Министерство сельского хозяйства Р. Ф.

Уральская Государственная сельскохозяйственная академия.

**Контрольная работа**

По дисциплине: Основы ветеринарии.

Исполнитель: студентка 3курса

заочного Ф. Т. Ж.

Руководитель:

Екатеринбург 2006

Вопрос 30. Применение ионизирующих излучений в сельском хозяйстве, ветеринарии и животноводстве.

Применение современных достижений ядерной физики в животноводстве и ветеринарии, а также в других отраслях сельского хозяйства развивается в следую­щих основных направлениях:

1) радионуклиды применяются как индикаторы (меченые атомы) в исследовательских работах в об­ласти физиологии и биохимии животных и растений, а также в разработке методов диагностики и лечения заболевших животных;

2) радионуклиды и ионизирующие излучения ис­пользуются в селекционно-генетических исследованиях в области растениеводства, животноводства, микро­биологии и вирусологии;

3) непосредственное применение ионизирующих излучений как процесса радиационно-биологической технологии (РБТ) для: - стерилизации, консервирования, увеличения сроков хранения и обеззараживания пищевых про­дуктов и фуража, сырья животного происхождения (шерсть, кожа, пушнина и т. д.), биологических и фармакологических препаратов (вакцины, сыворотки, питательные среды, витамины и т. д.), хирургического шовного и перевязочного материалов, приборов, устройств и инструментария, которые не подлежат температурной и химической обработке;

-стимуляции роста и развития животных и рас­тений с целью повышения хозяйственно полезных качеств;

* борьбы с вредными насекомыми и оздоровле­ния окружающей среды;
* стерилизации животноводческих стоков и др.

*Использование ионизирующих излучений для диагностики болезней и лечения животных.*

Радионуклиды и ионизирующие излу­чения для диагностических и лечебных целей успешно и широко применяются в медицине. В ветеринарии эти способы пока еще малодоступны для практиче­ского использования, хотя и имеется ряд разработок, показывающих высокую их эффективность и перспек­тивность. Лечебное применение радиоизотопов и излучений основано на их биологическом действии. Поскольку наиболее радиопоражаемы молодые, энер­гично размножающиеся клетки, то радиотерапия ока­залась эффективна при злокачественных новообразо­ваниях. Как показали исследования и клинические наблю­дения, нейтроны и другие плотноионизирующие части­цы более эффективны в радиотерапии опухолей, так как они действуют одинаково как на гипоксические, так и оксигенированные опухолевые клетки. Кроме того, при действии нейтронов отсутствуют различия в радиочувствительности клеток на разных фазах клеточного цикла, что является преимуществом этого вида воздействия с точки зрения эффективности лу­чевой терапии. Но главным преимуществом нейтро­нов является их высокая биохимическая эффектив­ность по отношению к гипоксическим клеткам, повы­шающая надежность лучевой терапии вследствие бо­лее радикального уничтожения опухолевых клеток.

Все сказанное свидетельствует о перспективности использования нейтронов наряду с другими тяжелыми заряженными частицами для лечения опухолей.

Проводятся широкие клинические исследования с источниками нейтронного излучения калифорния-252, который более доступен, а главное менее дорогостоящий для практического использования в сравнении с ускорительными и реакторными установками. При этом при небольших размерах источника можно по­лучать мощность дозы нейтронного потока, соответст­вующую требованиям имплантационной и аппликаци­онной терапии.

Перспективен, но пока еще мало разработан метод лечения опухолей нейтронами (нейтронзахватная те­рапия), позволяющей «обстрелять» опухоль изнутри α-частицами. Сущность его состоит в создании альфа-источника в толще самой опухоли. Для этого предва­рительно в организм вводят тумотропный нейтрон - захватывающий агент в виде стабильного изотопа бора-10 или лития-6. Затем подвергают опухоль мно­гопольному нейтронному облучению. Указанные изото­пы, захватив нейтроны, приобретают радиоактивные свойства, испускают α-частицы. Обладая большой плотностью ионизации, но коротким пробегом (не бо­лее 15 мкм), α-частицы не вылетают за пределы опухо­левых клеток, воздействуют на них, не повреждая окружающие здоровые ткани. Достоинство метода заключается еще в том, что альфа-излучение можно дозировать, так как оно прекращается одновремен­но с прекращением нейтронного облучения.

*Использование ионизирующих излучений в сель­ском хозяйстве.*

Исследования действия ионизирующей радиации на биологические объекты в зависимости от дозы, мощности облучения и состояния облучае­мого объекта послужили основой разработки и внедре­ния в сельское хозяйство радиационно-биологической технологии. В качестве источников излучения избраны кобальт-60 и цезий-137. Они имеют длительный пе­риод полураспада; сравнительно высокую проникаю­щую способность гамма-излучения, которая не дает наведенной радиоактивности в облучаемых объектах; физико-механические свойства, позволяющие длитель­но эксплуатировать элементы в радиационно-биологических установках.

