Тема 4 – Токсикология радиоактивных веществ

В условиях чрезвычайных ситуации возможно загрязнение больших территории продуктами ядерного деления (ПЯД). Продукты ядерного деления поступают в организм, разносятся кровью и лимфой по всем тканям и органам организма , избирательно накапливаются в них и оказывают внутреннее (инкорпорированное) облучение критических органов, вызывая те или иные радиационные поражения.

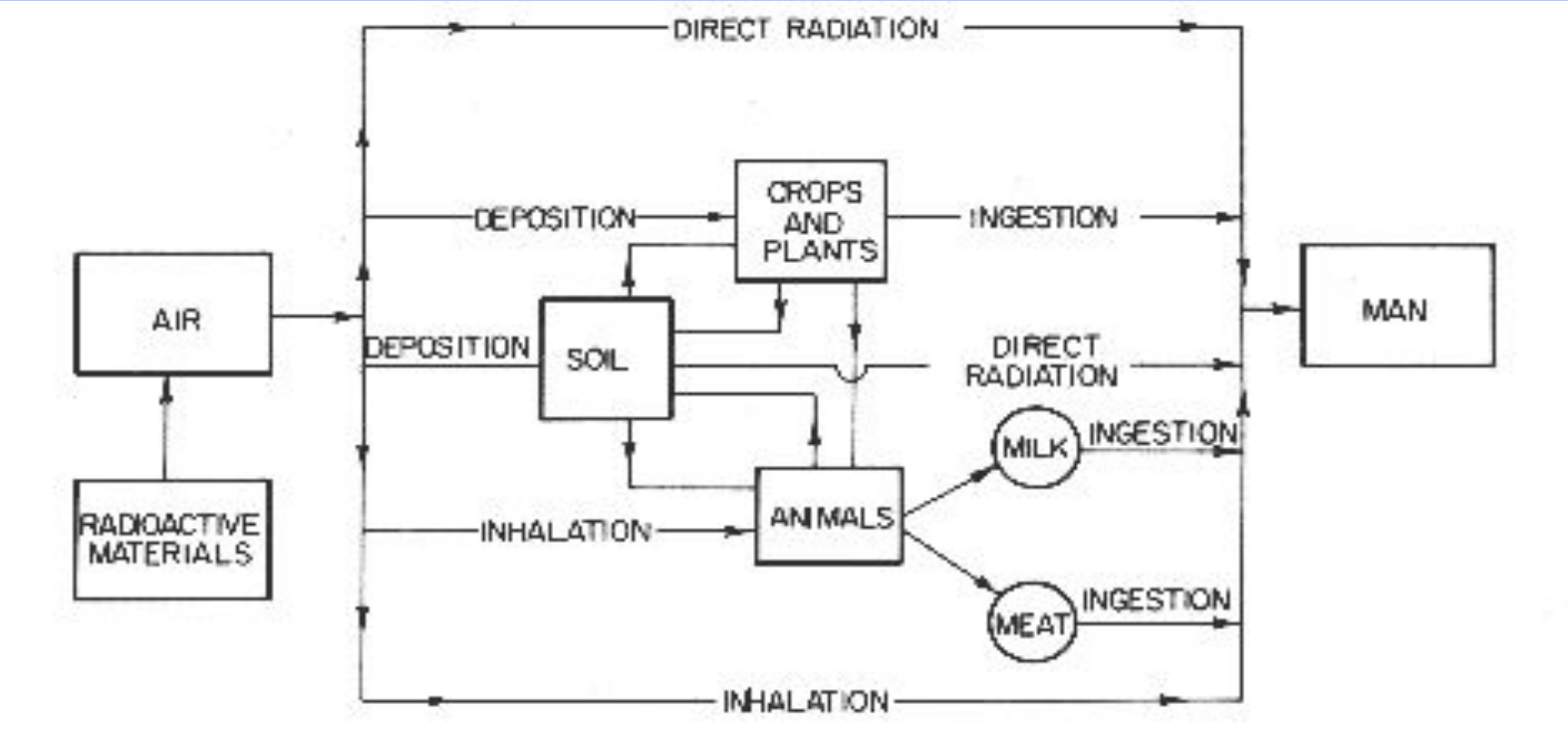
4.1 Пути поступления РВ в организм животных:

- желудочно-кишечный путь (с пищей и кормом через пищеварительный тракт) ;
- ингаляционный путь желудочно-кишечный путь (с пищей (с воздухом через органы дыхания);
- диффузный путь (через поврежденную и неповрежденную кожу, слизистые оболочки и раны) .

