

РАДІОЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ АГРОЛАНДШАФТІВ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

М.О.Троїцький, завідуючий відділом якості продукції та радіолого-токсикологічних досліджень

Н.М.Протченко, завідуючий сектором радіологічних досліджень
Миколаївський обласний державний проектно-технологічний
центр охорони родючості ґрунтів і якості продукції

У статті висвітлено дані дослідження динаміки радіонуклідів в агроландшафтах Миколаївської області. Представлено дані порівняння вмісту радіонуклідів до і після аварії на Чорнобильській АЕС, швидкість їх зменшення в різні періоди після аварії та вторинного перерозподілу. Обґрунтовується доцільність посилення контролю за динамікою радіонуклідів (цезію-137 і стронцію-90) в ґрунтах та рослинах з метою отримання екологічно безпечної продукції.

В статье освещены результаты исследования динамики радионуклидов в агроландшафтах Николаевской области. Представлены данные о сравнительном содержании радионуклидов до и после аварии на Чернобыльской АЭС, их уменьшении в разные сроки после аварии и вторичном перераспределении. Доказывается необходимость усиления контроля динамики радионуклидов (цезия-137 и стронция-90) в почвах и растениях.

Після закриття Чорнобильської АЕС переважна більшість працюючих об'єктів ядерної енергетики України зосереджена в її південній частині. Саме тому вивчення регіональних особливостей міграції радіонуклідів в системі "ґрунт-рослина", оцінка інтенсивності їх накопичення в рослинницькій продукції та надходження до організму людини через сільськогосподарські харчові ланцюжки є однією з умов екологічно безпечного функціонування ядерного паливного циклу.

Крім того, південні регіони України, зона розвинутого зрошуваного землеробства, зазнають радіаційного впливу від вторинного перерозподілу радіонуклідів у верхній частині басейну Дніпра внаслідок змиву останніх із ґрунтів забруднених територій до дніпровських водосховищ та надходження на зрошувані сіль-

ськогосподарські угіддя з поливною водою.

Вивчення поведінки радіонуклідів в агроландшафтах півдня України має ще один важливий аспект, який безпосередньо відноситься до проблеми охорони і збереження родючості ґрунтів. Включаючись до біогеохімічних циклів міграції хімічних елементів в агроландшафтах, активно взаємодіючи з органічними та мінеральними компонентами ґрунту, радіонукліди стають зручним індикатором сучасних агрофізичних та агрохімічних ґрунтових процесів, зокрема ґрунтової ерозії [1].

Все вказує на доцільність проведення досліджень з сільськогосподарської радіології та радіоекології в південних областях України.

Об'єкт та методи досліджень.

Система досліджень динаміки радіонуклідів в агроландшафтах Миколаївської області, що систематично проводяться Миколаївським центром "Облдержродючість" з 1982 року, включає наступні розділи:

- Довготермінові спостереження в мережі радіологічних стаціонарів, закладених в районах області, 30-ти кілометровій зоні Південноукраїнської АЕС, територіях локального забруднення після аварії на ЧАЕС (всього 50 стаціонарів);
- Дослідження з уточнення радіаційного стану сільськогосподарських угідь області після аварії на ЧАЕС, що проводились в 1992-1993 рр. та виявили території локального забруднення в Арбузинському, Доманівському, Кривоозерському та Первомайському районах області;
- Радіоекологічний моніторинг сільськогосподарських угідь під час проведення еколого-агрохімічної паспортизації ґрунтів; основна увага приділяється територіям, що зрошуються водою з Дніпра та тим, що зазнали локального радіоактивного забруднення після чорнобильської аварії.

Під час проведення досліджень використовувались стандартні методи відбору зразків ґрунту та рослинності, що прийняті в практиці роботи радіологічних підрозділів державної служби охорони родючості ґрунтів [4,7].

Питому активність цезію-137 в підготовлених зразках визначали гама спектрометричним методом за допомогою сцинтиляційного гама-спектрометра; стронцій-90 визначали радіохімічним методом [5, 6].

Розрахунки коефіцієнтів переходу радіонуклідів із ґрунту в рослини проводили за методикою [2].

Результати досліджень.

Доаварійні рівні вмісту радіонуклідів в ґрунтах області. Коректна оцінка впливу будь-якого забруднювача на екосистеми неможлива без урахування фонових його вмісту в компонентах екосистеми, що досліджується. Тому важливе значення має оцінка тих рівнів вмісту цезію-137 і стронцію-90 в ґрунтах області, що були до аварії і сформувались внаслідок глобальних опадів з атмосфери після випробувань ядерної зброї. Статистичний розподіл цезію-137 в ґрунтах радіологічних стаціонарів в 1985 році (Рис. 1) показує відсутність залежності вмісту радіонукліду від регіону області, але вказує на тісну залежність його від типу використання сільськогосподарських угідь. Всі стаціонари із вмістом Cs-137 більше 18 Бк/кг (правий максимум кривої розподілу) — це цілинні ділянки з непорушеною структурою верхнього шару ґрунту.

