

Лекція 14. Надходження радіонуклідів до організму тварин.

План

1. Надходження радіонуклідів до організму тварин.
2. Шляхи надходження радіонуклідів до організму тварин.

1) Істотне збільшення масштабів надходження штучних радіонуклідів до навколишнього середовища поряд з існуючими їх запасами в ґрунтах, що утворилися внаслідок випробувань ядерної зброї та радіаційних аварій, створюють суттєву небезпеку радіоактивного забруднення усіх компонентів екосистем з непередбачуваними для них наслідками. Взаємодія популяцій рослин і тварин з продуктами ядерного поділу в природних умовах відбувається внаслідок швидкого включення радіоактивних речовин у біогеохімічні цикли, що існують в біосфері. Всебічний аналіз концентрації радіонуклідів, структури і динаміки угруповань живих організмів, використання біогеоценологічних методів і підходів є одним з засобів контролю за впливом іонізуючих випромінювань на живу природу.

2) Як уже згадувалось в попередніх главах, першою ланкою на шляху надходження радіонуклідів до організму тварин і людини є аеральне і кореневе забруднення рослинності. Якщо аеральний шлях забруднення рослинності актуальний лише на перших етапах надходження радіоактивних речовин до навколишнього середовища, то кореневий є основним джерелом надходження і біогенної міграції радіонуклідів.

Різні види трав'янистої і деревної рослинності характеризуються різним накопиченням ^{90}Sr і ^{137}Cs . Відомі понад десятикратні відмінності в концентрації радіонуклідів рослинами, що відносяться до різних систематичних груп та різних екологічних угруповань, а винос радіонуклідів до рослинності пов'язаний з типом ґрунтів, видом і віком рослинності.

Наступною після рослинності ланкою біогеохімічного кругообігу речовини і енергії в природних і напівприродних екосистемах є тварини.

Основними джерелами надходження радіонуклідів до організму тварин є корм, вода, ґрунт, радіоактивні частинки, аерозолі.

Радіонукліди потрапляють до організму тварин через травний тракт з кормом і водою, через легені із забрудненим повітрям, через поверхню шкіри, через слизові оболонки і рани. При радіаційних інцидентах основна кількість радіонуклідів надходить через легені, шкіру і слизові оболонки.

Газоподібні радіонукліди швидко всмоктуються з поверхні легенів в кров і разносяться по організму. Частинки розміром 0,5–1 мкм затримуються на 90% в легенях, де всмоктуються в кров. Певна кількість частинок поглинається в легенях макрофагами і надовго залишається в легеневій тканині. Більші частинки осідають у верхніх дихальних шляхах. З легенів швидко всмоктуються в кров добре розчинні сполуки лужних і лужно-земельних елементів. Надходження через шкіру може складати 0,13–2,1%, при цьому максимальне надходження у лужних елементів, інертних газів, галогенів, а також у водорозчинних і жиророзчинних сполук. Через слизові оболонки рани поступають менше 1% радіонуклідів.

У теперішній час до 95–98% радіонуклідів надходить через шлунково-кишковий тракт з кормами і водою. Надходження залежить від характеру кормовиробництва господарства (вид і набір кормів, вміст радіонуклідів в

кормах або добова активність раціону, від продуктивності і окультуреності кормових угідь, а також від способу утримання тварин, при цьому мінімальне надходження при стійловому утриманні тварин з годівлею скошеним зеленим кормом окультурених угідь.

При випасі худоби одночасно з травою поступають радіоактивні частинки, верхній шар ґрунту і відмерлі частини рослин, що містять радіонукліди. До організму великої рогатої худоби з кормом за добу може надходити 300–600 г ґрунту. З водою надходження радіонуклідів на декілька порядків нижче, ніж з кормом.

Окрім відмінностей в кормовій базі, важливу роль в процесах метаболізму грає можливість тварин в літній період вільно і активно рухатися. Це посилює діяльність м'язів, що сприяє зростанню окиснювальних процесів в усьому організмі, у зв'язку з цим покращується кровообіг, загальний обмін речовин, більше виділяється тепла, вище апетит, посилюється живлення окремих органів і тканин. Краще регулюється діяльність серця, органів дихання, шлунково-кишкового тракту (ШКТ) і залоз внутрішньої секреції, збуджується нервова система і активізується увесь організм, що може впливати на зростання надходження радіонуклідів до організму тварин

Таким чином, для сільськогосподарських тварин, як і для диких тварин наземних екосистем, визначальними є три шляхи надходження радіоактивних речовин:

- інгаляційний шлях надходження (через дихальну систему),
- пероральний, або аліментарний, шлях надходження (через шлунково кишковий тракт),
- перкутанний шлях надходження (через зовнішні покриви тіла).