Потенциальный вклад каждого из вышеназванных путей в пастбищный период для крупного рогатого скота и овец следующий в относительных единицах:

- желудочно-кишечный путь – 1000;
- ингаляционный путь – 1;
- диффузный путь – 0,0001.

В общей схеме миграции радионуклидов животные занимают особое место, особенно жвачные животные, потребляющие много сочных и грубых кормов с достаточно большой площади (до 100-300 м^2 на 1 гол.), и вследствие этого являющиеся своеобразным аккумулятором и передатчиком РВ человеку по пищевой цепочке:



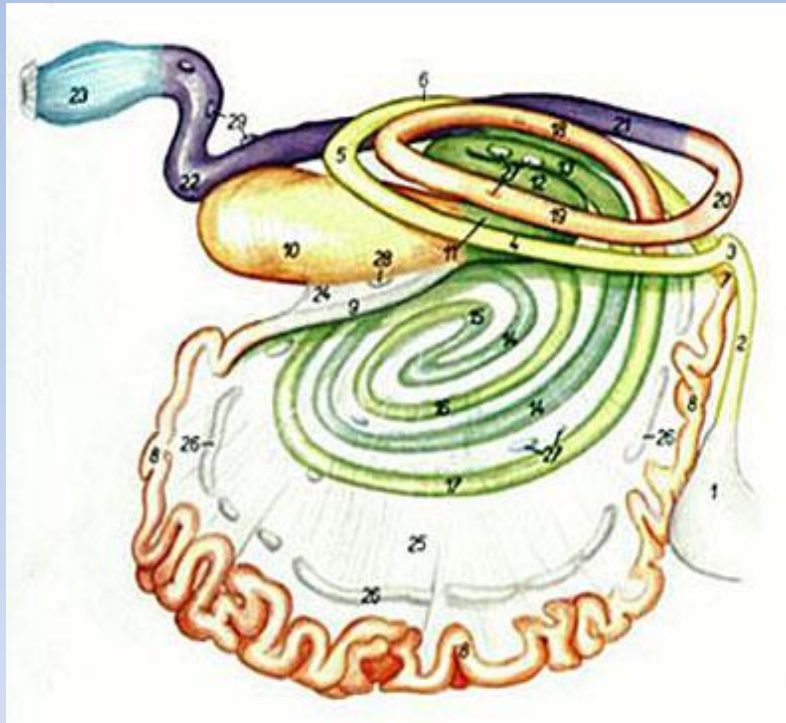
Преимущественно через ЖКТ поступают:

щелочные элементы – K, Ca, Na, Rb, Cs, I,(всасываются на 100%);

щелочно-земельные элементы – Sr (40-60 %), Co (30 %), Mg (10 %), Zn (10 %), Ba (5 %);

трансурановые элементы и редкоземельные металлы (труднорастворимые) соединения: Po – 6 %, Ru – 3 %, U–3-6 %, Pu – 0,01 %, Zr – 0,01 %.

Во время прохождения в ЖКТ альфа- и бета-излучающие радионуклиды облучают его стенку, а гамма-кванты достигают лимфатических узлов и внутренних органов, в это время ЖКТ становится ***критическим органом***.