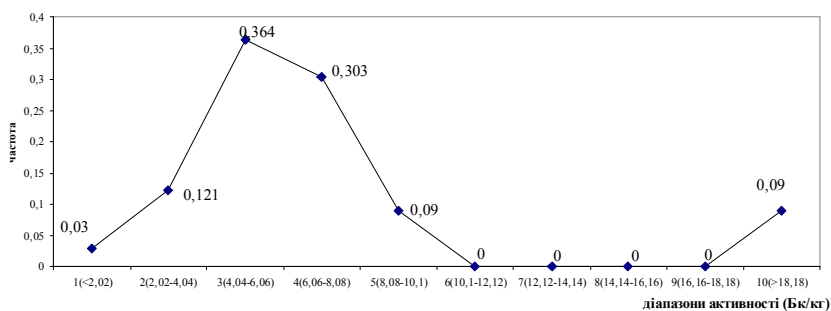


Рис.1. Розподіл Cs-137 в ґрунтах області до аварії на ЧАЕС

Середні значення вмісту доаварійного Cs-137 (6,87 Бк/кг для всіх типів с-г угідь та 5,59 Бк/кг для ріллі) в ґрунтах Миколаїв-

ської області практично співпадають з аналогічними даними, опублікованими для чорноземів звичайних Кіровоградської області [8] і тому можуть вважатися характерними для степової зони та використовуватись в якості “нульового фону”.

Форма кривої розподілу для стронцію-90 (Рис. 2) схожа з кривою розподілу цезію-137, але стронцій-90 в ґрунтах під ріллею та ціліною веде себе однаково.

Середнє значення доаварійного вмісту Sr-90 (3,2 Бк/кг) в ґрунтах Миколаївської області також незначно відрізняється від аналогічних даних для Кіровоградської області (4,0-4,3 Бк/кг).

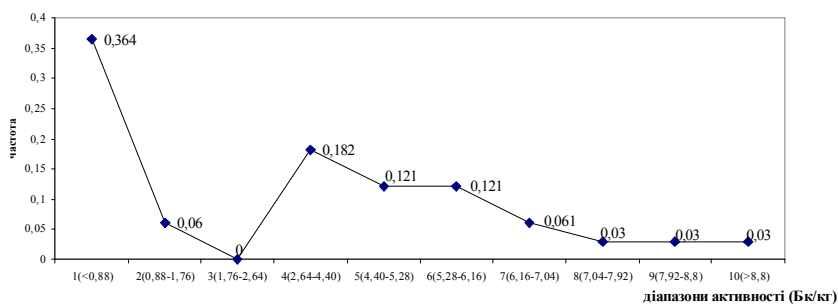


Рис. 2. Розподіл Sr-90 в ґрунтах області до аварії на ЧАЕС

Після аварії на Чорнобильській АЕС 26 квітня 1986 року із зруйнованого реактора РБМК-1000 4-го енергоблоку у навколишнє середовище потрапило 50 Мкюри радіоактивних нуклідів. З них 0,5 Мкюри приходить на долю Cs-134, 1 Мкюри — на долю Cs-137 та 0,22 Мкюри — Sr-90. Практично вся територія України зазнала радіоактивного забруднення різного ступеню інтенсивності [9].

Дослідження вмісту радіонуклідів в ґрунтах радіологічних стаціонарів в перший рік після аварії показали (рисунок 2 та 3), що питома активність Cs-137 підвищилась майже в 10 разів (середній вміст цезію-137 в 1987 році — 44,7 Бк/кг) в порівнянні з доаварійним рівнем. Цезій-137 випав на території області нерівномірно: 6% від загального обсягу проб мають велику питому

активність — більше 136 Бк/кг.

Вміст стронцію-90 в порівнянні з доаварійним рівнем підвищився не так інтенсивно. Середня активність радіонукліду в ґрунтах в 1987 році — 9,43 Бк/кг (в 3 рази вище від доаварійного рівня), максимальна — 27,4 Бк/кг. Дослідження показали, що забруднення ґрунтів Sr-90 також має нерівномірний характер.

Дослідження з уточнення радіаційного стану сільськогосподарських угідь та з радіоекологічного моніторингу під час еколого-агрохімічної паспортизації показали, що нинішній стан радіаційного забруднення ґрунтів є наслідком нерівномірного випадіння аварійних радіонуклідів на території області та їх вторинного перерозподілу. 19,2% від обстежених в 1992-1999 роках площ с-г угідь мають доаварійний вміст Cs-137, а на 54,4% площ вміст радіонукліду незначно (до 2 разів) перевищує доаварійний рівень. Ці території можуть вважатися радіологічно чистими та використовуватись в якості сировинних зон для отримання радіологічно чистої продукції рослинництва з доаварійним вмістом радіонуклідів.