В России для нужд сельского хозяйства и научных исследований в области радиационно-биологической технологии создан целый ряд передвижной стационарной техники. Передвижные гамма-установки типа «Колос», «Стебель», «Стерилизатор» смонтированы на автомашинах или автоприцепах. Они предназна­чены для предпосевного облучения семян зерновых, зернобобовых, технических и других культур в услови­ях колхозов и совхозов.

Стационарная опытно-промышленная гамма-установка «Стерилизатор» — для стерилизации в промышленных масштабах нитей, используемых в хирургии (кетгут, шелк, нейлон и др.), перевязочных материалов и инст­рументов, изделий из пластмассы (шприцы, катетеры, системы сбора и переливания крови), лекарственных препаратов (витамины, антибиотики, сульфаниламиды, вакцины, сыворотки и т. д.); гамма-установка типа МРХ — для микробиологических и радиационно-химических исследований.

В России получены хозяйственно ценные мутанты сои, кукурузы, люпина, гречихи, гороха, фасоли, хлоп­чатника (АН-402 и АН-40), раннеспелые томаты, ран­неспелый и устойчивый к фитофторе картофель, мо­розостойкие мутанты яблони и вишни и многие дру­гие.

В США внедрен устойчивый к болезням сорт ара­хиса, в Японии — скороспелый сорт сои (Райден) и высокоурожайный сорт риса (Рей-Мей), в Аргенти­не — крупноплодный сорт персиков, в Индии и Швеции — сорта пшеницы с повышенным содержанием протеинов, в Венгрии — скороспелый мутант риса.

С помощью радиомутации удалось вывести новую разновидность тутового шелкопряда с более высокой продукцией шелкового волокна (за счет отбора сам­цов).

Облучением культур дрожжей выведены их расы, вырабатывающие в 2 раза больше эргостерина, чем исходные. Такое наследственно закрепленное измене­ние обмена веществ имеет большое значение для вита­минной промышленности.

Комбинированным воздействием радиации и хими­ческих мутагенов выведено много штаммов высоко­активных плесневых грибов-продуцентов пенициллина, стрептомицина, ауреомицина, эритромицина и альбомицина, которыми теперь располагает промышлен­ность. Некоторые штаммы дают выход стрептомицина в 20, а пенициллина в 50 раз больше исходных рас. Это позволило организовать промышленное производ­ство антибиотиков и сделало их широко доступными препаратами.

Значительный интерес представляют изменения ви­рулентности микроорганизмов и их способность об­разовывать токсины под действием ионизирующих излучений. Данные изменения могут быть стойкими, закрепленными наследственно. Такие авирулентные мутанты используются для разработки вакцин.

В определённом диапазоне доз ядерные излучения обладают стимулирующим действием. Такая стимуляция обнаруживается у всех биологических объектов, начиная с одноклеточных и кончая высокоорганизованными растениями и животными. Наиболее широко стимулирующий эффект исполь­зуется в растениеводстве в целях: повышения веге­тации у семян труднопрорастаемых или с понижен­ной всхожестью; ускорения развития растений и по­вышения урожайности сельскохозяйственных культур при культивировании в открытом и закрытом грунтах; улучшения прививаемости и дальнейшего развития черенков в виноградарстве и плодоводстве.

Многолетние производственные испытания пред­посевного облучения семян кукурузы, картофеля, свек­лы, зерновых и других культур в различных респуб­ликах нашей страны показали возможность повыше­ния урожая семян и зеленой массы на 15—20%. Следовательно, только за счет внедрения этого агроприема можно получить в масштабах страны большой экономический эффект без расширения посевных пло­щадей.

Стимулирующее действие ионизирующего излуче­ния используют при разведении лекарственных расте­ний для ускорения роста и увеличения выхода лекарст­венно-ценного вещества (алкалоидов и др.).

Радиостимуляцию изучают в скотоводстве, сви­новодстве, зерноводстве и птицеводстве. Однако на­иболее широкие исследования были проведены в пти­цеводстве. А. Д. Белов, В. В. Пак (1983) установили стимулирующий эффект радиационной обработки яиц дозой 5 Р до инкубации и на 10-й день инкубации. Отмечалось сокращение срока инкубации на сутки, увеличивалась выводимость цыплят на 7%, ускорялись постэмбриональный рост и развитие цыплят на 9%. Облучение цыплят в однодневном, трехдневном и две­надцатидневном возрасте в дозе 20 и 100 Р при помо­щи дозы 5 Р/мин показало, что через 30 дней после об­лучения масса цыплят была выше, чем у необлучен­ных, в среднем на 12 и 8% соответственно. Стимули­рующее действие излучения было установлено и у кур-несушек. Так, после облучения их в возрасте 14 мес. дозой 5 Р яйценоскость увеличивалась уже в первый месяц в среднем на 18%. Несушки же, которые хо­рошо неслись до облучения, не изменили яйценоскость. Доза 20 Р оказалась менее благоприятной.