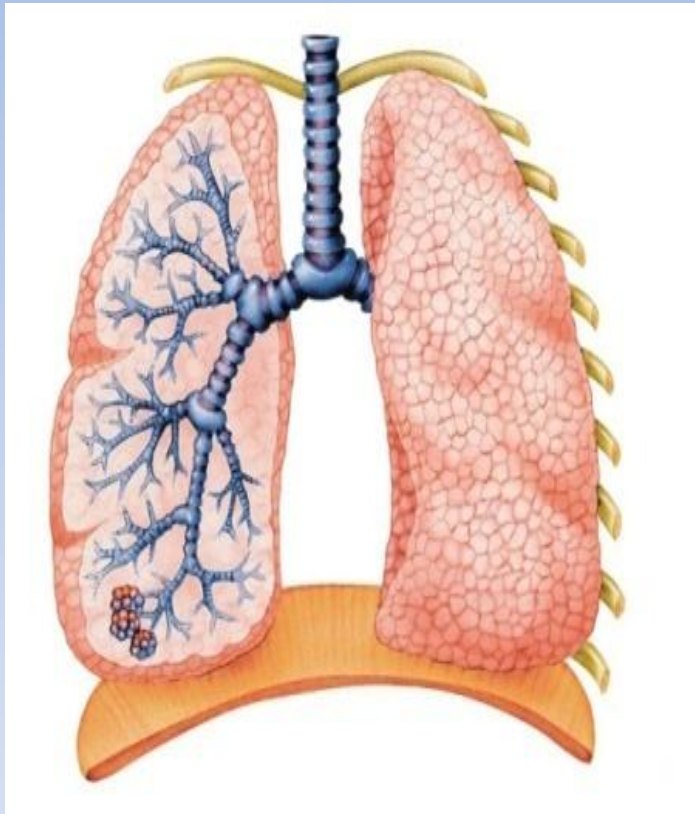
Главным местом всасывания (абсорбции) радионуклидов являются двенадцатиперстная, тощая, ободочная (тонкий отдел кишечника), подвздошная кишка, преджелудки жвачных и желудки однокамерных животных (в убывающей последовательности).

При одной и той же плотности загрязнения территории радионуклидами размеры их поступления в организм сельскохозяйственных животных будут зависеть от характера кормопроизводства в хозяйствах и от типа рациона, от конкретного состава рационов.

Ориентировочные данные о загрязненности кормов РВ в расчете на 1 корм. ед., усл. ед.

Вид корма	Корм. ед.	Содержится в 1 к. ед.	
		^{90}Sr	^{137}Cs
Овес: зерно солома	1,0 0,31	1 усл. ед. 16	1 усл. ед. 6,3
Ячмень: зерно солома	1,13 0,33	0,9 15,0	0,9 6,0
Пшеница яровая: зерно солома	1,18 0,20	0,6 18,7	0,8 10,0
Картофель	0,31	0,8	5,4
Свекла кормовая	0,12	6,2	20,8
Кукуруза на силос	0,14	21,5	4,8
Люцерна	0,23	27,5	15,1
Клевер	0,20	41,2	16,5
Трава луговая	0,28	19,0	47,6
Сено естественных сенокосов	0,47	31,7	67,4
Сено с окультуренных	0,50	15,0	46,6

