**Содержание**

Введение

1. Действие внешнего ионизирующего облучения на организм животного
2. Загрязнение продукции в ближайший и отдалённый период после выпадения радиоактивных осадков
3. Влияние ядерного взрыва на ветеринарное имущество

Заключение

Список литературы

**Введение**

При взрыве водородной бомбы выделяются нейтроны высокой энергии, которые обладают способностью вызывать реакцию деления ядер 238U, являющегося основной составной частью смеси природного урана (в смеси изотопов урана его 99,284 %). В бомбах такого типа осуществляются три стадии: вначале реакция деления 235U (239Pu), затем реакция синтеза (дейтерия и трития) и, наконец, вновь реакция деления урана (238U). Все эти стадии реакций и ядерных превращений быстротечны, взрыв происходит в течение миллионной доли секунды.

В результате деления ядер урана или плутония образуется довольно большое количество так называемых осколков деления. Большинство осколков деления (их образуется около 80) представляют собой радиоактивные изотопы более легких элементов, от 72Zn до 161Тb. Они подвергаются радиоактивному распаду, образующиеся нуклиды, в свою очередь, радиоактивны (испускают β-частицы и нередко γ-кванты). Каждый осколок претерпевает обычно несколько радиоактивных распадов до того, как превратится в стабильный нуклид. Ниже приведен один из подобных примеров радиоактивного распада осколка (в скобках даны периоды полураспада): бром-90 (16 с)→криптон-90 (33 с)→рубидий-90 (2,74 мин)→стронций-90 (28 лет)→иттрий-90 (64,2 ч)→цирконий-90 (стабильный изотоп).

Кроме того, в составе продуктов ядерного взрыва в заметных количествах (особенно в первые дни после взрыва) находятся продукты нейтронной активации. При ядерном взрыве в расчете на 1 килотонну мощности взрыва образуется 2,25∙1023 нейтронов, которые, взаимодействуя с конструктивными материалами бомбы и ядрами элементов почвы, воды и воздуха, превращают стабильные элементы в радионуклиды. При наземном взрыве бомбы мощностью 1 мегатонна через сутки радиоактивность осколков деления составляет 4∙109 Ки, продуктов нейтронной активации—108 Ки. С радиологической точки зрения из всех радионуклидов, являющихся продуктами нейтронной активации, выделяются 3Н, 14С, 54Мn и 55Fe.

Выпадение радиоактивных продуктов ядерного взрыва начинается уже вскоре после взрыва. В непосредственной близости от эпицентра выпадают довольно крупные частицы диаметром около 1 см. Более мелкие частицы оседают на поверхность земли в более отдаленных местах на расстоянии нескольких сот километров от эпицентра. Это так называемые *локальные,* или, как их еще называют, *местные,* выпадения, которые, как считают, формируют *след радиоактивного облака* в течение ближайших 10—20 ч после взрыва. В связи с тем что направление и скорость ветра на разных высотах между нижней кромкой радиоактивного облака и поверхностью земли существенно различаются, конфигурация следа радиоактивного облака в конкретных случаях может отличаться от схематических сигарообразных изображений, приводимых в руководствах и популярной литературе.

При ядерных взрывах большой мощности (1 мегатонна и более) и взрывах ядерных боеприпасов на больших высотах определенное количество радиоактивных частиц попадает в стратосферу (слой атмосферы, расположенный над тропосферой, толщиной 8—55 км). Аэрозольные частицы, инжектированные в стратосферу, в последующем переносятся в тропосферу, из нее они удаляются в результате вымывания дождем или сухого осаждения частиц.

Все вышеперечисленные продукты взрыва ядерной бомбы оказывают губительное действие на животных, попадают в почву и на растения, загрязняют окружающую среду.

1. **Действие внешнего ионизирующего излучения на организм животного**

Источники ионизирующего излучения (радионуклиды) могут находиться вне организма и (или) внутри его. Если животные подвергаются воздействию излучения извне, то говорят о *внешнем облучении,* а воздействие ионизирующих излучений на органы и ткани от инкорпорированных радионуклидов называют *внутренним облучением.* В реальных условиях чаще всего возможны различные варианты и внешнего, и внутреннего облучения. Такие варианты воздействия называются *сочетанными радиационными поражениями.*

Доза внешнего облучения формируется главным образом за счет воздействия γ-излучения; α- и β-излучения не вносят существенного вклада в общее внешнее облучение животных, так как они в основном поглощаются воздухом или эпидермисом кожи. Радиационное поражение кожных покровов β-частицами возможно в основном при содержании скота на открытой местности в момент выпадения радиоактивных продуктов ядерного взрыва или других радиоактивных осадков.