Под влиянием рентгеновых лучей в дозе 25 Р. от­мечалось стимулирующее влияние не только на рост и развитие цыплят после облучения их в первые сутки жизни, но и на более раннее их созревание. Курочки опытной группы начинали яйцекладку в среднем на 7 дней раньше птиц контрольной группы; у них была несколько выше средняя масса тела. А. М. Кузин и др. (1963) при облучении яиц в предынкубационный период дозой 1,4 Р отмечали уве­личение процента вывода цыплят за счет снижения количества погибших эмбрионов. Эти цыплята были более жизнеспособные по сравнению с контрольными. Молодки опытной группы начинали нестись на 10 дней раньше.

Однократное облучение дозами 4—200 рад непо­ловозрелых кур в возрасте 112 дней приводило к уве­личению яйценоскости на 119% по сравнению с конт­ролем. ) выявлено, что предынкубационное облучение яиц гамма-лучами в дозе 100±15 Р или цыплят в день вывода дозой 40±5 Р вызывает ряд положительных изменений в общем состоянии бройлеров в период их выращивания — они более ак­тивно проявляют групповые и индивидуальные реф­лексы, лучше, чем контрольные, поедают корм.

Гамма-облучение суточных поросят крупной белой породы дозами 10—25 Р вызывало у них выражен­ный стимулирующий эффект. В первые 3 мес. жизни масса тела у животных увеличивалась на 10—15%, к 6-месячному возрасту масса тела и средняя длина туловища превышали на 6—8% массу контрольных сверстников. Радиостимуляция не оказывала отрица­тельного влияния на органолептические и биохимиче­ские показатели мяса. Имеются данные, что лучевое воздействие дозами 10—30 Р повышает выживаемость и интенсивность роста норок, улучшает качество пушнины. При этом отмечено, что у самцов эффект выражен сильнее.

*Радиационная (холодная) стерилизация*материа­лов и препаратов медицинского и ветеринарного на­значения, не выдерживающих термической или хими­ческой обработки или теряющих при этом свои функ­циональные свойства, имеет большое значение. Широкое использование сульфаниламидов и анти­биотиков в медицине и ветеринарии обусловливает особый интерес к стерильности этих препаратов и способам стерилизации их. Сульфаниламиды, обладая высокой радиорезистентностью, без особых трудностей подвергаются радиационной стерилизации. При дозе 2,5 Мрад и выше не возникает никаких изменений у этих лекарственных веществ; незначительные физико-химические изменения были отмечены лишь при об­лучении дозой 25 Мрад. Антибиотики, простерилизованные радиационным способом в сухом виде, по те­рапевтической эффективности, биологическим и основ­ным физико-химическим показателям отвечают требо­ваниям, предусмотренным для необлученных препа­ратов.

Испытывалась возможность стерилизации радиационным способом гормонов, ферментов, витаминов. Оказалось, что гормоны обладают более высокой ра­диорезистентностью по сравнению с витаминами. Облучение гормонов (кортизон, преднизолон, прогесте­рон, АКТГ и др.) в дозах, значительно превышающих стерилизующие дозы (6—8 Мрад), не вызывало из­менений их химических и биологических свойств. Из ферментов наиболее радиорезистентными были протеолитические (трипсин, пепсин, инвертаза и др.). Высокой радиочувствительностью обладают вита­мины группы В, особенно если их облучают в раство­рах. Дозы облучения от 0,5 до 2,5 Мрад изменяют цвет препарата и снижают его биологическую актив­ность. Однако облучение таблеток поливитаминных препаратов, содержащих фолиевую и никотиновую кислоты, тиамин, рибофлавин, пантотенат кальция дозами в пределах 2 Мрад, не изменяло свойств пре­парата и не снижало его активности в течение 4 лет в условиях хранения при комнатной температуре.

Изучается возможность радиационной стерилиза­ции крови и препаратов, изготовленных из нее. По­лучены обнадеживающие результаты, которые позво­ляют применить ионизирующие излучения для стери­лизации крови и белковых растворов.

Несмотря на относительно высокую радиорезис­тентность микроорганизмов, оказалось возможным использовать ионизирующие излучения для получения принципиально новых препаратов — радиовакцин и радиоантигенов, а также для лучевой стерилизации уже готовых вакцин, бактериальных антигенов и пи­тательных сред.