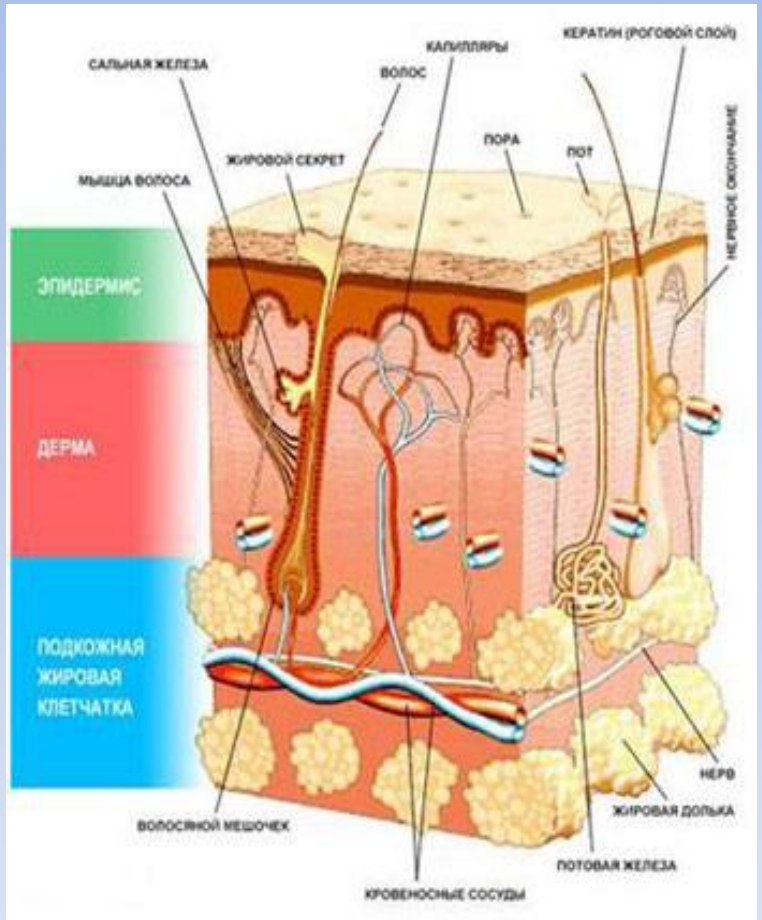
Ингаляционное поступление радионуклидов



Поверхность альвеол в 50 раз больше поверхности кожи, поэтому ингаляционное поступление РВ в организм может вносить значительный вклад в общее поступление их в организм, особенно в первые дни после радиоактивного загрязнения местности газообразными и аэрозольными коротко живущими продуктами ядерного распада в виде пыли, тумана, дыма.

Проникая в легкие, растворимые радионуклиды быстро всасываются в кровь и разносятся по органам, тканям; труднорастворимые РВ оседают в альвеолах, проникают в межальвеолярное пространство и лимфоузлы, которые становятся критическими органами для этих радионуклидов.

Диффузный путь поступления РВ



Поступление РН через кожу, слизистые оболочки и раны.

Этот путь поступления может иметь место при осаждении аэрозольных и твердых радиоактивных частиц на поверхности кожи, всасываемость через поверхность кожи может усиливаться при воздействии химических факторов (отравляющие вещества), других физических факторов – высокой температуры и инфракрасных лучей (ожоги кожных покровов), биологических факторов (бактериальные токсины и воздействие самих микроорганизмов).

Через кожу и слизистые оболочки обычно всасываются газообразные радионуклиды йода, трития, водорастворимые соединения плутония, газообразные радон и торон.

Критическим органом при этом пути поступления радионуклидов являются кожа и слизистые оболочки.

4.2 Типы распределения радионуклидов в организме животных

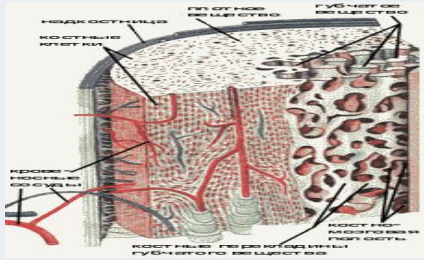
Поведение радионуклидов в организме животных определяется следующими факторами:

1) биогенной значимостью для организмов стабильных изотопов поступающих радионуклидов, тропностью их к определенным тканям и органам: например, кальций выполняет специфическую роль, всегда входит в состав костной и других тканей, проявляет тропность к костной ткани, йод имеет большую тропность к щитовидной железе;

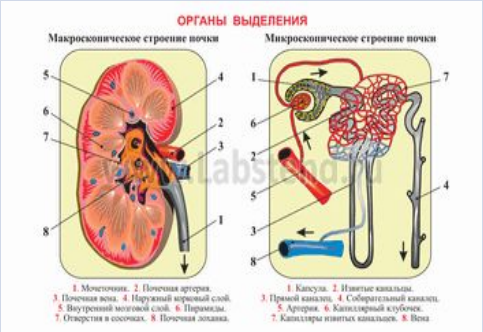
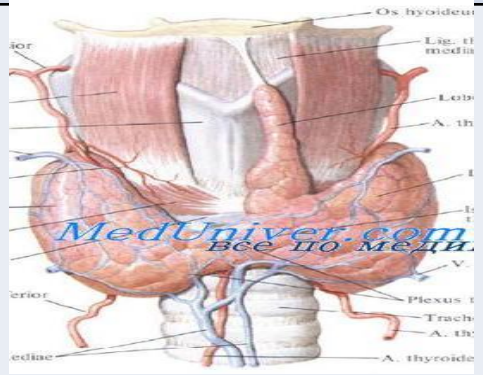
2) физико-химическими свойствами радионуклидов – положением элементов в периодической системе элементов Д.И.Менделеева, валентной формой радиоизотопа и растворимостью химического соединения, способностью образовывать коллоидные соединения в крови и тканях и другими факторами.

По типу распределения радионуклиды подразделяются на четыре основные группы.

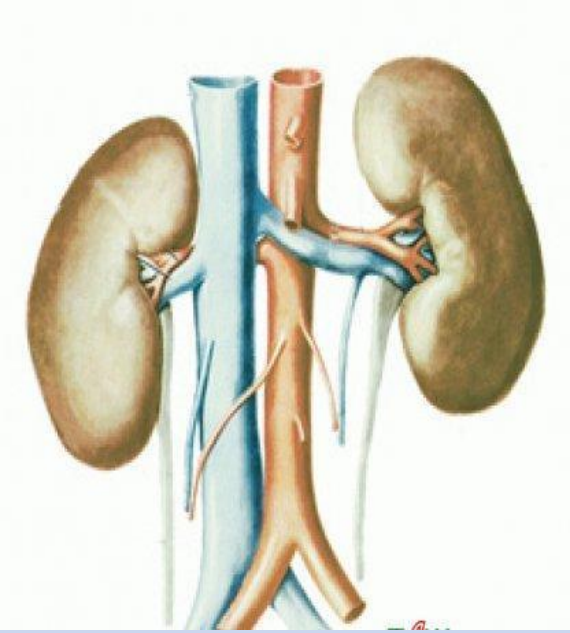
Типы распределения РН в организме

Тип распределения	Элементы
Равномерный (диффузный)	Элементы 1 группы период. системы – H, Li, Na, K, Rb, Cs, Ru, Cl, Br и др.
 Скелетный (остеотропный)	Щелочно-земельные элементы: Be, Ca, Sr, Ra, Zr, Ir, F и др.
Печеночный	La, Ce, Pm, Pu, Th, Mn и др.

Типы распределения РН в организме

Тип распределения	Элементы
 Почечный	**Bi, Sr, As, U, Se и др.**
 Тиреотропный	**I, Br, As**

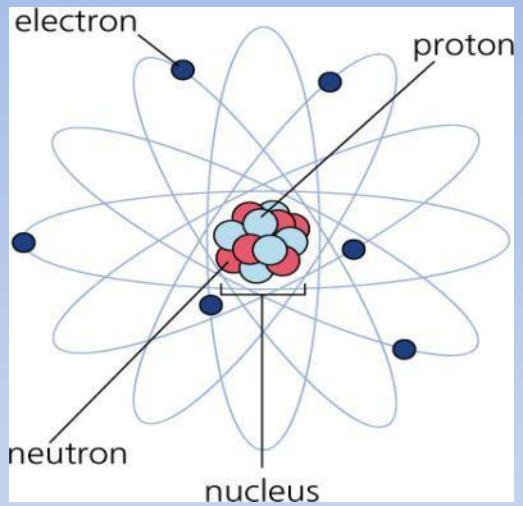
Метаболизм радионуклидов



Попавшие в организм радиоактивные изотопы так же, как и стабильные изотопы элементов, в результате обмена выводятся из организма с калом, мочой, молоком, яйцом и другими путями. Период времени, в течение которого из организма выводится половина поступивших радионуклидов, называется **биологическим периодом полувыведения (Тбиол.).** Попавшие в организм радиоактивные изотопы так же, как

и стабильные изотопы элементов, в результате обмена выводятся из организма с калом, мочой, молоком, яйцом и другими путями.

Метаболизм радионуклидов



Период времени, в течение которого из организма выводится половина поступивших радионуклидов, называется **биологическим периодом полувыведения (Тбиол.).** Время, в течение которого активность радионуклидов в организме уменьшается вдвое, называется **эффективным периодом полувыведения,** обозначается **Тэфф.** Эффективный период выведения рассчитывается по следующей формуле:

$$T_{эфф.} = (T_{физ} \cdot T_{биол.}) : (T_{физ.} + T_{биол).}$$

Эффективный период для различных радиоактивных изотопов отличается широким разнообразием: от нескольких часов (для ^{24}Na, ^{64}Cu-) и дней (для ^{131}I, ^{32}P, ^{35}S) до десятков лет (для ^{226}Ra, ^{90}Sr).

4.3 Классификация радионуклидов по степени их токсичности

Радиотоксичность – свойство радиоактивных изотопов вызывать большие или меньшие патологические изменения при попадании их в организм. Она зависит от следующих их свойств:

Вида радиоактивного превращения. При альфа-распаде поглощенная доза при одной и той же активности в органе или ткани будет в 20 раз больше по сравнению с поглощенной дозой при бета-распаде, следовательно, лучевое поражение в первом случае будет более выраженным.

При большей энергии излучения радионуклидов степень радиопоражаемости выше.

Если изотоп при радиоактивном распаде *дает начало новому радиоактивному веществу или целому семейству,* повышение суммарной мощности поглощенной дозы повышает радиотоксичность элемента.

Имеет значение *путь поступления* радиоактивных веществ в организм, наиболее опасен пищеварительный путь поступления их.

При *однократном поступлении* концентрация их вначале возрастает до максимума, а затем в течение 15-20 суток снижается. При *многократном поступлении* концентрация радионуклидов остается высокой длительное время и соответственно возрастает радиопоражаемость организмов.

Тип распределения радиоактивных элементов в организме. При избирательном накоплении РВ в тех или иных органах и системах последние являются критическими и наиболее радиопоражаемыми.

Чем больше *эффективный период полувыведения* радионуклидов, тем выше степень его радиотоксичности, так как суммарная доза при прочих равных условиях возрастает с увеличением Тэфф.

Классификация радионуклидов по степени радиационной опасности

Группа	Степень радиоток-сичности	Активность		Радионуклиды
		Бк/л	Ки/л	
А	Особо высокая	3,7-370	10^{-10}-10^{-8}	^{210}Pb, ^{226}Ra, ^{232}U, ^{238}Pu, ^{230}Th
Б	Высокая	37-3700	10^{-9}-10^{-7}	^{106}Ru, ^{131}I, ^{144}Ce, ^{210}Bi, ^{234}Th, ^{235}U, ^{214}Pu, ^{90}Sr
В	Средняя	370-37•10^3	10^{-8}-10^{-7}	^{22}Na, ^{32}P, ^{35}S, ^{36}Cl, ^{45}Ca, ^{59}Fe, ^{60}Co, ^{89}Sr, ^{90}Y, ^{92}Mo, ^{125}Sb, ^{137}Cs, ^{140}Ba, ^{96}Au
Г	Малая	370-37•10^3	10^{-8}-10^{-7}	^{7}Be, ^{14}C, ^{18}F, ^{57}Cr, ^{55}Fe, ^{64}Cu, ^{129}Te, ^{195}Pt, ^{197}Hg, ^{200}Tl
Д	–	14,8 •10^{4}	4 • 10^{-6}	Тритий (^{3}H)и его химические соединения