изменение структуры посевных площадей и севооборотов (внедряются четырех- и пятипольные севообороты); переспециализацию отраслей животноводства; организацию радиационного контроля сельскохозяйственной продукции; исключение угодий из хозяйственного использования или перевод выведенных из землепользования в хозяйственное использование; оценку эффективности защитных мероприятий и уровня загрязнения урожая после их проведения.

Среди *агротехнических мероприятий* особое место отводится подбору культур. При этом учитывается их способность накапливать радионуклиды в товарной части. Для возделывания подбирают культуры и сорта с минимальными коэффициентами накопления радионуклидов. Установлено, что накопление цезия-137 на единицу сухого вещества однолетними культурами уменьшается в следующем порядке: зерно люпина, зеленая масса (пелюшка, редька масличная, рапс, горох, вика), зерно гороха и вики, семена рапса, солома ячменя, овса, озимой ржи, озимого тритикале, озимой пшеницы, зерно кукурузы, овса, озимой ржи, озимого тритикале, ячменя, яровой пшеницы, озимой пшеницы.

Убывающий ряд культур по накоплению стронция-90 существенно отличается от ряда по накоплению цезия-137: клевер, горох, рапс, люпин, однолетние бобово-злаковые смеси, многолетние злаковые травы, солома ячменя и овса, зеленая масса кукурузы и озимой ржи, свекла кормовая, зерно ячменя, овса, озимой ржи, картофель.

Наибольшей способностью аккумулировать цезий-137 и стронций-90 отличаются многолетние травы естественных сенокосов и пастбищ. Осоково-злаковые и особенно осоковые ценозы, произрастающие на пониженных, постоянно переувлажненных поймах рек, накапливают ^{137}Cs в 5—100 раз больше, чем злаковые ценозы из ежи сборной и мятлика лугового. По степени уменьшения накопления ^{90}Sr травы располагаются в следующем порядке: разнотравье, осоки, ежа сборная, мятлик.

В связи с проведенным комплексом агротехнических и агрохимических мероприятий и естественными процессами уменьшения подвижности радиоцезия в почве производство зерновых культур и картофеля на продовольственные цели возможно при плотности загрязнения пахотных угодий цезием-137 до 15 Ки/км². В зоне 15—40 Ки/км² возделывание на продовольственные цели озимой пшеницы, ржи, ячменя, картофеля, некоторых овощных культур (огурцы, кабачки, томаты) возможно только на хорошо окультуренных дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных почвах (при отсутствии загрязнения почв ^{90}Sr). На окультуренных песчаных

почвах возделывание этих культур возможно при плотности загрязнения почв менее 30 Ки/км². При возделывании корнеплодов — свеклы и моркови — необходимо учитывать уровень загрязнения почвы ⁹⁰Sr и осуществлять прогноз возможного накопления.

При плотности загрязнения почв ⁹⁰Sr 1—3 Ки/км² невозможно возделывание столового картофеля и зерновых культур на продовольственные цели. Зерновые культуры используются на фураж для мясного откорма животных и производства молока-сырья. На дерново-подзолистых почвах, загрязненных преимущественно ¹³⁷Cs, рекомендуют выращивать клевер, так как он накапливает меньше (в среднем на 30%) радиоцезия, чем многолетние злаковые травы. При наличии в почве ⁹⁰Sr (плотность загрязнения более 0,3 Ки/км²) клевер накапливает его в 2,5 раза больше, чем злаковые травы. Для обеспечения кормового рациона белком рекомендуют выращивать клеверно-злаковые травосмеси. На загрязненных торфяно-болотных почвах подбирают для выращивания только злаковые травосмеси, так как клевер здесь накапливает примерно в два раза больше ¹³⁴Cs и ⁹⁰Sr, чем многолетние злаковые травы.

Незаменимой кормовой культурой в зонах радиоактивного загрязнения является кукуруза, высокие урожаи зеленой массы которой можно получать как в севообороте, так и в бессменных посевах в течение двух-трех лет.

В зонах с высокой плотностью загрязнения ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr рекомендуется возделывать травы на семенные цели.

К *технологическим мероприятиям* относятся различные методы переработки продукции, содержащей радионуклиды. Эффективность переработки оценивается по коэффициенту очистки. Коэффициент очистки — это отношение удельной активности сырья к удельной активности продукта, полученного из этого сырья. Он показывает, во сколько раз уменьшается содержание радионуклида в продукте по сравнению с сырьем. Эффективные механические методы переработки зерна — обрушивание (удаление кроющих оболочек) и помол на муку — приводят к уменьшению концентрации радионуклидов в 2—5 раз. Наиболее эффективна технологическая переработка зерна, т.е. на крахмал и спирт с коэффициентами очистки соответственно 50 и 1000 раз.

У овощей и картофеля промывание водой снижает содержание радионуклидов в 3—10 раз; отваривание — до 5 раз; удаление кроющих листьев — в 5 раз; снятие кожуры — в 3 раза; удаление головки у корнеплодов — в 5 раз; промывание нарезанных овощей 0,1%-ным раствором уксусной, лимонной или соляной кислоты — в 30 раз; засолка и маринование — в 3—5 раз. Масличные культуры перерабатывают на масло, где кратность очистки составляет 500 раз. При переработке сахарной свеклы на сахар коэффициент очистки составляет 70—90. За рубежом из сырья, содержащего радионуклиды, получают кормовой и пищевой белок, глюкозу, фруктозу, ферменты, органические кислоты и другие продукты.

Эффективность контрмер в агропромышленном комплексе оценивается по радиоэкологическим показателям (по снижению концентрации

радионуклида в сельскохозяйственном продукте), радиологическим критериям (по уменьшению дозы облучения человека при потреблении им радионуклидсодержащей сельскохозяйственной продукции) и радиолого-экономическим показателям (экономические затраты на единицу снижения дозы облучения).

Знание типичных радиологических ситуаций позволяет заблаговременно прогнозировать относительную значимость внешнего и внутреннего облучения населения и планировать на этой основе соответствующие профилактические мероприятия. Однако реальный вклад этих источников радиационного воздействия в суммарную дозу может существенно варьировать даже для одного типа радиологической ситуации, например, от преимущественно внешнего облучения (при проживании и ведении трудовой деятельности на загрязненной территории и снабжении населения привозными «чистыми» продуктами) до преобладания внутреннего облучения (при потреблении содержащих радионуклиды продуктов питания за пределами загрязненного региона). Следует учитывать также, что возможности уменьшения внутреннего облучения, обусловленного потреблением загрязненных продуктов питания, гораздо шире, чем внешнего (снижение доз внешнего облучения населения на небольших территориях связано, как правило, с очень высокими экономическими затратами).

В *растениеводстве* важным способом снижения поступления радионуклидов в сельскохозяйственные культуры служит подбор видов и сортов растений, характеризующихся минимальным накоплением радионуклидов. В *луговодстве* и *кормопроизводстве* к числу наиболее эффективных по радиоэкологическим показателям (снижение концентрации радионуклидов в растениях) относится перевод низкопродуктивных естественных пастбищ в искусственные (сеяные травы) с известкованием и внесением удобрений. В *защите растений*, выращиваемых на загрязненных угодьях, важную роль играет оптимизация применения химических средств защиты, обеспечивающая минимизацию содержания токсикантов в пищевых продуктах (радионуклидов и веществ нерадиационной природы).

В *животноводстве* основное внимание уделяют рациональному кормлению животных, обеспечивающему получение продукции, отвечающей радиологическим стандартам (в частности, перевод животных в предубойный период на «чистые» корма, введение в рацион специальных добавок для ограничения перехода радионуклидов в продукцию животноводства, например, ферроцианидов для снижения концентрации ^{137}Cs в молоке и мясе, кальциевых препаратов для уменьшения перехода ^{90}Sr в молоко).

В *ветеринарной медицине* при содержании животных на загрязненных территориях применяют комплекс мер, направленных на исключение лучевой патологии (ограничение поступления радионуклидов в организм животных и обусловленное этим снижение дозы внутреннего облучения, уменьшение дозы внешнего облучения).

В перерабатывающих отраслях АПК используют ряд технологических процессов, обеспечивающих более низкие концентрации радионуклидов в конечных (пищевых) продуктах, чем в сырье например, переработка молока в масло, получение сахара, растительного масла, крахмала).

При сильном радиоактивном загрязнении сельскохозяйственных угодий получение пригодной по содержанию радионуклидов продукции становится невозможным, точнее нерациональным с экономической и радиационно-гигиенической точек зрения. В этих случаях может оказаться целесообразным перепрофилирование отдельных отраслей АПК, а в крайнем случае — полное прекращение сельскохозяйственной деятельности человека (как это было, на пример, в 30-километровой зоне Чернобыльской АЭС).

В этих случаях возникает проблема постепенной реабилитации загрязненных сельскохозяйственных угодий и возвращения их в хозяйственный оборот с учетом радиологических характеристик (распад радионуклидов, уменьшение их биологической подвижности в агрофере и экономико-социальных факторов).

Контрольные вопросы:

1. Каковы последствия аварии на ЧАЭС на сегодняшний день?
2. Какие принципы ведения сельскохозяйственного производства применяются на территориях с повышенным содержанием радионуклидов?
3. Что регламентирует закон РБ «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС»?
4. Какие способы снижения поступления радионуклидов в сельскохозяйственные культуры используются в растениеводстве?
5. Как можно снизить уровень поступления радионуклидов в сельскохозяйственную продукцию в животноводстве и ветеринарной медицине?
6. Какие технологические приемы используются в перерабатывающих отраслях АПК для обеспечения более низких концентраций радионуклидов в конечных (пищевых) продуктах?

ТЕМА 3

МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ПОСТУПЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В ПРОДУКЦИЮ ЖИВОТНОВОДСТВА.

Цель занятия: ознакомить студентов с приемами производства продукции животноводства с допустимым уровнем содержания радионуклидов. Ознакомиться с изменением условий содержания и рационов кормления крупного рогатого скота на заключительной стадии откорма, с введением в рацион специальных добавок, снижающих переход радионуклидов в продукты животноводства. Ознакомиться с технологической переработкой продуктов животноводства и

перепрофилированием отраслей животноводства, находящихся на территориях с повышенным содержанием радионуклидов.

Основной задачей ведения животноводства в зонах радиоактивного загрязнения является получение продукции, соответствующей требованиям республиканских допустимых уровней. Проведение защитных агромелиоративных и зоотехнических мероприятий позволяет значительно снизить производство молока и мяса с превышением допустимых уровней по содержанию ^{137}Cs и ^{90}Sr . В системе этих мероприятий выделяют 4 группы приемов:

- 1) производство кормов с допустимым содержанием радионуклидов, содержание животных на пастбищах, подвергшихся радиоактивному загрязнению, в том числе их мелиорация, ведущая к уменьшению концентрации цезия-137 в растительности и, как следствие, к снижению перехода радионуклида в продукты животноводства;
- 2) изменение условий содержания и рационов кормления крупного рогатого скота на заключительной стадии откорма, введение в рацион специальных добавок, снижающих переход радионуклидов в продукты животноводства;
- 3) технологическая переработка продуктов животноводства;
- 4) перепрофилирование отраслей животноводства.

Известно, что более 90% радионуклидов поступает в организм животных с кормами, поэтому качеству их уделяется особое внимание. Чтобы уменьшить содержание радионуклидов в кормах, проводят поверхностное и коренное улучшение пастбищ и сенокосов. Для получения гарантированно чистых молока и мяса устанавливают пределы допустимого содержания (ПДС) ^{137}Cs и ^{90}Sr в суточном рационе животных и предельно допустимые уровни (ПДУ) радиоактивного загрязнения различных кормов.

При загрязнении отдельных видов кормов, превышающем предельно допустимый уровень, нормирование радионуклидов в рационе производится за счет увеличения доли более чистых кормов.

Для получения молока, соответствующего нормативам, рекомендуется использовать улучшенные и культурные пастбища и сенокосы, а также скармливать скоту при стойловом содержании скошенную траву и не выпасать его на пастбищах со слабой дерниной и низким (менее 10 см) травостоем. При стойловом содержании рекомендуют включать в рацион сено с культурных сенокосов, силос сеяных трав и кукурузы, кормовую свеклу и концентраты.

Выращивание и начальный откорм молодняка проводятся без ограничений по обычным рационам. Если радиоактивное загрязнение кормов превышает допустимые уровни и не позволяет нормировать суточный рацион на уровне ПДС, тогда выращивание и откорм скота проводится в два этапа. На первом этапе кормление животных проводят по принятой в хозяйстве технологии без ограничений. В последние два месяца откорма

используют рационы, включающие кукурузный силос, сенаж из однолетних трав, корнеплоды, барду, в которых содержание ^{137}Cs не превышает ПДС. Контроль рациона по содержанию ^{90}Sr не проводят, потому что переход его в мышечную ткань не превышает 0,04%, в то время как переход ^{137}Cs в 100 раз больше и составляет 4%.

Для снижения перехода радионуклидов в молоко и мясо рекомендуют обогащать рацион кормовыми добавками, которые избирательно связывают радионуклиды цезия в коллоиды в желудочно-кишечном тракте животных. В качестве таких добавок наиболее эффективны ферроцианидные препараты, основу которых составляет гексоцианоферрат железа. Применение этих препаратов в составе болюсов, комбикорма, соли-лизунца лактирующим коровам и молодняку на заключительной стадии откорма позволяет снизить концентрацию ^{137}Cs в молоке от 3 до 10 раз, в мясе — от 2 до 5 раз в зависимости от уровня загрязнения рационов цезием.

В первые недели после радиационного выброса введение йодистого калия в рацион способствовало уменьшению радиоактивного йода-131 в молоке на 50%.

Снижение радионуклидов в молоке и мясе отмечается при насыщении рациона минеральными веществами, особенно с содержанием кальция и калия, а также микроэлементами, белково-витаминными препаратами.

В хозяйствах, расположенных на почвах с плотностью загрязнения 15—40 Ки/км², где невозможно получение молока, целесообразна переспециализация молочного скотоводства на мясное с разведением скота симментальской породы или переспециализация скотоводства на свиноводство и птицеводство.

Для удаления радионуклидов из молока применяют различные методы очистки и переработки молока-сырья. При очистке используют ионно-обменные смолы (пирофосфат и циазит), хорошо поглощающие ионы цезия и стронция, 80—90% которых удаляется вместе со смолами при тонкой фильтрации молока. Такой же эффект дает сепарирование молока. Технологическая переработка молока на сливки, творог, масло, сыр сопровождается переходом радионуклидов в обрат, сыворотку и пахту. При этом в сливках остается 4,5—10% цезия-137 и 2,2—4,7% стронция-90, в твороге — соответственно 5,2—13,4 и 16—35%, а в масле около 1% от исходного содержания радионуклидов в молоке. В молоке стронций-90 связан белками. Для лучшей очистки молока от стронция-90 добавляют лимонную, уксусную или соляную кислоты, которые образуют со стронцием-90 растворимые в воде соли и нерастворимые, выпадающие в осадок. К эффективным методам очистки относится переработка молока на сгущенное и сухое; сливок — на сгущенные и сухие. В процессе приготовления сухих продуктов исходное сырье нагревают до температуры более 400°C, при которой происходит испарение ^{137}Cs из сырья. Практически не остается радионуклидов в топленом масле.

Мясо, содержащее радионуклиды, вымачивают в воде с последующим посолом; в подкисленном растворе (10%-ная соляная, уксусная или лимонная

кислота); в соленом растворе. Мясо можно хорошо посолить и затем несколько раз вымочить в чистой воде. Эти приемы снижают содержание радионуклидов на 80—90%. Кулинарная обработка (10-минутная варка мяса в кипящем бульоне с последующим сливанием его и заменой чистой водой) приводит к переходу 50-60% ^{137}Cs из мяса в бульон. В мясе ^{90}Sr практически не накапливается. Из костей в бульон вываривается 1-2% ^{90}Sr .

Об эффективности защитных мероприятий, а также о необходимости их проведения говорят следующие результаты. Проведение в Республике Беларусь таких защитных мероприятий, как выведение из использования земель, где невозможно получение продукции с нормативным содержанием радионуклидов; исключение из севооборота культур, накапливающих радионуклиды; повсеместное проведение известкования кислых почв и внесение повышенных доз фосфорных и калийных удобрений, залужение и перезалужение сенокосов и пастбищ позволило снизить поступление ^{137}Cs в продукцию растениеводства в 5 раз. В результате производство молока, превышающего нормативы по содержанию цезия-137, уменьшилось с 18% в 1986 г. до 0,5% в 1996 г., а мяса с 4,3% до 0,001% соответственно. Однако следует учитывать, что требования республиканских нормативов по содержанию радионуклидов многократно превышают до аварийный уровень.

Контрольные вопросы:

1. Что предусматривают организационные мероприятия по снижению поступления радионуклидов в продукцию животноводства?
2. Какие приемы используются при проведении защитных агрономелиоративных и зоотехнических мероприятий для снижения производства молока и мяса с превышением допустимых уровней радионуклидов?
3. Введение в рацион каких специальных добавок снижает переход радионуклидов в продукты животноводства?

Рекомендуемая литература

1. Баранников, В.Д. / Экологическая безопасность сельскохозяйственной продукции / В.Д. Бочаров, Н.К. Кириллов. – Москва: КолосС, 2005. – 352 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
2. О качестве и безопасности сырья и пищевых продуктов для жизни и здоровья человека : Закон Респ. Беларусь от 29 июня 2003 г. № 217-З [Принят Палатой представителей 23 мая 2003 года, одобрен Советом Республики 11 июня 2003 года]. – Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2003. – № 2/966.
3. Правила осуществления контроля за содержанием вредных веществ и их остатков в живых животных и продукции животного происхождения при экспорте их в страны Европейского Союза / А.М. Аксенов [и др.]. – Витебск: УО «ВГАВМ», 2006. – 38 с.
4. Экологические и радиобиологические последствия Чернобыльской катастрофы для животноводства и пути их преодоления / Р.Г. Ильязов [и др.] ; Под редакцией чл.-корр. АН РТ Р.Г. Ильязова. – Казань : Изд-во "Фэн" Академии Наук РТ, 2002. – 330 с.
5. Ятусевич, А.И. Общая и ветеринарная экология/А.И.Ятусевич и др.-Минск: ИВЦ Минфина, 2009.- 302 с.

Учебное издание

Медведская Тамара Вячеславовна,
Субботин Александр Михайлович
Мацинович Мария Степановна

***Биотические и антропогенные факторы и их влияние на
сельскохозяйственную продукцию***

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск Медведская Т.В.
Технический редактор Р. И.Тихонова
Компьютерный набор и верстка
Корректор И. Н. Пригожая

Подписано в печать _____ Формат 60х90 1/16. Бумага писчая.
Гарнитура Times New Roman. Ризография.
Усл. печ. л. 1,8. Уч.-изд. л. 2,0 . Тираж ____ экз. Заказ _____.

Издатель и полиграфическое исполнение УО «Витебская ордена «Знак
Почета» государственная академия ветеринарной медицины»
ЛИ №: 02330/0494345 от 16.03.2009 г.
210026, г. Витебск, ул 1-я Доватора 7/11.
тел. 8 (0212) 35-99-82.