Накоплен большой опыт по инактивации многих известных вирусов и имеются данные о дозах облу­чения, убивающих их. Установлена возможность использования радиа­ции для стерилизации вакцин и приготовления ана­токсинов.

Перспективными оказались попытки использования живых радиовакцин при гельминтозах — иммуни­зация телят и ягнят против нематод путем зараже­ния животных личинками, ослабленными рентгено- или гамма- облучением. Проводят работы по созданию радиовакцин против протозойных заболеваний сельскохозяйственных животных.

Есть данные, указывающие на то, что радиацион­ная стерилизация питательных сред не только не по­нижает питательных свойств, но даже в той или иной степени повышает их качество для некоторых видов микроорганизмов.

Исследования последних лет показали экономиче­скую целесообразность применения ионизирующих излучений для обеззараживания сырья животного про­исхождения — шерсти, пушно-мехового, кожевенного и другого сырья, неблагополучного по инфекционным болезням.

Разработаны режимы радиационного обеззаражи­вания сырья при сибирской язве, листериозе, трихо­фитии и микроспории, чуме плотоядных, ящуре. Оп­ределены параметры гамма-установки для радиацион­ного обеззараживания шерсти, кожевенного и пушно-мехового сырья, волос, пуха и пера.

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) и Комиссия ООН по вопросам пищи и сельского хо­зяйства одобрили использование ионизирующего излу­чения для обработки пищевых продуктов с целью сте­рилизации и лучевого консервирования, а также обез­зараживания мясных туш при паразитарных пораже­ниях (трихинеллезе и др.).

Проведенные исследования лучевой стерилизации пищевых продуктов и по продлению сроков их хра­нения показывают, что этот прием будет применяться, хотя он и сопровождается некоторыми биохимически­ми изменениями продуктов, частичной потерей вита­минов и изменениями органолептических свойств. В настоящее время ионизирующие излучения рекомен­дуют применять при хранении мяса, полуфабрикатов и кулинарных изделий из них, рыбы и других про­дуктов моря, пищевого картофеля, лука и прочих корнеплодов в весенне-летние месяцы, скоропортящих­ся ягод и фруктов на сроки их транспортировки от производителя к потребителю, концентратов фрукто­вых соков и т. д.

Радиационная технология обработки и хранения продуктов основана на подавлении микробиальной обсемененности (радуризация) или радиаци­онной стерилизации (радаппертизация). Одной из сложных и недостаточно решенных проб­лем на животноводческих комплексах является обез­зараживание навоза и навозных стоков. Проведенные исследования подтвердили перспективность метода обеззараживания их с помощью гамма-излучения и ускоренных электронов.

Наиболее эффективным и эко­номически выгодным оказалось комбинированное воз­действие ионизирующего излучения и физических (теп­ло, давление) или химических факторов, так как при этом удается значительно снизить обеззараживающую дозу для яиц гельминтов и микроорганизмов. Раз­работана технология обеззараживания навозных сто­ков на основе использования ионизирующего излуче­ния (гамма-излучения или электронов), давления и температуры.

Известно, что борьба с вредителями сельскохозяй­ственных растений и собранного урожая — дело иск­лючительной важности, поскольку дает возможность сохранить очень большое количество продукции (око­ло 20% валового сбора). Для борьбы с насекомыми-вредителями предложено использовать ионизирующее излучение в трех основных направлениях:

а) радиационной половой стерилизации самцов на­секомых, специально отловленных или разведенных и затем выпущенных в естественные условия, где дан­ный вид насекомых распространен; стерильные самцы спариваются с самками, те откладывают стерильные(неоплодотворенные) яйца; личинки из таких кладок не выводятся, что приводит к уничтожению популяции;

б) радиационной селекции болезнетворных для насе­комых-вредителей микроорганизмов, грибов и др.; на полях, обработанных такими препаратами, многие насекомые-вредители заболевали и гибли;

в) радиа­ционной дезинсекции, т. е. уничтожения насекомых-вредителей сельскохозяйственной продукции облуче­нием. Для этих целей создана передвижная гамма-установка «Дезинсектор», а в условиях элеваторов функционируют промышленные стационарные устрой­ства.

Вопрос 11. Источники радиоактивного загрязнения внешней среды.

Все живые существа на земле постоянно подверга­ются воздействию ионизирующей радиации путем внешнего и внутреннего облучения за счет естест­венных (космическое излучение и природные радио­активные вещества) и искусственных (отходы атом­ной промышленности, радиоактивные изотопы, ис­пользуемые в биологии, медицине и сельском хозяй­стве, и др.) источников ионизирующих излучений.

*Естественные источники ионизирующих излуче­ний.*

Космическое излучение – это иони­зирующее излучение, непрерывно падающее на поверхность земли из мирового пространства (пер­вичное космическое излучение) и образующееся в земной атмосфере в результате взаимодействия пер­вичного космического излучения с атомами воздуха (вторичное космическое излучение).