Характер внешнего облучения животных во времени может быть различным. Возможны разные варианты *Однократного* облучения, когда животные подвергаются радиационному воздействию в течение короткого промежутка времени. В радиобиологии принято считать однократным облучением воздействие радиации на протяжении не более 4 сут. Во всех случаях, когда животные подвергаются внешнему облучению с перерывами (они могут быть различными по продолжительности), имеет место *фракционированное (прерывисто»)* облучение. При непрерывном длительном воздействии ионизирующего излучения на организм животных говорят о *пролонгированном* облучении.

Выделяют общее *(тотальное)* облучение, при котором радиационному воздействию подвергается все тело. Этот вид облучения имеет место, например, при обитании животных на территории, загрязненной радиоактивными веществами. Кроме того, в условиях специальных радиобиологических исследований может осуществляться *местное* облучение, когда радиационному воздействию подвергается та или иная часть тела. При одной и той же дозе облучения наиболее тяжелые последствия наблюдаются при общем облучении. Например, при облучении всего тела животных в дозе 1500 Р отмечается практически 100%-ная их гибель, тогда как облучение ограниченного участка тела (головы, конечностей, щитовидной железы и т. д.) каких-либо серьезных последствий не вызывает. В дальнейшем рассматриваются последствия только общего внешнего облучения животных.

**Клиника острой лучевой болезни**. В зависимости от дозы облучения и характера радиационного воздействия во времени развивается лучевая болезнь разной формы и тяжести. При длительном облучении животных малыми дозами развивается *хроническая лучевая болезнь.* Если животные подвергаются облучению в относительно короткий срок, но при достаточно высокой мощности дозы (десятки — сотни рентген в сутки), то в этом случае наблюдается *острая лучевая болезнь.* У взрослых животных облучение в дозах 100—200 Р вызывает острую лучевую болезнь *легкой степени тяжести,* при которой, как правило, животные не погибают. У большинства видов сельскохозяйственных животных, облученных в дозе свыше 500—600 Р, развивается острая лучевая болезнь *тяжелой* или *крайне тяжелой степени,* заканчивающаяся 100%-ной гибелью.

В острой лучевой болезни обычно отмечают четыре периода.

1. Период первичных реакций продолжается 1— 3 сут. Характеризуется повышенной возбудимостью животных, сменяющейся апатией, различными нервно-мышечными реакциями (сокращение лицевых мышц, судороги, мускульная дрожь и напряжение, беспричинные взмахи хвостом и т. д.), частичной потерей аппетита, рвотой (у свиней), кратковременным небольшим повышением температуры тела, учащением пульса.

2. Латентный период. Это период кажущегося благополучия, который длится от 3 до 14 сут (чем тяжелее лучевое поражение, тем он короче, при крайне тяжелой степени поражения он чаще всего отсутствует). Вначале наблюдается восстановление аппетита, затем он снижается. Температура возвращается к физиологически нормальному уровню. К концу периода появляются поносы, кровянистый кал, истечение крови из ануса, рта, ноздрей; признаки нарушения дыхания (повышение частоты дыхательных движений, хрипы, кашель) и одышка.

3. Период разгара болезни. Он начинается обычно на 8—10-е сутки (при крайне тяжелой степени поражения—на 2—3-е, а при лучевой болезни легкой степени тяжести —на 20-е сутки), продолжается в среднем около 5 сут. На этой стадии острой лучевой болезни наблюдаются резкое повышение температуры тела (рис. 36), обильное истечение крови, подкожные кровоизлияния, появление на коже множества пятен от красного до пурпурного цвета (у свиней), отеки кожи, конечностей, хромота, нарушение координации движений, затруднение дыхания, одышка, общая слабость, сни-жение аппетита (хотя у отдельных особей он остается на обычном уровне вплоть до смерти), повышенная жажда, развитие пневмонии, плевритов, язвенных воспалений на всем протяжении желудочно-кишечного тракта (в особенности в тонком отделе кишечника).

4. Период восстановления у выживших животных. Продолжается от нескольких месяцев (при легкой степени поражения) до нескольких лет (при острой лучевой болезни средней и тяжелой степени поражения). У выживших животных постепенно восстанавливаются основные физиологические функции, приходят в норму все физиологические отправления, частично или полностью восстанавливаются продуктивность и работоспособность.

Описанные периоды в клинике острой лучевой болезни носят достаточно условный характер, они не всегда наблюдаются при изучении последствий радиационного поражения животных. Особенно это относится к тем случаям, когда острая лучевая болезнь (с летальным исходом) вызвана облучением животных при сравнительно низкой мощности дозы излучения (например, при мощности дозы 10—50 Р/ч). Некоторые клинические признаки в таких вариантах радиационного воздействия часто отсутствуют или выражены крайне слабо. Важны гематологические показатели, в частности данные о содержании лейкоцитов в крови. Правда, этот показатель в отрыве от других может оказаться не очень надежным, так как его количественные значения не очень сильно различаются у животных, получивших летальные и сублетальные дозы облучения. Поэтому вполне обоснованы рекомендации использовать всю совокупность клинических показателей для прогнозирования исхода лучевой болезни. Для решения этой задачи могут быть использованы также биохимические и цитогенетические методы, интенсивно разрабатываемые в последние годы. Влияние ионизирующей радиации на иммунитет.

Малые дозы радиации, по-видимому, не оказывают заметного влияния на иммунитет. При облучении животных сублетальными и летальными дозами происходит резкое снижение резистентности организма к инфекции, что обусловлено рядом факторов, среди которых важнейшую роль играют: резкое повышение проницаемости биологических барьеров (кожи, дыхательных путей, желудочно-кишечного тракта и др.), угнетение бактерицидных свойств кожи, сыворотки крови и тканей, снижение концентрации лизоцима в слюне и крови, резкое уменьшение числа лейкоцитов в кровеносном русле, угнетение фагоцитарной системы, неблагоприятные изменения биологических свойств микробов, постоянно обитающих в организме, —увеличение их биохимической активности, усиление патогенных свойств, повышение резистентности и др.

Облучение животных в сублетальных и летальных дозах приводит к тому, что из крупных микробных резервуаров (кишечник, дыхательные пути, кожа) в кровь и ткани поступает огромное количество бактерий. При этом условно выделяют период стерильности (его продолжительность одни сутки), в течение которого микробов в тканях практически не обнаруживается; период обсемененности регионарных лимфатических узлов (обычно совпадает с латентным периодом); бактериемический период (длительность его 4—7 дней), который характеризуется появлением микробов в крови и тканях, и, наконец, период декомпенсации защитных механизмов, в течение которого отмечается резкое возрастание количества микробов в органах, тканях и крови (этот период наступает за несколько дней до гибели животных).

Под действием больших доз радиации, вызывающих частичную или полную гибель всех облученных животных, организм оказывается безоружным как к эндогенной (сапрофитной) микрофлоре, так и к экзогенным инфекциям. Считают, что в период разгара острой лучевой болезни и естественный, и искусственный иммунитет сильно ослаблен. Однако имеются данные, указывающие на более благоприятный исход течения ост рой лучевой болезни у животных, подвергшихся иммунизации до воздействия ионизирующего излучения. Вместе с тем экспериментально установлено, что вакцинация облученных животных отягощает течение острой лучевой болезни, и по этой причине она противопоказана до разрешения болезни. Напротив, через несколько недель после облучения в сублетальных дозах выработка антител постепенно восстанавливается, и поэтому уже через 1—2 мес после радиационного воздействия вакцинация вполне допустима.

Смертность животных. На исход острой лучевой болезни у животных сильнее всего влияет мощность дозы облучения. Например, летальная доза до 50 % для овец (ЛД50) составляет 237 Р при мощности дозы 660 Р/ч. Если же овец облучали при более низких мощностях доз (например, 261 и 2 Р/ч), то в этом случае ЛД50 возрастала соответственно до 318 и 637 Р.

Имеются определенные видовые различия в радиочувствительности животных (табл. 49). Наибольшей радиорезистентностью отличаются куры: ЛД**50/30.** У них составляет 1100 Р. К числу радиорезистентных животных относят также кроликов, ослов, лошадей и свиней. Жвачные животные менее радиорезистентны: ЛД**50/30** у них в пределах 500—550 Р при облучении с мощностью дозы примерно 50 Р/ч.

На радиочувствительность влияет и возраст. Молодые, интенсивно растущие животные, в организме которых множество делящихся клеток, в большей мере подвержены воздействию ионизирующей радиации, у них более высокая смертность.

Для крупного рогатого скота радиочувствительность (ЛД**100/30**) в возрасте 3 дня составляет 150 Р, 3— 5 мес — 300, в 15—18 мес — 400 и для взрослых животных— 650 Р.

Старые животные также не обладают устойчивостью к действию радиации, так как у них снижена иммунобиологическая реактивность и понижена способность к восстановлению после радиационного повреждения. Вместе с тем у всех возрастных групп всегда наблюдается большая вариабельность в радиочувствительности отдельных особей, обусловленная, вероятно, различиями в уровне обменных процессов, состоянием компенсаторных механизмов, общей активностью животных во время воздействия ионизирующей радиации.

Радиочувствительность животных в зависимости от пола и породы исследована недостаточно. Куры более устойчивы к действию радиации, чем петухи, тогда как у других видов животных (ослы, свиньи) радиочувствительность самцов и самок была сходной. Нет пока и убедительных доказательств о возможных породных различиях в радиочувствительности животных.

Смертность животных при хроническом и фракционированном облучении наступает, как правило, при дозах, намного превышающих дозы (летальные) однократного облучения. Так, при однократном облучении свиней частичная их гибель наблюдалась при дозах 350 Р, а 100%-ная гибель — при облучении в дозе 600Р на 2—25-й день после радиационного воздействия. Фракционированное ежедневное облучение в дозе 50 Р вызывало частичную гибель свиней лишь при накоплении дозы 5100 Р на 102-й день после начала воздействия, а 100%-ную гибель животных при таком виде облучения отмечали при суммарной дозе 19250 Р (спустя 385 дней после начала воздействия). При более низких ежедневных дозах облучения (8,8 Р) сред няя продолжительность жизни кроликов от начала опыта до гибели составляла 989 дней, а средняя суммарная доза —8733 Р (ЛД**100/30** =1200 Р).

**2. Загрязнение продукции в ближайший и отдаленный период после выпадения радиоактивных продуктов** **ядерного деления**

Продукция растениеводства. Ориентировочные данные о возможных размерах радиоактивного загрязнения сельскохозяйственной продукции могут быть получены на основе закономерностей, определенных в ходе экспериментов и проведения натурных наблюдений (см. гл. 2). На рисунке 25 приведены кривые, позволяющие опредз лить величину радиоактивного загрязнения урожаи зерновых и овощных культур с учетом времени, прошедшего от момента выпадения радиоактивных осадков,зо уборки урожая. Например, если радиоактивные осадки в виде оплавленных радиоактивных частиц выпали 15 июля, а предполагаемая дата уборки озимой ржи — 5 августа (т. е. от момента загрязнения посева до уборки урожая пройдет 20 дней), то в этом случае загрязнение зерна на момент уборки может составить согласно рисунку 25 примерно 3,1 мкКи/кг.

При выпадении радиоактивных осадков в первые несколько декад после посева загрязнение зерна радионуклидами сравнительно невелико - , вероятность сильного загрязнения зерна резко увеличивается при достижении фазы молочной спелости. Если радиоактивные осадки выпадают в фазе восковой спелости, загрязнение зерна резко снижается. Для листовых овощей характерно быстрое снижение загрязнения радионуклидами: за первые 10—15 дней после выпадения радиоактивных осадков оно уменьшается примерно в 100 раз.

Возможны ситуации, когда интенсивные локальные выпадения происходят до начала или в начале вегетационного периода растений и, следовательно, мало влияют на загрязнение продукции. В таком случае интенсивное аэральное загрязнение растений идет за счет глобальных выпадений. Для прогнозирования загрязнения растений за счет этого канала поступления был предложен *коэффициент воздушного загрязнения растений (Кв),* который устанавливает связь между интенсивностью глобальных выпадений *[d,* мКи (км2∙мес)] и содержанием радионуклида в продукции (С, пКи/кг). Расчет проводят по формуле

Коэффициенты воздушного загрязнения

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Продукция | 90Sr | 137Cs |
| Зерно злаковых культур Листовые овощи Картофель (клубни) Корнеплоды | 4202000120100 | 6602000120100 |

В отдаленный период после радиоактивных выпадений, т. е. на следующий год и позднее, продукция растениеводства загрязняется главным образом в результате корневого питания растений. К этому времени короткоживущая фракция смеси продуктов ядерного деления полностью распадается, а среднеживущие (106Ru, 144Се, 95Zr и др.) отличаются малой биологической подвижностью и их поступление из почвы в растения невелико. Важнее всего прогнозировать загрязнение сельскохозяйственной продукции радионуклидами 90Sr и 137Cs.

В таблицах 37 и 38 приведены ориентировочные данные о возможном содержании радионуклидов стронция и цезия в урожае основных сельскохозяйственных культур на разных почвах страны при плотности загрязнения территории 1 Ки/км2. Поскольку содержание радионуклидов в урожае прямо пропорционально их содержанию в почве, то при большей или меньшей плотности загрязнения почвы величины, приведенные в таблицах 37 и 38, должны быть увеличены или уменьшены в соответствующее число раз. Для других почв, не указанных в таблицах, загрязнение продукции растениеводства радионуклидами определяют опытным путем при выращивании проростков.

Точность прогноза возможных размеров загрязнения урожая во многом зависит от точности определения содержания радионуклидов в пахотном слое почвы (с последующим пересчетом на 1 км2), причем в расчет принимаются обменные (растворимые) формы соединений 90Sr и 137Cs. Следует помнить, что при выращивании сельскохозяйственных культур на почвах одного и того же типа, содержащих одинаковое количество обменного кальция и обменных оснований в ППК, в зависимости от погодных условий и агротехники накопление радионуклидов может варьировать в широких пределах — от 1,5 до 5 раз. Следовательно, точность прогноза содержания радионуклидов в урожае сельскохозяйственных культур по данным о плотности загрязнения территории весьма относительна.

Более достоверные результаты могут быть получены при использовании метода проростков. Образцы почв на пашне берут с глубины пахотного слоя, тщательно перемешивают (это особенно важно в том случае, если после выпадения радиоактивных осадков на полях проведен комплекс агрохимических и агротехнических мероприятий) и затем на испытуемых почвах высевают пророщенные семена. Массу кристаллизаторов с почвой, песком и добавленной водой поддерживают на постоянном уровне, поливая проростки. В 20-дневном возрасте надземную массу растений срезают на уровне почвы, промывают в проточной воде, чтобы удалить частицы почвы, высушивают и в воздушно-сухом материале определяют содержание радионуклидов. Уровень загрязнения урожая прогнозируют, умножая данные о содержании радионуклидов в проростках на коэффициенты перехода. Метод проростков не требует предварительного анализа на содержание в почве обменноспособной части радионуклидов, а также проведения агрохимических исследовании.

**3. Влияние ядерного взрыва на ветеринарное имущество**

Основное влияние ядерного взрыва на ветеринарное имущество заключается в его заражении радиоактивными веществами. К ветеринарному имуществу относится дезинфицирующая техника, лечебные инструменты, материалы, лечебные препараты, вакцины и сыворотки, спецодежда, документация.

О степени заражения радиоактивными веществами поверхностей различных объектов, одежды и кожных покровов принято судить по величине мощности дозы α-излучения вблизи зараженных поверхностей, определяемой в миллирентгенах в час (мР/ч), а также по числу распадов ядер за единицу времени на определенной площади или в определенном объеме и обозначать соответственно: расп./(мин\*см2), расп./(мин\*см3), расп./(мин\*л) и расп./(мин\*г) (табл.1).

Таблица 1. Предельно допустимые величины заражения различных предметов

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование объекта | Мощность дозы, мР/ч |
| Поверхность тела человека | 20 |
| Нательное белье | 20 |
| Обмундирование, снаряжение, обувь, средства индивидуальной защиты | 30 |
| Техника и техническое |имущество | 200 |
| Внутренние поверхности хлебопекарен, продовольственных складов | 50 |

**Заключение**

Проникающая радиация ядерного взрыва представляет собой совместное излучение и нейтронное излучение.

Источником проникающей радиации являются ядерные реакции деления и синтеза, протекающие в боеприпасах в момент взрыва, а также радиоактивный распад осколков деления.

Время действия проникающей радиации при взрыве зарядов деления и комбинированных зарядов не превышает нескольких секунд. При взрыве зарядов деления и комбинированных зарядов время действия проникающей радиации определяется временем подъема облака взрыва на такую высоту, при которой излучение поглощается толщей воздуха и практически не достигает поверхности земли.

Поражающее действие проникающей радиации характеризуется величиной дозы излучения, т. е. количеством энергии радиоактивных излучений, поглощенной единицей массы облучаемой среды.

Проникающая радиация оказывает негативное влияние на животных, приводя их к болезням и гибели, в случае высоких доз облучения. Влияние ядерного взрыва на продукция включает в себя загрязнение растений, снижение полезной продукции, увеличение себестоимости из-за специальных мероприятий по очистке от РВ. Загрязнение ветеринарного имущества РВ требует её дезактивации, делает на время невозможным использование, повышает риск заболевания ветеринарных специалистов.

**Список литературы**

1. Анненков Б.Н., Юдинцева Е.В. – Основы сельскохозяйственной радиологии. М, 1991.
2. Защита от оружия массового поражения. В.В. Мясников. – М.: Воениздат, 1984.
3. Кудряшов Ю.Б., Беренфельд Б.С. Радиационная биофизика, М.,1979
4. Ярмоненко С.П. Радиобиология человека и животных, М.,1988
5. Корогодин В.И. Проблемы пострадиационного восстановления. М.,1966