Надходження кожним з наведених шляхів характеризується певними закономірностями.

Інгаляційний шлях надходження. Ступінь проникнення радіоактивних аерозолів і затримка їх в дихальних шляхах залежать від агрегатного стану аерозолу, заряду та розмірів твердих частинок.

Найшвидше усмоктуються з поверхні легень до крові газоподібні радіоактивні речовини.

Тверді частинки розміром менше 0,5 мкм легко проникають до легень хребетних тварин і людини і так само легко виносяться з них майже не затримуючись. Частинки розміром від 0,5 до 1 мкм затримуються в легенях на 90%, а розміром до 5 мкм – на 20%. Більші частинки затримуються у верхніх дихальних шляхах, відхаркуються і надходять зі слизом до шлунково-кишкового тракту.

Радіоактивні частинки, що затримались в легенях, відносно швидко надходять до крові, проте певна їх кількість депонується в легеневої тканині створюючи локальні осередки опромінення.

Відповідно до легеневої моделі Міжнародного комітету радіаційного захисту (МКРЗ) 1984 р. відкладання інгаляційних частинок сепарується в різних легеневої ділянках: назофарингальній, трахеобронхіальній, альвеолярній або пульмональній. Частинки, що депонуються в назофарингальній та трахеобронхіальній областях швидко видалюються з дихальної системи і заковтуються, а частинки, депоновані в альвеолярній або пульмональній ділянці, можуть бути фагоцитовані макроцитами і

видаляються значно повільніше. Вони також можуть проникати крізь альвеолярний епітелій та потрапляти до лімфатичних судин і вузлів.

Наведені закономірності характерні для хребетних тварин і людини з їх активним типом дихання. Для безхребетних тварин характерним є пасивний тип дихання – надходження повітря через систему трахей і трахеол, що пронизують практично все тіло тварини, за рахунок атмосферного тиску та рухів тварини. Тому інгаляційне надходження радіоактивних речовин з атмосферним повітрям до організму суходільних безхребетних не має істотного значення.

Перкутанний шлях надходження. Шкіра є бар'єром і одночасно шляхом проникнення радіонуклідів із зовнішнього середовища до організму тварин і людини, а також одним з шляхів їх екскреції з організму.

Радіоактивні речовини більш-менш міцно фіксуються на поверхні шкіри, потрапляючи у невеликі борозенки і пори. Крізь виходи волосяних фолікулів, протоки потових і сальних залоз, або безпосередньо крізь епідермальний бар'єр вони можуть проникати до дерми і по кровоносним і лімфатичним судинам до внутрішнього середовища організму. Пошкодження шкіри (рани, опіки, травми) може призвести до прискореного транспорту розчинних радіоактивних речовин всередину тіла.

Радіонукліди, депоновані на поверхні шкіри, безпосередньо впливають на її стан, а також на регіональні лімфатичні вузли шляхом їх опромінення.

Зокрема, ^{137}Cs , нанесений на шкіру у формі водних розчинів хлористих солей, дуже швидко усмоктується крізь шкіру – вже за декілька хвилин після нанесення він виявляється в крові і сечі піддослідних тварин.

Слід зазначити, що цей шлях надходження радіонуклідів є вагомим лише під час інтенсивного випадання радіоактивних аерозолів з атмосфери, в той час як інгаляційний має певне значення і нині за рахунок вітрового підйому пилу з поверхні забрудненого ґрунту, а для окремих видів тварин і худоби під час годівлі сіном та деякими іншими видами кормів. Таким чином, основним шляхом надходження радіоактивних речовин до організму тварин є аліментарний – до 95% поглиненої дози формується саме за рахунок цього надходження.

Аліментарний шлях надходження. Цей шлях є найбільш важливим внаслідок інтенсивних процесів переходу радіоактивних речовин з ґрунту до рослин кореневим шляхом та живлення тварин цією рослинністю.

Транспорт радіонуклідів по трофічних ланцюгах, в яких беруть участь тварини, визначають за допомогою коефіцієнтів накопичення, пропорціональності, дискримінації, спостережуваних відношень та ін.

Зокрема, безрозмірний, на відміну від коефіцієнта переходу, коефіцієнт накопичення (K_N) являє собою відношення активності органу, тканини або й загальної активності тварини до активності корму, спожитого твариною.

$$K_N = \frac{A_{\text{тв}}}{A_{\text{кор}}}$$

де: $A_{\text{тв}}$ – активність органу, тканини, організму, $A_{\text{кор}}$;
 $A_{\text{кор}}$ – активність спожитого твариною корму, $A_{\text{кор}}$.