Первичный компонент космических лучей образуется вследствие извержения и испаре­ния материи с поверхности звезд и туманностей космического пространства. Он состоит в основном из ядер легких атомов: водорода — протонов (79%), гелия — α-частиц (20%), лития, берилия, бора, угле­рода, азота, кислорода и других элементов, большин­ство из которых обладают очень высокой энергией. Такие большие энергии первичные космиче­ские частицы приобретают за счет ускорения их в переменных электромагнитных полях звезд, много­кратного ускорения в магнитных полях облаков кос­мической пыли межзвездного пространства и в рас­ширяющихся оболочках новых и сверхновых звезд. Однако лишь немногие частицы достигают поверх­ности земли, так как они взаимодействуют с атомами воздуха, рождая потоки частиц вторичного косми­ческого излучения. Поэтому основную массу космиче­ских лучей, достигающих поверхности земли, состав­ляет вторичное космическое излучение.

Вторичное космическое излучение очень сложно и состоит из всех известных в настоя­щее время элементарных частиц и излучений. Для оценки биологического воздействия (расчета дозы космического излучения) вторичное космическое излучение можно разделить по уровню энергии и со­ставу на четыре компонента:

1. мягкий, или малопроникающий, компонент объединяет электроны, позитроны, γ-кванты и частич­но быстрые протоны с энергиями порядка 100 МэВ;
2. жесткий, или сильнопроникающий, — состоит в основном из μ±-мезонов с энергиями порядка 600 МэВ, небольшого количества сверхбыстрых про­тонов, с энергией более 400 МэВ, α-частиц и незна­чительного количества π±-мезонов;
3. сильноионизирующий — содержит продукты ядерных расщеплений: протоны, α-частицы, дейтроны, тритоны и более тяжелые осколки ядер с энергией 10—15 МэВ;
4. нейтронный компонент — нейтроны различных энергий.

На уровне моря космическое излучение состоит в основном, как правило, из мягкого и жесткого ком­понентов.

Мягкий компонент поглощается слоями свинца тол­щиной 8—10 см и железа—15—20 см; жесткий — проходит через свинец толщиной более метра, его можно обнаружить под землей и под водой на глу­бине нескольких километров.

Частицы мягкого и жесткого компонентов, обла­дая большими энергиями в веществе, создают наи­меньшую плотность ионизации. Поэтому их относи­тельная биологическая эффективность (ОБЭ) прирав­нивается к 1.

Частицы сильноионизирующего компонента обла­дают большой плотностью ионизации. Их ОБЭ при­равнивают к ОБЭ протонов, нейтронов и а-частиц с энергией 10—15 МэВ, т. е. она равна 10.

На уровне моря сильноионизирующие частицы со­ставляют 0,5%, а слабоионизирующие — 99,5%. По­скольку трудно учесть плотность ионизации осколков ядер с ОБЭ более 10, то этот показатель косми ческого излучения считается приблизительно рав­ным 2.

Проведенные измерения показали, что на уровне моря за счет космических лучей образуются 2,74 пары ионов в 1 см3 воздуха за 1 с. Это соответствует мощности дозы 1,15'10~9 рад/с.

Тканевая доза космических лучей на 11% больше, чем в воздухе, так как сверхбыстрые нейтроны, сталкиваясь с ядрами атомов С, N и О биологи­ческой ткани, вызывают их расщепление с образова­нием быстрых нейтронов, которые создают в тканях дополнительную ионизацию.

Исходя из этого, установлено, что доза в ткани за сутки составляет 0,11 мрад, за год — 40 мрад.

*Природные радиоактивные вещества* можно раз­бить на три группы. В первую группу входят II и Тh с продуктами их распада, а также 40К и 87Rb. Ко второй группе относят мало­распространенные изотопы и изотопы с большим пери­одом полураспада: 48Са, 96Zг, 113In, 124Sn, 130Те, 138Lа, 150Nd, 152Sm, 176Lu, 180W, 187Rе, 209Вi К третьей группе принадлежат радиоактивные изотопы 14С, 3Н, 7Ве, 10Ве, образующиеся непрерывно под действием косми­ческого излучения.

Наиболее распространенным радиоактивным изо­топом земной коры является 87Rb, содержание кото­рого значительно выше урана, тория и особенно 40К. Однако радиоактивность К в земной коре превышает радиоактивность суммы всех других естественных ра­диоактивных элементов: 87Rb характеризуется мяг­ким бета- излучением и имеет большой период полу­распада, а распад 40К сопровождается относительно жестким бета - и гамма-излучением. Калий-40 широко рассеян в почвах и прочно удерживается глинами вследствие процессов сорбции. Глинистые почвы поч­ти везде богаче радиоактивными элементами, чем пес­чаные и известняки.

