

Лекція 4. Основи радіоекології.

План

1. Визначення науки та її завдання.
2. Історія розвитку радіоекології та її окремого напрямку сільськогосподарської радіоекології.

1) Радіоекологія, або радіаційна екологія, – це розділ радіобіології, який виник на стику з екологією. Іноді її вважають розділом екології. Останнім часом виділяють навіть як окрему науку.

Радіоекологія вивчає концентрації та поведінку (розподіл, міграцію, кругообіг) радіоактивних речовин в навколишньому природному середовищі і вплив їхнього іонізуючого випромінювання на живі організми та їх угруповання.

Сільськогосподарська радіоекологія – це спеціалізований окремий напрям загальної радіоекології, котрий вивчає концентрацію та поведінку радіоактивних речовин в об'єктах сільського господарства і вплив їхнього іонізуючого випромінювання на сільськогосподарські культури, сільськогосподарських тварин та агроценози.

Радіоекологія вивчає концентрації та поведінку (розподіл, міграцію, кругообіг) радіоактивних речовин в навколишньому природному середовищі і вплив їхнього іонізуючого випромінювання на живі організми та їх угруповання.

Сільськогосподарська радіоекологія – це спеціалізований окремий напрям загальної радіоекології, котрий вивчає концентрацію та поведінку радіоактивних речовин в об'єктах сільського господарства і вплив їхнього іонізуючого випромінювання на сільськогосподарські культури, сільськогосподарських тварин та агроценози.

Прерогативою радіоекології, як правило, є зовсім незначні потужності доз хронічного опромінення організмів іонізуючим випромінюванням за рахунок радіаційного фону, а також за рахунок забруднення біосфери природними та штучними радіонуклідами. Проте багато видів рослин і тварин здатні нагромаджувати в життєво важливих органах значну кількість радіоактивних речовин, внаслідок чого можливе істотне внутрішнє опромінення організму. Впливаючи на генетичний апарат, це додаткове опромінення зумовлює зростання темпів мінливості клітин і всього організму. Вищі дози можуть знижувати їх життєздатність, навіть спричиняти загибель найбільш чутливих до іонізуючих випромінювань і за рахунок цього змінювати структуру біоценозів та збіднювати їх міжвидові взаємовідносини.

Виявлення закономірностей, що лежать в основі цих процесів, має важливе значення для багатьох галузей народного господарства. Особливо важливими є вирішення в галузі радіоекології таких завдань:

- виявлення територій суходолу і акваторій з підвищеним вмістом радіонуклідів; дослідження шляхів міграції радіонуклідів трофічними ланцюгами і насамперед у ланці ґрунт–рослини–тварини–людина;
- припинення чи послаблення екологічних зв'язків на будь-якій ділянці цього шляху або створення спеціальних засобів запобігання тому, щоб вони не потрапили до рослин, тваринні і людський організми;
- прогнозування поведінки радіонуклідів у природних об'єктах і дозових навантажень на живі об'єкти, в тому числі на основі математичних моделей і комп'ютерних систем.

2) І радіобіологію, і екологію, які, так би мовити, породили радіоекологію, можна вважати порівняно молодими науками. Радіобіологія лише недавно відзначила своє 120-річчя. Відлік у цьому випадку ведеться з дня відкриття німецьким фізиком В.К. Рентгеном у листопаді 1895 р. високоенергетичних променів, що проходять через непроникні для видимих променів матеріали, і які він назвав Х-променями, або Х-випромінюванням, котрі згодом були названі його ім'ям – рентгенівськими променями. Хоча в багатьох країнах у науковій літературі й досі використовується їх первинна назва – Х-випромінювання.

Безперечно, спільне «дитя» цих наук радіоекологія з'явилося пізніше. Можна вважати, що початок систематичним радіоекологічним дослідженням було покладено В.І. Вернадським, котрий

вперше наприкінці 20-х–початку 30-х років минулого століття виявив певні закономірності нагромадження радіоактивного елементу радію прісноводними і наземними рослинами. Пізніше у Біогеохімічній лабораторії Академії наук СРСР, якою він керував, були виконані дослідження з накопичення цілої низки природних радіоактивних елементів рослинами і тваринами, закладені основи вивчення їх міграції у різних об'єктах навколишнього середовища. У цій лабораторії вперше були проведені дослідження з біологічної дії інкорпорованих природних радіоактивних елементів, зокрема урану і радію, на рослини і тварин. Вже тоді особлива увага наділялася їх можливою генетичній дії.

Роком народження радіоекології можна вважати і 1896 р. Адже саме у лютому цього року декількома місяцями після відкриття В. Рентгеном Х-променів французький вчений А. Бекерель відкрив явище природної радіоактивності урану. Відкриття М. Склодовською-Кюрі і П. Кюрі нових радіоактивних елементів радію і полонію у 1897–1898 рр. також можна віднести до перших радіоекологічних досліджень, так як саме з цих років почалися дослідження окремих дослідників з вивчення вмісту цих елементів в об'єктах навколишнього природного середовища, в тому числі ґрунті і рослинах.

У 1903 р. А.В. Пель в Петербурзі вперше в Росії почав дослідження природної радіоактивності різних об'єктів навколишнього середовища: ґрунту, води, деяких видів рослин.

Не можна не згадати, що елементи радіоекології містяться у роботах з біогеохімії радіоактивних речовин і деяких інших дослідників того часу. Зокрема, у монографії учнів і послідовників М. Склодовської-Кюрі чеських учених Ю. Стоклази і Ж. Пенклава «Біологія радію та урану» (1932), присвяченій особливостям накопичення цих природних радіоактивних елементів живими організмами, робляться і спроби оцінки їх біологічної дії. Цю книгу з усіма підставами можна вважати першою монографією з радіоекології, у якій обговорюються біологічні ефекти підвищеного природного радіаційного фону та інкорпорованих радіонуклідів на екосистемному рівні.

Все ж таки, саме 30-і–першу половину 40-х років 20-го століття слід вважати першим етапом розвитку радіоекології. Другий етап розвитку цієї науки пов'язаний з проведенням в світі у другій половині 40-х–початку 60-х років масових випробувань ядерної зброї, які супроводжувалися випадінням на земну поверхню величезної кількості штучних радіонуклідів, котрі включалися у біологічний кругообіг з участю рослин, тварин, людини. У ці роки в результаті глобального моніторингу природного середовища, забрудненого радіоактивними випадіннями після сотень ядерних вибухів в атмосфері, у водах морів, світового океану і навіть у космосі, були вивчені основні закономірності міграції довгоживучих штучних радіонуклідів ^{90}Sr і ^{137}Cs .

Саме в цей період, який достатньо точно можна позначити 1945–1963 роками, радіоекологія остаточно оформилася як самостійний напрям науки. Експериментальні дослідження з міграції розсіяних у навколишньому середовищі продуктів поділу урану, що розпочалися у десятках лабораторій провідних країн світу, охопили всі його елементи: атмосферу, ґрунт, наземні екосистеми, в тому числі агросферу, гідросферу. Організований у 1955 р. при Організації об'єднаних націй Комітет з впливу ядерної радіації на живі організми, який включав 21 країну, спеціально займався збором, аналізом і узагальненням даних з накопичення радіонуклідів в рослинах, тваринах, організмі людини.

Ці дані стали основою для оцінки дозових навантажень на населення і об'єктивного аналізу наслідків радіонуклідного забруднення біосфери і відіграли важливу роль в укладанні в 1963 р. Московського договору про заборону випробувань атомної зброї в повітрі, воді і космосі, що сприяло попередженню подальшого забруднення природного середовища у глобальних масштабах.

І тут треба відзначити ім'я одного з основоположників радіоекології видатного російського природодослідника М.В. Тимофєєва-Ресовського. Одним з перших колективом вчених засекреченої тоді лабораторії, якою він керував, були виконані системні роботи по міграції штучних радіонуклідів в окремих компонентах навколишнього середовища, дії їх іонізуючих випромінювань на рослини і тварини, зроблені розрахунки доз іонізуючої радіації, які формуються в тканинах різних організмів за рахунок інкорпорованих радіонуклідів.

На цьому етапі видатну роль в становленні і розвитку сільськогосподарської радіоекології відіграв академік В.М. Клечковський. Саме йому належить запровадження в наукову літературу

слідом за терміном «радіоекологія» поняття «сільськогосподарська радіоекологія». Найближчий учень основоположника вітчизняної агрохімії академіка Д.М. Прянішнікова В.М. Ключковський був одним з засновників і керівником першого у світі науково-дослідного закладу в галузі сільськогосподарської радіоекології – Біофізичної лабораторії в Московській сільськогосподарській академії ім. К.А. Тімірязєва. В цій лабораторії за ініціативою великого вченого в галузі ядерної фізики академіка І.В. Курчатова стала виконуватись широка програма досліджень з вивчення накопичення радіонуклідів (в першу чергу штучних з числа продуктів поділу урану) сільськогосподарськими рослинами і дії на них інкорпорованих радіонуклідів. В 1956 р. була опублікована основоположна робота колективу авторів – в основному співробітників лабораторії під редакцією В.М. Ключковського «Про поведінку продуктів поділу в ґрунтах, їх надходження в рослини і накопичення в урожаї», яка стала першим підсумком експериментальних досліджень в галузі сільськогосподарської радіоекології. В ній, зокрема, вперше було сформульовано фундаментальне положення, яке з усіма підставами можна назвати парадигмою сучасної сільськогосподарської радіоекології: при широкому застосуванні ядерної енергії в мирних цілях, пов'язаних з надходженням до навколишнього середовища штучних радіонуклідів та інтенсифікацією кругообігу природних радіонуклідів, основне значення має не пряма радіаційна дія іонізуючих випромінювань на сільськогосподарські рослини і тварин (хоча і цю проблему не можна ігнорувати), а накопичення ними радіонуклідів, які надходять з сільськогосподарськими продуктами до організму людини, призводячи до його додаткового, часом значно більшого, ніж фонове, опромінення. Це положення, сказане у дуже обережній формі, визначило головний напрям досліджень у сільськогосподарській радіоекології.

У третій етап свого розвитку радіоекологія вступила у 60-і–початку 70-х років в період інтенсивного розвитку ядерної енергетики і широкого застосування радіаційних технологій у різних галузях господарювання, у тому числі в сільському господарстві. В ці роки стало зрозумілим, що ядерна енергетика у найближчі десятиліття стане одним з основних джерел задоволення безперервно зростаючих потреб людства в енергії. Стало також очевидним, що загальний прогрес у розвитку ядерної енергетики залежить від рішення екологічних проблем охорони природного середовища від радіаційного впливу підприємств ядерного паливного циклу (ЯПЦ). Останнє зумовлене тим, що на всіх стадіях повного ЯПЦ, починаючи з видобутку уранової сировини і закінчуючи переробкою відпрацьованого ядерного палива і захоронення радіоактивних відходів, можливе надходження у навколишнє середовище у великих кількостях як природних, так і штучних радіонуклідів.

Не дивлячись на те, що радіоекологічні дослідження, особливо з міграції радіоактивних речовин в об'єктах навколишнього середовища, накопичення в живих організмах і дії на біоту досить широко проводились в багатьох країнах, пріоритет у них США і СРСР – найбільших ядерних держав незаперечний. Ретроспективне порівняння програм таких досліджень, що проводились у 1950–1985 рр., незважаючи на їх закритість у ті часи, показав їх повний паралелізм. Особливо це стосується вирішення двох головних проблем: вивчення міграції радіонуклідів в природних і штучних біогеоценозах та впливу дії іонізуючих випромінювань на популяції рослин і тварин, екосистеми в цілому.

Найбільша за всю не довгу історію розвитку ядерної енергетики аварія на Чорнобильській АЕС в 1986 р., котрій присвоєно статус глобальної катастрофи, знаменувала перехід до четвертого етапу розвитку радіоекології.

Вплив аварії на Чорнобильській АЕС на розвиток радіоекології став настільки значним, що в свідомості фахівців розділив її історію на «до Чорнобильській» і «після Чорнобильський» періоди.

Контрольні питання

- 1) Дати визначення радіоекології як науки та назвати її завдання.
- 2) Назвати етапи радіоекології та коротко охарактеризувати.