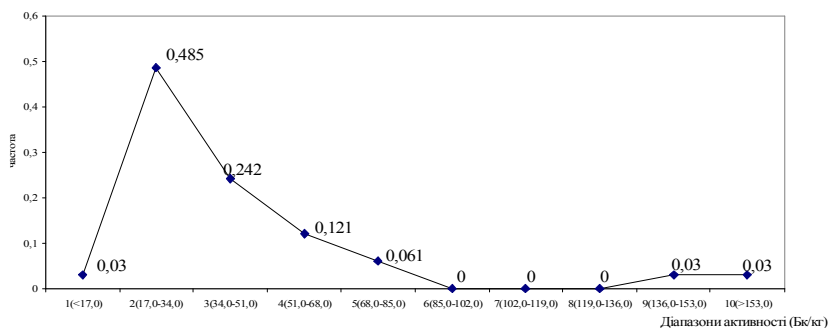


Рис.3. Розподіл Cs-137 в ґрунтах області в ранні строки після аварії на ЧАЕС (1987 р.)

Лише 1% від обстежених площ має значний в порівнянні з доаварійним рівень радіоактивного забруднення (більше 0,5 Кюрі/кв.км).

Вивчення динаміки розподілу радіонуклідів в ґрунтах територій

локального радіаційного забруднення показує, що на цих територіях продовжуються процеси вторинного перерозподілу радіонуклідів. З урахуванням радіоактивного розпаду середній по господарству вміст цезію майже не змінюється (50,44 Бк/кг в 1992 році, 50,86 Бк/кг в 1995 та 53,14 Бк/кг в 2000). Але суми частот проб з вмістом радіонукліду до 50 Бк/кг та більше 70 Бк/кг істотно змінюються (Табл. 1). Це означає, що в ґрунтах обстеженої території має місце не лише зменшення, але й перерозподіл радіонуклідів.

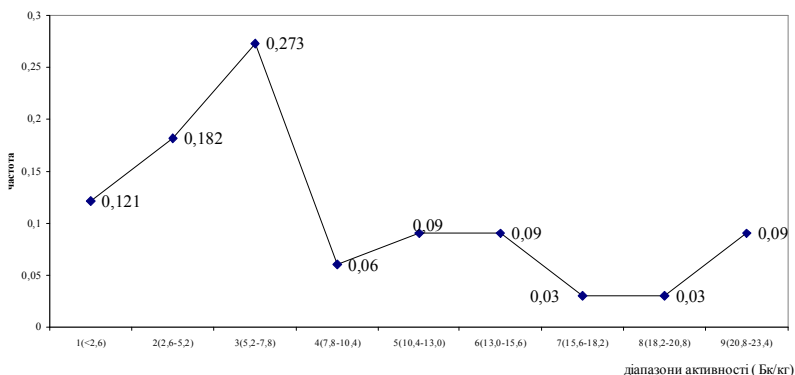


Рис. 4. Розподіл Sr-90 в ґрунтах області в ранні строки після аварії на ЧАЕС (1987 р.)

Таблиця 1

Динаміка розподілу площ, забруднених Cs-137, на території ТОВ "Регламент" Первомайського району Миколаївської області

Рік обстеження	Суми частот	
	до 50 Бк/кг	більше 70 Бк/кг
1992	0,57	0,32
1995	0,36	0,2
2000	0,36	0,43

плави річок), які в Миколаївській області активно використовуються в якості городів, пасовищ та сіножатей, цезій-137 може активно нагромаджуватись в овочевій продукції та кормах, а відтак — призводити до підвищення дози опромінення населення за рахунок споживання городньої продукції та продукції тваринництва, виробленої на локально забруднених територіях.

Тому є необхідність в проведенні на території зон локального радіоактивного забруднення Миколаївської області обов'язкового радіаційного контролю та еколого-агрохімічної паспортизації не лише ріллі, а й вигонів та пасовищ.

Для оцінки та прогнозу радіаційного стану сільськогосподарських угідь важливе значення мають визначення інтенсивності переходу радіонуклідів в ланцюжку "грунт — рослини".

Нами проведено розрахунки та оцінку достовірності коефіцієнтів переходу для городніх та кормових культур, що вирощуються в зоні локального радіоактивного забруднення Первомайського району (в якості матеріалів для розрахунків були взяті результати досліджень 2000-2003 років в зоні надзвичайної екологічної ситуації) (Табл. 2).

За здатністю накопичувати радіоактивний цезій досліджувані культури можна розташувати в такій послідовності:

овочеві культури

дині < кавуни < цибуля-ріпка < огірки < картопля < буряк столовий < капуста < томати < перець салатний < морква < баклажани

кормові культури

кукурудза, зерно < кукурудза, зелена маса < люцерна, зелена маса

Для оцінки достовірності отриманих коефіцієнтів розраховано показники гетерогенності забруднення (Н) за методикою, описаною в роботі [3]. Показник гетерогенності розраховується як коефіцієнт лінійної кореляції між питомою активністю цезію-137 в ґрунті (A_g) та в біомасі рослин (A_p), що на ньому вирости. Тобто $H = R_{A_p A_g}$. Високе значення цього показника свідчить про однорідний характер радіоактивного забруднення території і означає, що визначені експериментальним шляхом

коефіцієнти переходу радіонукліду можуть застосовуватися на всій території досліджень.

Таблиця 2

Узагальнені середні коефіцієнти переходу радіоактивного цезію в основні сільськогосподарські культури півдня України

Сільськогосподарська культура	Коефіцієнт переходу,
	Бк·кг ⁻¹ /Бк·м ⁻²
Картопля	2,19·10 ⁻⁴
Томати	6,0·10 ⁻⁴
Кукурудза, зерно	3,4·10 ⁻⁴
Кукурудза, зелена маса	3,85·10 ⁻⁴
Перець салатний	7,18·10 ⁻⁴
Морква	8,17·10 ⁻⁴
Капуста	3,01·10 ⁻⁴
Буряк	2,74·10 ⁻⁴
Люцерна	6,18·10 ⁻⁴
Баклажани	22,6·10 ⁻⁴
Огірки	2,02·10 ⁻⁴
Цибуля-ріпка	1,2·10 ⁻⁴
Дині	1,16·10 ⁻⁴
Кавуни	1,5·10 ⁻⁴

Результати розрахунків коефіцієнту кореляції між вмістом цезію-137 в ґрунті та бульбах картоплі в серії із 19 парних проб “ґрунт-рослина” свідчать про наявність високої позитивної кореляції (коефіцієнт кореляції 0,727, коефіцієнт детермінації 0,85) між зазначеними вище показниками. Це означає, що експериментальне визначення коефіцієнтів переходу було проведено достовірно та коректно. А отже, отримані коефіцієнти переходу можуть використовуватися для оцінки дозового навантаження на населення території досліджень.

Висновки.

1. Доаварійними рівнями вмісту цезію-137 та стронцію-90 в ґрунтах Миколаївської області, які можна використовувати в якості “нульового фону” для оцінки наслідків аварії на Чорнобильській АЕС, є 6,87 Бк/кг та 3,2 Бк/кг відповідно.

2. В ранні строки після аварії на ЧАЕС вміст цезію-137 в ґрунтах підвищився майже в 10 разів, стронцію-90 — в 3 рази. Забруднення ґрунтів області після аварії має нерівномірний характер.
3. Сучасний стан радіоактивного забруднення ґрунтів області є наслідком вторинного перерозподілу чорнобильських випадінь.
4. Визначені коефіцієнти переходу цезію-137 в основні сільськогосподарські культури півдня України можуть використовуватись як базові для оцінки дозового навантаження на населення області.

ЛІТЕРАТУРА

1. Булыгин С.Ю., Можейко Г.А., Тимченко Д.О. Эрозия почв. Скорость эродирования черноземов Донецкой области// Почвоведение.-№8.-1992.-С.121-128.
2. Временные рекомендации по контрольным (допустимым) концентрациям радионуклидов в воде, используемой для полива сельхозугодий в районе АЭС.-М.,1988.- 17 с.
3. Кравець О.П. Радіоекологічні аспекти формування потоків радіонуклідів в системі "ґрунт – рослина". Автореф. дис... докт. біол. наук., – К., 2001.
4. Методика суцільного ґрунтового-агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України /За ред. акад. О.О.Созінова, Б.С.Прістера. – К.,1994.-162 с.
5. Методические указания по гамма-спектрометрическому анализу почв / Под. ред. Державина Л.М. -М., 1979.
6. Методические указания по определению содержания стронция-90 и цезия-137 в почвах и растениях. – М.: ЦИНАО, 1985.- 64 с.
7. Методические указания по проведению радиологических исследований на контрольных участках. – М.: ЦИНАО, 1983.- 25 с.
8. Пальчук Л.М, Верба В.Є, Согрин Г.С. Содержание стронция – 90 и цезия-137 в почвах Кировоградской области и накопление их основными сельскохозяйственными культурами// Агрехимия.- № 10.-1986.-С.58-62.
9. Пути миграции искусственных радионуклидов в окружающей среде. Радиэкология после Чернобыля: Пер. с англ. / Под ред. Ф.Уорнера и Р. Харрисона. – М.: Мир, 1999.-510 с.