Радиоактивные тяжелые элементы (уран, торий, радий) содержатся преимущественно в горных гранит­ных породах. В разных районах земного шара доза гамма-излучения различных земных пород у поверхно­сти земли колеблется в значительных пределах -26—1150 мрад/год. Однако имеются районы (на пример, в Бразилии, Индии и др.), где вследствие выхода на поверхность земли радиоактивных руд и пород, а также значительной примеси в почве урана и радия доза природного фона составляет 12— 70 рад/год, что в 100—500 раз выше среднемиро­вого фона. У обитающих в этих районах животных (например, самцов полевок) обнаружены изменения хромосомных аберраций, дегенерация в зародышевом эпителии половых желез (особенно у молодых осо­бей), заторможенное половое созревание и стериль­ность половозрелых самцов в 58,3% случаев.

Так как земные породы используют в качестве строительного материала, то от последнего зависит гамма-радиация внутри зданий. Наибольшие значе­ния гамма-радиации установлены в домах из железо-л бетона с глиноземом— 171 мрад/год, наименьшее — в деревянных домах — 50 мрад/год.

Радиоактивность воде придают в основном уран, торий и радий, образующие растворимые, комплекс­ные соединения, которые вымываются почвенными водами, а также газообразные продукты их радио­активных превращений — радон и торон. Концентра­ция радиоактивных элементов в реках меньше, чем в морях и озерах, а содержание их в пресноводных источниках зависит от типа горных пород, клима­тических факторов, рельефа местности и т. д. Так, наличие радона в водах кислых магматических пород в несколько раз выше, чем осадочных пород. Кон­центрация урана в реках, протекающих на юге, обыч­но выше, чем в северных реках.

 Радиоактивность атмосферы обусловлена наличием в ней радиоактивных веществ в газообразном состоя­нии (радон, торон, углерод-14, тритий) или в виде аэрозолей (калий-40, уран, радий и др.). Радон и торон поступает из земных пород, а углерод и тритий образуются из атомов азота и водорода в результате воздействия на их ядра нейтронов вторич­ного космического излучения.

Суммарная радиоактивность атмосферного воздуха колеблется в широких пределах (2-10ˉ14 — 4,4\*10ˉ13 Ки/л) и зависит от места, времени года, погодных условий и от состояния магнитного поля Земли.

Из естественных радиоактивных веществ наиболь­шую удельную активность в растениях составляет 40К, особенно в бобовых расте­ниях: горохе, бобах, фасоли, сое. Содержание в рас­тениях урана, радия, тория и углерода-14 ничтожно мало.

В животных организмах обычно содержится 40К меньше, чем в растениях.

Уран, торий и углерод-14 встречаются в биологи­ческих объектах в очень незначительных концентра­циях по сравнению с 40К.

Таким образом, на организм животных оказывают воздействие внешние источники природного радиоак­тивного фона — космическая радиация и излучения природных радионуклидов, рассеянных в почве, воде, воздухе, строительных и других материалах, а также источники природной радиации 40К, 226Ка, 14С, 3Н, содержащиеся в самом организме и поступающие в него в составе пищи, воды и воздуха.

Эти внешние и внутренние источники, действуя непрерывно, сообщают организму определенную по­глощенную дозу.

Среднегодовая доза для человека составляет около 0,12 рад на гонады и 0,13 рад на Скелет и считается безопасной.

*Искусственные источники ионизирующих излуче­ний.*

При ядерных взрывах осуществляется реакция деления ядер тяжелых элементов (235У, 39Ри, 233й, 238У), возникающая в результате дейст­вия на них нейтронов. В принципе реакция деления может быть вызвана при бомбардировке тяжелых элементов и другими элементарными частицами (а, p, d), но наибольший практический интерес пред­ставляет реакция деления ядра под действием нейт­ронов.

Механизм этой реакции можно схематически пред­ставить следующим образом: нейтрон попадает в ядро расщепляющегося элемента, например, изотопа 235U, и приводит к образованию сильно возбужденного ядра — 236U. Нуклоны в результате нарушения ядер­ного сцепления под действием сил отталкивания рас­ходятся к противоположным полюсам, ядро деформи­руется, принимает удлиненную форму. В центральной части ядра образуется перетяжка, ядерные силы уже не могут противостоять действию сил отталкивания между протонами, и ядро расщепляется на два или три асимметричных ядра — осколка. Весь этот процесс происходит мгновенно. Во время каждого акта деле­ния освобождается энергия порядка 200 МэВ и выле­тают 2—3 свободных нейтрона. Если нейтроны на своем пути встретят другие тяжелые ядра, способ­ные к делению, то возникает цепной процесс деле­ния.

