

УДК: 631.95

Погурельський С.П.

завідувач відділом науково-технічної інформації
та патентно-ліцензійної роботи,
Інститут землеустрою УААН, м. Київ

СТАН ТА НАПРЯМКИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У ГАЛУЗІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ РАДІОЕКОЛОГІЇ

Стисло окреслено розвиток наукової думки про стан досліджень у галузі сільськогосподарської радіоекології. Названі питання, що залишилися не вирішеними, а також обгрунтовано необхідність проведення подальших досліджень у цій галузі.

У зв'язку з розпочатим у середині 20 століття радіоактивним забрудненням біосфери виникла необхідність проведення радіобіологічних досліджень на екологічному рівні, тобто у новій області – екологічній радіобіології, або радіоекології, що вивчає вплив радіоактивних речовин на організми та їхні угруповання, розподіл, концентрацію та міграцію радіоактивних речовин в екосистемах, екологічні ланцюги перетворень їх у біосфері в цілому. Радіоекологія визначає способи гарантування радіаційної безпеки в масштабах біосфери та опрацьовує заходи активного втручання у переміщення радіоактивних речовин у навколишньому середовищі.

Перші радіоекологічні дослідження припадають на 30-ті роки, коли чеські вчені Ю.Стокласа та Ж.Пенкава у монографії “Біологія радію та урану” (1932) опублікували результати спостережень за дією підвищеного природного радіаційного фону на рослинний

покрив у районі виходу на поверхню збагачених природними радіонуклідами гірських порід.

Великий внесок у вивчення закономірностей міграції радіонуклідів у природному середовищі вніс В.І. Вернадський – основоположник вчення про біосферу та біогеохімію як самостійну науку [1]. Весь сучасний розвиток цивілізації чітко підтвердив його передбачення, що ні саме життя, ні еволюція його форм не можуть бути відірваними, незалежними від біосфери. У сучасних умовах процес перетворення антропогенної біосфери на ноосферу, сферу розуму, що передбачав В.І. Вернадський, ставить перед людством завдання його наукового прогнозування й управління. Тобто, без глибокого теоретичного обгрунтування напрямків їх дослідження, формування методолого-світоглядних й етичних аспектів не можна розв'язати комплексу актуальних завдань системного пізнання феномена земної біосфери.

Інтенсивний розвиток радіоекології починається з 50-х років, коли внаслідок радіоактивних випадів після випробувань ядерної зброї відбулося надходження великої кількості штучних радіонуклідів в атмосферу, результатом чого стало додаткове (до природного фонового) опромінення рослин, тварин і людини. У 50-60-х роках були розгорнуті у різних країнах дослідження щодо міграції радіонуклідів у харчових ланцюжках та накопичення їх у живих організмах. Тоді ж, у 1956 році, радянськими вченими О.М. Кузіним і А. О. Передельським, американським екологом Ю.Одумом був введений і сам термін "радіоекологія".

На початку 50-х років В.М. Клечковським – одним з основоположників сільськогосподарської радіоекології – вперше були поставлені основні завдання досліджень щодо переносу радіонуклідів із ґрунту в рослини та проведено експериментальні роботи у цьому напрямку. За 20 років В.М. Клечковським була створена школа радіоекологів, де були закладені основи ізотопної агрохімії, визначені фізико-хімічні закономірності взаємодії штучних радіонуклідів із ґрунтом та проведена оцінка кількісних закономірностей накопичення різних радіонуклідів сільськогосподарськими рослинами [5]. Сільськогосподарська радіоекологія вивчає закономірності міграції радіонуклідів у біологічних ланцюжках у сфері агропромислового виробництва та дію іонізуючих випромінювань як одного із провідних екологічних чинників у сучасній біосфері на

сільськогосподарські рослини й тварини, а також агроценози.

Найбільш важливі результати досліджень у галузі сільськогосподарської радіоекології щодо оцінки міграції радіонуклідів у системі "радіоактивні випадів – ґрунт - рослини - тварини", що були виконані у 50-60 роках у Західній Європі та США, узагальнені у фундаментальній монографії за редакцією Р. Рассела [11].

Значний внесок у вирішення проблем кормовиробництва та раціонального ведення лучно-пасовищного господарства в умовах радіоактивного забруднення сільськогосподарських угідь внесли вчені Всесоюзного інституту кормів ім. В.Р. Вільямса.

Вивченням природної радіоактивності ґрунтів України займалися Д.М. Гродзинський та І.М.Гудков. В опублікованій ними монографії [3] узагальнено дані щодо природної радіоактивності зональних ґрунтів і рослин України, в якій отримали подальший розвиток ідеї біологічного значення природної радіоактивності та механізму дії малих доз іонізуючого випромінювання. Здавня дослідників цікавила дія іонізуючих випромінювань на організм рослин, їх радіобіологічні ефекти та радіаційний канцерогенез. Під впливом цих випромінювань на організм змінюються швидкість поглинання кореневою системою мінеральних сполук, проникність мембран, в'язкість цитоплазми, порушується водний баланс – посилюється транспірація та поглинання води з ґрунту.

Під час випробувань ядерної зброї при штатних викидах АЕС, а

також в аварійних ситуаціях на реакторах радіонукліди попадають в атмосферу у вигляді аерозолей, що переміщуються на великі відстані. Радіонукліди в основному адсорбуються мінеральними ґрунтовими частинками та графітом. Великі частинки швидко осідають недалеко від місця викиду, а дрібні (порядку декількох мікронів у діаметрі) можуть долати з повітряними масами великі відстані. Лісові хвойні фітоценози дуже добре затримують аерозолі (до 35-40 відсотків). Однак листяні ліси ранньою весною, коли бруньки ще не розпустилися, мають значно меншу затримуючу здатність. Радіоактивні опади, що випали, протягом часу здуваються та змиваються з крон на ґрунтовий покрив. Розрахований період напіввтрата цих радіоактивних опадів для хвойних фітоценозів складає 3-4 місяці, а для зернових культур – 14 днів [13].

Таким чином, радіоактивні частинки у кінцевому рахунку майже всі повністю осідають на поверхні ґрунту. Дослідження показали, що більша частина радіонуклідів (до 80 відсотків) утримується шаром ґрунту 0-5 см.

Найбільш небезпечними для людей, тварин і рослин є радіонукліди Sr-90 та Cs-137. G.Welford та W. Collins [14] показали, що вони добре розчинні у воді (90 та 70 відсотків від кількості, що випали) та легко поглинаються ґрунтом. Однак є дані, що радіоактивні елементи стронцію та цезію у піщаних та супіщаних ґрунтах опускаються на глибину до 35-40 см, що складає 70 відсотків загальної кількості радіонуклідів.

До Чорнобильської катастрофи більшу увагу в дослідженнях щодо вивчення міграції радіонуклідів приділялося Sr-90, що пов'язано з його більшою рухомістю у ґрунтах, незважаючи на приблизно рівний з Cs-137 вихід при реакції розщеплення та приблизно однаковий період напіврозпаду. Не менший вплив на напрям досліджень у колишньому СРСР мала велика радіаційна аварія у 1957 році на Південному Уралі, де стався викид у зовнішнє середовище значної кількості Sr-90.

Радіологічні дослідження, проведені у районах Українського та Білоруського Полісся, показали, що тут спостерігається аномально високе надходження Cs-137 в організм людини через харчові ланцюжки "ґрунт – рослина – молоко (м'ясо)". Але переоцінка важливості досліджень щодо вивчення міграції Cs-137 пройшла після встановлення фактів накопичення цього радіонукліду в урожаї рослин на легких ґрунтах у кількостях, співвідносинах із величиною накопичення Sr-90 [7]. Після 1986 року, коли легкі ґрунти Полісся України були забруднені в основному Cs-137, значення таких досліджень зросло ще більше.

Сучасний стан розвитку радіоекології нерозривно пов'язаний з вирішенням завдання щодо охорони навколишнього середовища в умовах розвитку атомної енергетики. На різних етапах повного ядерного паливного циклу в навколишнє середовище надходить певна кількість штучних радіонуклідів. Радіоекологія розробляє принципи екологічного нормування

радіаційного впливу, направлено на забезпечення радіаційної безпеки людини та об'єктів природного середовища.

Зараз не постає питання – бути чи не бути атомній енергетиці. Згідно прогнозу Ліверморської лабораторії (США) на третє тисячоліття, атомна енергетика у майбутньому стане найбільш економічною та екологічною. У варіанті розширеного відтворення ядерних матеріалів запасів сировини вистачить на 600 - 800 років при повній заміні навіть потужностей сучасних ТЕС.

Радикально головною проблемою радіоекології є мінімізація забруднення біосфери радіонуклідами. Вона може вирішуватися або через розробку повністю безвідходних технологій, або, якщо це неможливо з економічної точки зору, шляхом приведення їх у врівноважений з мінеральною речовиною хімічно інертний стан [6]. Враховуючи наслідки Чорнобильської катастрофи, сільськогосподарській радіоекології до розв'язання цієї проблеми необхідно йти шляхом створення відповідних технологічних процесів у кооперації з природними системами. Необхідно розв'язати протиріччя між природою і суспільством через запровадження моделі екологічно оптимального природокористування, яка дасть змогу збалансувати та органічно поєднати економічні та екологічні цілі в інтересах стабільного розвитку людства.

Ведення сільськогосподарського виробництва на забруднених територіях поставило перед вченими завдання, пов'язані з аналізом ситуації та розробкою нових

систем землеробства і землекористування. Здатність рослин по різному акумулювати радіонукліди необхідно використовувати з практичною метою для очищення територій від радіоактивних речовин. Безперечно, що ефективність такого методу буде залежати від ряду факторів, а саме : від властивостей ґрунту, агротехнічних заходів, організації території, а також використовуваних видів рослин, їх морфологічних особливостей, віку, тривалості вегетаційного періоду тощо. Підбір культурних і дикоростучих рослин, що найбільш ефективно кондиціонують середовище та підвищують засвоєння його мінеральних компонентів, має важливе значення щодо рекреації забруднених територій. Перспективним є поєднання двох видів: один повинен ефективно переводити елементи-забруднювачі у засвоювану форму, а другий – мати велику швидкість поглинання, незначну швидкість виведення та біомасу, достатню для забезпечення високого сумарного виносу. Для вирішення цих питань створена концепція радіємкості екосистем [4], розроблені математичні моделі, що враховують найбільш суттєві фізіологічні та агрохімічні взаємозв'язки щодо визначення ступеня забруднення рослинної біомаси. Але проблеми кількісного системного аналізу ситуації, що виникає в агрофітоценозах у зв'язку з радіонуклідним забрудненням, потребують подальшої активної розробки.

Аналіз проведених радіоекологічних досліджень показує, що радіоактивність ґрунтів і

рослин досить динамічна. Це пов'язано із природним розпадом радіонуклідів, їх міграцією у ґрунті, зміною засвоєння радіоізотопів рослинністю у часі, а також із кліматичними особливостями. Встановлено, що наслідки дії іонізуючої радіації виявляються і на наступних генераціях рослин. Все це свідчить про необхідність і надалі систематично проводити радіоекологічний моніторинг у природно-рослинних комплексах.

На сьогодні необхідно максимально зменшити внутрішнє опромінення людей в умовах їх проживання на радіоактивно забруднених територіях. Щодо цього відомі три основні шляхи : переселення людей, зменшення доз зовнішнього та внутрішнього опромінення.

Зараз зовнішнє опромінення стабілізувалося і залежить лише від щільності забруднення ґрунтів. Впливати на цей процес у бік зменшення за допомогою антропогенного чинника досить важко. Крім того, зовнішнє опромінення має тенденцію до зменшення у процесі розпаду радіонуклідів.

Оскільки внутрішнє опромінення у зоні Полісся через продукти харчування становить від 75 до 95 відсотків загального накопичення дози в організмі, то зрозумілим стає значення боротьби за зменшення їх забруднення і, таким чином, радіаційного навантаження на людину. І ця доза формується за рахунок споживання забрудненої продукції місцевого виробництва [10].

Основними напрямками запобігання надходження радіонуклідів у сільськогосподарську продукцію, згідно з рекомендаціями науково-дослідних установ, є такі :

- оптимізація землевпорядкування ;

- докорінне поліпшення, залуження та перезалуження лук і пасовищ;

- створення культурних пасовищ ;

- реабілітація земель, виведених із господарського обігу, проведення постійного контролю за рівнями радіоактивного забруднення сільськогосподарської продукції на всіх етапах її виробництва й реалізації ;

- вапнування ґрунтів, у тому числі і на присадибних ділянках ;

- внесення сапропелів й торфокомпостів ;

- зниження рівня ґрунтових вод ;

- заключна відгодівля тварин чистими кормами, збагачення їх мікроелементами ;

- біологічний захист рослин від шкідників і хвороб ;

- перепрофілювання сільськогосподарських підприємств на розвиток м'ясного скотарства ;

- ведення лісового господарства у міжгосподарських лісгоспах ;

- забезпечення санітарно-гігієнічних вимог при проведенні сільськогосподарських робіт у зоні забруднення.

Проведені фахівцями Інституту землеустрою УААН та особисто автором протягом 1992 - 1998 років дослідження показали, що

можливість отримання на забруднених землях нормативно чистої продукції, а також продукції, що придатна для господарського використання, при деяких рівнях забруднення може бути забезпечена шляхом зміни системи землеробства чи окремих її складових (системи сівозмін, методів обробітку ґрунту, добрив, технологій, структури посівних площ тощо). При веденні землеробства на цих землях, як правило, виникає необхідність змін щодо організації сільгосппідприємств та їх спеціалізацій, тому що структура посівних площ визначається умовами забруднення (щільністю, видом забруднювача, місцезнаходженням забруднених ділянок), а також фізико - хімічними властивостями ґрунтового покриву. У зв'язку з тим, що сільськогосподарські культури суттєво відрізняються щодо накопичення радіонуклідів у врожаї, також залежать і способи його використання на продовольство, фураж, насіння, технічну переробку тощо [2, 8, 9, 12].

Організація території сільгосппідприємств суттєво залежить і від частки забруднених земель у агроландшафтах. З урахуванням цього планується використання чи реабілітація земель щодо всього масиву або вибірково. Поки що не вирішеною проблемою є отримання чистої продукції на

природних кормових угіддях, так як докорінне поліпшення вимагає великих матеріальних витрат і не завжди можливе через природних умов. У зв'язку з цим у населених пунктах, де громадяни користуються природними угіддями, що розташовані у заплавах річок, водоохоронних зонах і лісах, однією з головних проблем зараз є заготівля кормів та організація випасання худоби у приватному секторі. На таких ландшафтах зі строкатим ґрунтовым покривом й різноманітними травосумішками прогноз забруднення сіна та пасовищних трав не завжди можливий [9].

Запропоновані принципи оптимізації землекористування базуються на системі критеріїв охорони навколишнього середовища, що сприяє забезпеченню оптимальних умов щодо здоров'я та життя громадян, а також підвищенню екологічної ефективності раціонального використання земельних ресурсів. Таким чином, землевпорядкування, у процесі якого вирішуються правові, соціально-економічні, організаційно-територіальні та екологічні завдання, може бути реальним механізмом наведення порядку у використанні землі та перепорядкування території в умовах радіоактивного забруднення.

Література

1. **Вернадский В.И.** Биосфера. – М.: Мысль, 1967. – 66 с.
2. **Временные** методические указания по организации территории сельскохозяйственных землевладений и землепользований, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС. – К.: УААН, 1992. – 124 с.
3. **Гродзинский Д.М., Гудков И.Н.** Защита растений от лучевого поражения. – М.: Атомиздат, 1973. – 232 с.
4. **Гродзинский Д.М., Коломиец К.Д., Кутлахмедов Ю.А. и др.** Антропогенная радионуклидная аномалия и растения. – К.: Лыбидь, 1991. – 160 с.
5. **Клечковский В.М., Целищева Г.Н.** Поведение радиоактивных продуктов деления в почвах // О поведении радиоактивных продуктов деления в почвах, их поступление в растения и накопления в урожае. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – С. 3 – 74.
6. **Ковалев В.П., Мельгунов С.В., Пузанков Ю.М., Раевский В.П.** Предотвращение неуправляемого распространения радионуклидов в окружающую среду. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГТМ, 1996. – 162 с.
7. **Моисеев И.Т., Тихомиров Ф.А., Рерих Л.А.** О действии и последствии соединений кальция и органического вещества на поступление Sr-90 в урожай культур // Агротехника. – 1978. – №7. – С.119 – 125.
8. **Погурельський С.П.** Особливості оптимізації землекористування в умовах радіоактивного забруднення території Київського Полісся // Землепорядний вісник. – 1998. – № 2. – С. 58 – 61.
9. **Погурельський С.П.** Організація і використання радіоактивно забруднених агроландшафтів Волинського Полісся // Вісник аграрної науки. – 1998. – № 11. – С. 80 – 81.
10. **Пристер Б.С.** Уроки Чернобыля // Вісник аграрної науки. – 1996. – № 4. – С. 5 – 9.
11. **Радиоактивность и пища человека** /Под.ред. Р.С.Рассела. Пер. с англ. – М.: Атомиздат, 1971. – 375 с.
12. **Саранин К.И., Шентухов В.Н., Фрид А.С., Галкина М.М.** Организация и использование земель при загрязнении почвы радионуклидами // Аграрная наука. – 1997. – № 5. – С. 12 – 14.
13. **Pinder G.E., Doswell A.C.** Retention of Pu-238 – bearing particles by corn plants // Health Phys. – 1985- №5. – P. 771-776