При достаточном количестве делящегося материала возникает мгновенная неуправляемая цепная реакция взрывного характера.

Процесс деления может быть самоподдерживаю­щимся, регулируемым, с непрерывным выделением определенного количества энергии. Это осуществлено в ядерных реакторах, в которых плотность нейтронного потока регулируется особыми стержнями — поглотите­лями нейтронов.

При ядерных взрывах образуется около 250 изо­топов 35 элементов (из них 225 радиоактивных) как непосредственных осколков деления ядер тяжелых эле­ментов (235U, 239Рu, 233U, 238U), так и продуктов их распада. Количество радиоактивных продуктов деления (РПД) возрастает соответственно мощности ядер­ного заряда. Часть образовавшихся РПД распадается в ближайшие секунды и минуты после взрыва, другая часть имеет период полураспада порядка нескольких часов. Большинство образующихся радионуклидов явля­ется бета - и гамма - излучателями, остальные испускают или только β или α-частицы (144Мс1, 1475т).

Дополнительным источником радиоактивного за­грязнения местности в районе взрыва служит наве­денная радиоактивность, возникающая в результате воздействия потока нейтронов, образую­щихся при цепной реакции деления урана или плуто­ния, на ядра атомов различных веществ окружающей среды (реакция активации). Захват нейтронов ядрами многих химических элементов приводит к появлению радиоизотопов (продуктов активации) в атмосферном воздухе, воде почве, в материалах сооружений и т. п. Большая часть их распадается с испусканием β-частиц и гамма-излу­чения со сравнительно малым периодом полураспада (за исключением 14С).

Суммарная активность остатков ядерного заряда и радионуклидов, образовавшихся в результате реакции активации, намного меньше общей активности радио­активных продуктов деления. Последние являются ос­новным источником радиоактивного загрязнения внеш­ней среды.

При термоядерных взрывах в момент реакции синтеза (слияние ядер легких элементов — дейтерия и трития и образование более тяжелого ядра — гелия, происходящее при десятках миллионов градусов) возникает интенсивный поток нейтронов, вызывающий образование значительного количества продуктов активации (наведенной радиоактивности), в частности трития, берилия, углерода- 14.

Ядерные устройства, основанные на принципе деле­ние — синтез — деление, загрязняют окружающую сре­ду радиоактивными осколками деления 238U и 239Рw, а также тритием и радиоуглеродом. На 1 мегатонну ядерного взрыва образуется 7,4 кг радиоуглерода -14, что количественно в среднем равняется образованию этого изотопа в атмосфере под действием космических лучей в течение года.

Загрязнение местности зависит от характера ядер­ного взрыва (наземный, воздушный и т.д.), калибра ядерного устройства, атмосферных условий (скорость ветра, влажность, выпадение осадков, распределение температуры по высоте, которое влияет на перемеще­ние масс воздуха), географических зон и широт и др.

Наземные взрывы создают сильное загрязнение РПД непосредственно в районе взрыва, а также на прилегающей территории, над которой проходило радиоактивное облако.

При воздушном взрыве не происходит значительно­го локального загрязнения местности РПД, так как они распыляются на очень большой площади.

Однако под влиянием атмосферных осадков, вы­павших в момент прохождения радиоактивного обла­ка, может повыситься загрязнение в том или ином районе.

Средние и малые взрывы до нескольких килотонн тротилового эквивалента загрязняют в основном тро­посферу (до высоты 18 км). Крупные взрывы не­сколько мегатонн загрязняют главным образом страто­сферу (до высоты 80 км). Благодаря наличию воздуш­ных течений частицы РПД способны совершать очень большой путь, вплоть до нескольких оборотов вокруг земного шара, поэтому радиоактивное загрязнение может возникнуть в любой точке земного шара, т. е. наступает глобальное загрязнение.

По данным американских авторов В. Лэнгхэма и Е. Андерсена (1959), при взрывах зарядов большой мощности (несколько мегатонн) продукты взрывов распределяются следующим образом: при взрыве на большой высоте 99% их задерживается в стратосфе­ре, локальных загрязнений нет; при наземном взрыве 20% из них попадает в стратосферу, а 80% выпадает в районе взрыва; при взрывах у поверхности моря 30% остается в стратосфере, а 70% выпадает ло­кально.

Скорость выпадения радиоактивных осадков зави­сит от времени года и от широты местности: она боль­ше в северном полушарии, чем в южном. В пределах небольших районов скорость выпадения может коле­баться также в зависимости от выпадения дождя или снега в течение года.

РПД могут находиться в тропосфере около 2—3 мес., в стратосфере — 3—9 лет. Вследствие этого при воз­душных взрывах на землю в основном выпадают только долгоживущие радиоактивные продукты, так как короткоживущие изотопы распадаются, находясь в стратосфере.

По данным некоторых исследователей, ежегодно из имеющихся в стратосфере РПД осаждаются 10% 90Sг и 137Сs.

В связи с широким использованием атомной энер­гии в мирных целях все большее значение приобре­тают радиоактивные отходы промышленных предприя­тий и установок (атомных электростанций, предприя­тий по переработке ядерного материала, реакторов), лабораторий и научно-исследовательских институтов, работающих с РВ высокой активности, как потенци­альный, а в отдельных случаях и как реальный фактор локального (на ограниченной территории) загрязнения внешней среды.

В настоящее время человек сталкивается также с искусственными источниками радиации, не связан­ными с загрязнением внешней среды. К ним относятся рентгеновские установки, ускорители элементарных частиц, закрытые источники радиоактивных изотопов, использующиеся в медицине, промышленности и на­учно-исследовательской работе.

Вопрос 10. Методы радиометрии препаратов.

**Основные методы измерения радиоактивности.** Ра­диоактивность препаратов можно определить абсолют­ным, расчетным и относительным (сравнительным) методами. Наиболее широкое практическое примене­ние имеет последний.

*Абсолютный метод* основан на применении прямого счета полного числа частиц распадающихся ядер в условиях 4π-геометрии (четырехпийной). В этом слу­чае активность препаратов выражается не в импульсах в минуту, а в единицах радиоактивности — Ки, мКи, мкКи. Для этих целей используют 4π -счетчики, кон­струкция которых позволяет поместить измеряемый образец внутрь счетчика (газопроточный счетчик ти­па СА-4БФЛ, сцинтилляционный счетчик с растворе­нием пробы в жидком сцинтилляторе или помеще­нием пробы внутрь его и др.).

*Расчетный метод* определения абсолютной актив­ности альфа - и бета - излучающих изотопов заклю­чается в том, что измерение осуществляется при помощи обычных газоразрядных или сцинтилляционных счетчиков.

Чтобы сопоставить скорость счета, выраженную в импульсах в минуту, с активностью в единицах кюри вводят в результаты измерения ряд поправочных коэффициентов, учитывающих потери излучения при радиометрии.

Общая формула для определения абсолютной ак­тивности *(А)* расчетным методом имеет следующий вид:

где *N* — скорость счета в имп/мин за вычетом фона; ώ — поправ­ка на геометрические условия измерения (телесный угол); ε — поправка на разрешающее время счетной установки; — поправка на поглощение излучения в слое воздуха и окне (стенке) счетчи­ка; ρ — поправка на самопоглощение в толще препарата; q— по­правка на обратное рассеяние от подложки; *r* — поправка на схему распада; *γ* — поправка на гамма-излучение при смешанном бета -, гамма-излучении; *т* — навеска измеряемого препарата в мг, 2,22 \*1012 — переводной коэффициент от числа распадов в минуту к кюри (1 Ки = 2,22\*1012 расп/мин).

Для определения удельной активности указанная формула принимает следующее выражение:

где 1 \* 106 — переводной коэффициент на 1 кг при измерении m в мг.

*Относительный (сравнительный) метод* определе­ния радиоактивности основан на сравнении активности исследуемого препарата с активностью стан­дартного препарата (эталона), содержащего известное количество изотопа. Достоинство относительных из­мерений в их простоте, оперативности и удовлетво­рительной достоверности.

Благодаря этому относительный метод нашел ши­рокое применение в практической радиометрии и в на­учных исследованиях с использованием радиоактив­ных изотопов.

Для правильного проведения измерений относи­тельной активности исследуемых препаратов необ­ходимо, чтобы схема распада, вид и энергия излу­чения эталона существенно не отличались от исследуе­мого радионуклида. Идеальным эталоном был бы радиоизотоп, одноименный с изотопом, содержащимся в измеряемом препарате.

Желательно иметь для эталона долгоживущий радиоактивный изотоп, так как его можно исполь­зовать длительное время без внесения поправок на распад. При определении суммарной бета - активности в объектах ветнадзора в качестве эталона приме­няют 40К, 90Sr, 90Y, 23Th и др.

Эталон и исследуемые препараты должны иметь одинаковую форму, площадь и толщину активного слоя, их одинаково располагают относительно счетчи­ка. Подложки, на которые нанесены измеряемые препараты и эталон, должны быть выполнены из одинакового материала и иметь, одинаковую толщи­ну. Все измерения надо проводить на одной установ­ке с одним и тем же счетчиком. Следует стремиться к тому, чтобы измерения всех препаратов были вы­полнены с одинаковой статистической точностью.

Измерив, скорость счета *Nэ* от эталона и пре­парата Nпр, рассчитывают активность препарата Апр в распадах в минуту по формуле:

