

УДК 631.95 : 628.516 : 615.849

РАДІАЦІЙНО-ЕКОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЗАБРУДНЕНИХ ЗЕМЕЛЬ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БЕЗПЕЧНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

О.І. Дутов

доктор сільськогосподарських наук

С.Т. Абідов

кандидат технічних наук

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління

Наведено результати багаторічних досліджень з визначення радіаційно-екологічних підходів до раціонального використання забруднених земель для виробництва безпечної сільськогосподарської продукції. Показано, що вони мають бути спрямовані на зниження як індивідуальної ефективної дози опромінення населення шляхом виробництва гарантовано радіоекологічно безпечної сільськогосподарської продукції, так і колективної — шляхом зменшення інтенсивності потоку радіонуклідів з урожаєм. Доведено, що одними з найраціональніших напрямів використання радіоактивно забруднених сільськогосподарських угідь є м'ясне скотарство із заключною стадією відгодівлі тварин «чистими» кормами, виробництво сільськогосподарської сировини для поглибленого перероблення і насінництва сільськогосподарських культур, зокрема багаторічних злакових трав.

Ключові слова: радіоактивне забруднення, раціональне використання, землі, виробництво, продукція, сільське господарство.

Особливістю віддаленого періоду розвитку радіаційної ситуації після забруднення території радіоактивними викидами внаслідок ядерних і радіаційних інцидентів основним шляхом включення радіонуклідів у трофічні ланцюги є коренева їх надходження з ґрунту в рослини [1–3]. Саме внаслідок вживання забрудненої сільськогосподарської продукції, що виробляється на радіоактивно забрудненій території, реалізується понад 90 % загальної дози опромінення населення, а зняття обмежень щодо ведення агропромислового виробництва є обов'язковою умовою реабілітації території [4–6].

Разом з тим в Україні в зонах радіоактивного забруднення залишаються 74 райони 12-ти областей. На цій території розташовано 2293 населених пунктів, у яких постійно проживають понад 2 млн осіб, у тому числі близько 500 тис. дітей віком до 18 років. Найбільш забруднені як за щільністю, так і за площею території Київської, Житомирської, Чернігівської, Рівненської, Черкаської та Волинської областей [7–9].

Потребує реабілітації і повернення в господарське використання за призначенням 4,2 тис. км² території, з якої було відселено населення та припинено або значною мірою обмежено традиційну сільськогосподарську діяльність. Згідно з нормативними правовими актами, в Україні в 1986–1991 рр. було виведено з використання 158,3 га сільськогоспо-

дарських угідь, 101,3 га з яких знаходяться за межами зони відчуження і належать до зони безумовного (обов'язкового) відселення (2-га зона) [10–12].

Тому визначення радіаційно-екологічних підходів до раціонального використання забруднених земель з метою зниження рівнів опромінення населення та реабілітації радіаційно небезпечних територій — вкрай важливе, актуальне завдання, яке належить до основних стратегічних засад державної екологічної політики України на період до 2020 р. [13, 14].

Вивчення сільськогосподарських аспектів формування доз опромінення населення у віддалений період розвитку радіаційної ситуації проводили в п'яти найбільш забруднених областях України: Волинській, Житомирській, Рівненській, Київській і Чернігівській). Вміст ¹³⁷Cs як основного дозоутворювального радіонукліду в ґрунтових і рослинних зразках визначали спектрометричним методом на гамма-спектрометричному устаткуванні з напівпровідниковими детекторами GEM-30185, Ge(Li), GMX серії «EG&G ORTEC») з багатоканальним аналізатором ADCAM-300. Відбір зразків та їх підготовка до аналізу здійснювалися за загальноприйнятими методиками з урахуванням специфіки науково-дослідних робіт у галузі сільськогосподарської радіології [15].

Для оцінки накопичення радіонуклідів у врожаї за різної щільності забрудненості ґрунту використовували коефіцієнт переходу (КП)

радіоактивного цезію з ґрунту в рослини — вміст радіонукліду в рослині за щільності забруднення ґрунту, що дорівнює одиниці (Бк/кг повітряно-сухої маси рослин) / (кБк/м² ґрунту).

Однією з особливостей і обов'язковою умовою визначення радіаційно-екологічних підходів до раціонального використання сільськогосподарських угідь, забруднених радіонуклідами внаслідок ядерних і радіаційних інцидентів, є радіаційно-екологічна критичність товарної сільськогосподарської продукції. Вона гарантовано не має перевищувати граничних показників гігієнічного нормативу ГН 6.6.1.1-130-2006 [16]. Виходячи з цього, напрями використання забруднених земель умовно можна розподілити на виробництво сільськогосподарської продукції, що використовується безпосередньо на харчові потреби, і виробництво сільськогосподарської сировини для подальшого перероблення.

Виробництву харчових продуктів для безпосереднього споживання населенням в умовах радіоактивного забруднення ґрунту, їх радіаційно-екологічної критичності завжди приділялася особлива увага. Саме на регламентацію вмісту радіонуклідів у цих продуктах та питній воді насамперед спрямовані відповідні чинні гігієнічні нормативи країн, які найбільше постраждали внаслідок катастрофи на Чорнобильській АЕС. За даними моніторингових досліджень і масового контролю вмісту ¹³⁷Cs в продуктах харчування, представлених на рис. 1, видно, що найбільш критичним у радіаційному відношенні залишається виробництво молока. Більше половини всієї продукції, вміст радіонуклідів у якій перевищує чинні гігієнічні нормативи, представлено саме цим продуктом. Тому не випадково кількість населених пунктів з перевищенням ліміту річної дози опромінення досить близька до кількості пунктів, у яких середнє значення вмісту ¹³⁷Cs в молоці перевищує чинні гігієнічні нормативи ДР-2006. Особливо критичною групою населення тут є діти, в раціоні яких цей продукт посідає далеко

не останнє місце. Тому раціональна організація кормовиробництва є одним з найефективніших протирадіаційних чинників.

Допустимих рівнів радіологічного забруднення кормів в Україні немає. Отже, особливу роль тут відіграють раціони годування сільськогосподарських тварин, які мають не тільки відповідати загальноприйнятим вимогам і забезпечувати високу продуктивність тварин, а й брати до уваги кількість радіонуклідів, яка потраплятиме до їхнього організму. Отже, при складанні раціонів необхідно мати інформацію щодо питомої активності його компонентів. Зокрема найкритичнішими тут є природні пасовища. Тому для організації випасів молочного стада необхідно використовувати ґрунти з високим рівнем родючості і мінімальною щільністю забруднення. Підвищена критичність у радіаційному відношенні ґрунтів, порівняно невисокий рівень їхньої родючості можуть бути частково компенсовані шляхом застосування добрив і меліорантів, посівом кормових культур з відносно невисокою потенційною здатністю накопичувати радіонукліди.

Так, з рис. 2 видно, що за однакових умов вирощування кількість накопиченого ¹³⁷Cs в зеленій масі різних видів рослин відрізняється більше ніж на порядок.

Мінімальне накопичення радіонукліду спостерігається в кормових злакових культурах (зеленій масі кукурудзи, тимофіївці, грястиці збірної тощо), середнє — в культурах, що належать до родини хрестоцвітих (капусті кормовій, ріпаку озимому), більше — в люцерні, конюшині червоній і соняшнику. Максимальне накопичення ¹³⁷Cs виявлено в люпині жовтому. Саме в його зеленій масі вміст радіонукліду більше ніж у 10 разів вищий, ніж у кукурудзі, і майже у 2,5 раза — ніж у зеленій масі соняшника.

Враховуючи, що інтенсивність переходу ¹³⁷Cs з раціону в молоко є відносно постійною величиною [17], можна спрогнозувати максимально можливий його вміст у добовому раціоні для отримання гарантовано радіаційно безпечної продукції. Отже, радіаційно-екологічні підходи до раціонального використання забруднених сільськогосподарських угідь для організації кормовиробництва полягає в забезпеченні раціону, вміст радіонукліду в якому не призведе до перевищення нормативів, установлених ДР-2006 до продукції тваринного походження. Щоб раціонально використовувати фураж, «чистіші корми» доцільно згодовувати дійним коровам і худобі м'ясного напрямку на заключних стадіях відгодівлі.

Продукція рослинництва, яка безпосередньо використовується в харчовому раціоні

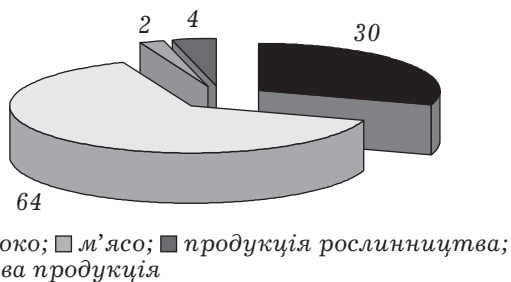


Рис. 1. Структура продукції, вміст ¹³⁷Cs в якій перевищує ДР-2006, %

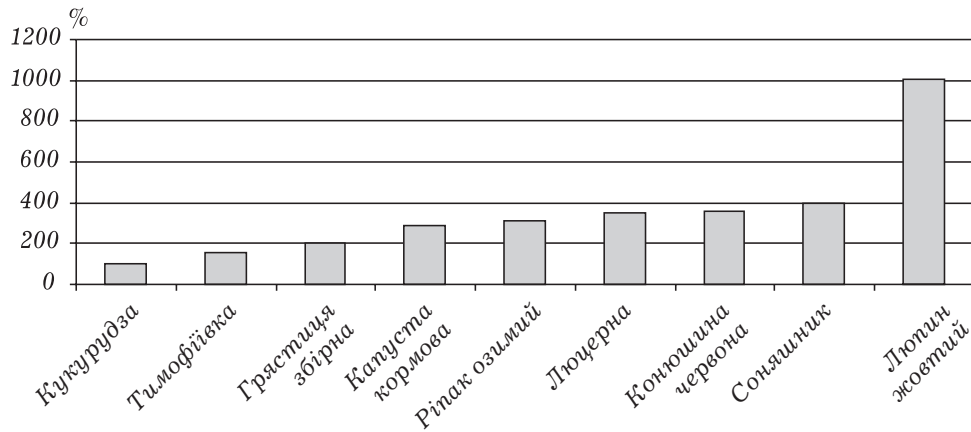


Рис. 2. Відносна потенційна здатність групи кормових культур до накопичення ¹³⁷Cs у зеленій масі, % до кукурудзи

населення, представлена в основному городиною. Незважаючи на те, що ця зона не типова для розвитку овочівництва, обсяг городини місцевого виробництва, її внесок у структуру споживання населенням забруднених регіонів зростає, що дає підстави також відносити її до основної дозоутворювальної продукції. Тому визначення напрямів спеціалізації виробництва овочевої продукції має враховувати потенційну здатність овочів накопичувати радіонукліди товарною частиною урожаю.

Як видно з рис. 3, овочеві культури можна розподілити на п'ять умовних груп.

Найменшим накопиченням радіоактивного цезію відзначаються баклажани, цибуля, перець солодкий, кабачки, гарбузи, патисони, часник і томати. Найбільшим — мало поширені в Україні овочеві культури, які досить

рідко використовуються в традиційному харчуванні населення: чабер, крес-салат і гірчиця салатна. Тому найбільшої уваги при визначенні радіаційно-екологічних підходів до раціонального використання забруднених земель для виробництва безпечної овочевої продукції слід надавати культурам, які мають підвищену здатність накопичувати радіоактивний цезій, а саме: капуста брюссельська, окремі сорти буряків столових, щавель. Ці культури поширені в зоні Полісся України, в тому числі в регіонах, які зазнали найбільшого радіоактивного забруднення внаслідок катастрофи на Чорнобильській АЕС.

Деякі овочеві культури (цибуля, капуста, буряки столові тощо) можна віднести до різних за здатністю накопичувати радіонукліди груп. Це свідчить про відмінності в накопиченні ра-

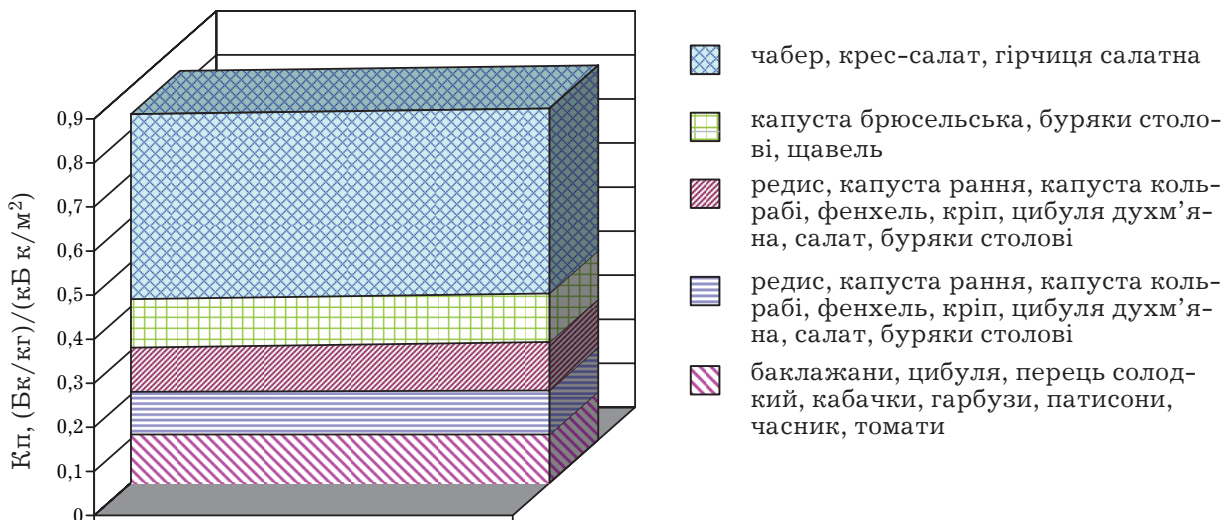


Рис. 3. Групи овочевих культур за потенційною здатністю до накопичення ¹³⁷Cs товарною частиною

Таблиця 1

Максимальна щільність забрудненості дерново-підзолистого ґрунту для вирощування сировини для перероблення, що забезпечить відповідність продукції переробки за вмістом ¹³⁷Cs чинним гігієнічним нормативам

Сільсько-господарська сировина	Спосіб перероблення (оброблення)	Максимальна щільність забруднення ґрунту для виробництва			
		Овочів для вживання в їжу (без перероблення)		Сировини для перероблення	
		кБк/м ²	Ки/км ²	кБк/м ²	Ки/км ²
Капуста	Варіння	267–400	7–11	1333–2000	36–54
	Квашення	267–400	7–11	347–560	9–15
Томати	Маринування	800–4000	22–108	880–5200	24–141
Картопля	Картопляне пюре	333	9	433–467	12–13
	Перероблення на крохмаль	333	9	1998–2664	54–72
	Перероблення на етанол	333	9	16650–33300	450–900
Ріпак (зерно)	Перероблення на біодизель	Уся територія, на якій, згідно з чинним законодавством, дозволяється ведення АПВ			

діонукліду різними сортами культури в межах одного виду рослин.

З узагальнених чисельних експериментальних матеріалів, представлених у табл. 1, видно, що, навіть застосовуючи традиційні способи перероблення овочів і картоплі, можна досягти значного зменшення вмісту радіонуклідів у кінцевому продукті харчування, а відтак — зменшити критичність радіаційно забруднених сільськогосподарських угідь. Найперспективнішим тут є виробництво сировини для подальшого поглибленого перероблення.

Так, крохмаль і етанол відповідатимуть чинним гігієнічним нормативам вмісту радіонуклідів навіть при вирощуванні типової для Полісся сировини (картоплі) на всій радіоактивно забрудненій території де, згідно з чинним законодавством, дозволяється вести агропромислове виробництво. Без обмежень можна вирощувати і ріпак для перероблення на біодизель. З одного боку, це зумовлено мінімальним переходом ¹³⁷Cs із сировини в біопаливо, а з іншого — відсутністю для нього допустимих рівнів вмісту радіонуклідів.

Не регламентується вміст радіонуклідів і в насінні сільськогосподарських культур, що зумовлює радіаційно-екологічну доцільність цього напряму використання на радіоактивно забрудненій території. Але в цьому випадку потоків радіонуклідів з товарною продукцією (насінням), яка відчувається з урожаєм.

Аналіз даних (рис. 4) свідчить, що максимальне винесення ¹³⁷Cs спостеріга-

ється з бульбами картоплі (34 % загального потоку радіонуклідів з урожаєм сільськогосподарських культур, насінництво яких характерне для зони Полісся) та насінням люпину жовтого (24 %).

Отже, завдяки цим культурам формується 58,4 % загального потоку ¹³⁷Cs. На інші 12 культур, насінництво яких найпоширеніше в зоні Полісся, становить 42 %. Мінімальне винесення радіонуклідів з одиниці площі характерне для насіння льону, багаторічних трав, пшениці озимої та ячменю ярого. Їхній загальний внесок у структурі потоку радіонуклідів не

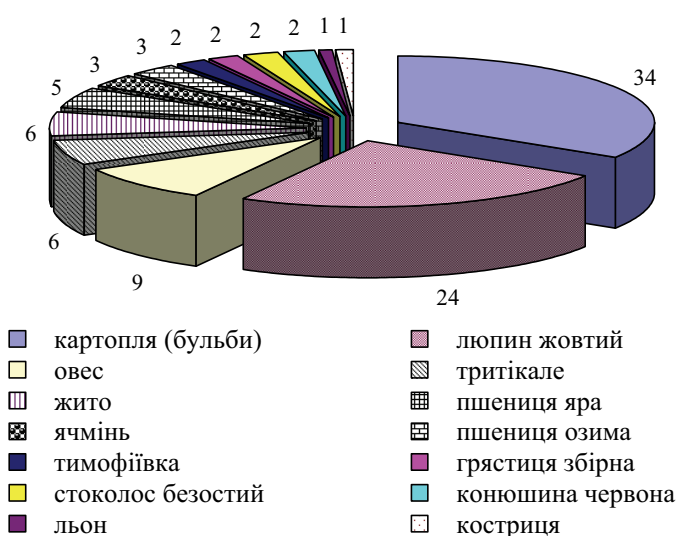


Рис. 4. Структура потоків ¹³⁷Cs із насінням сільськогосподарських культур, виробленим на радіоактивно забруднених ґрунтах, %

перевищує 17 %. Тому, в умовах радіоактивного забруднення території слід надавати перевагу цим культурам.

ВИСНОВКИ

Радіаційно-екологічні аспекти раціонального використання забруднених земель полягають в обов'язковому врахуванні можливості гарантованого виробництва радіоекологічно безпечної сільськогосподарської продукції і спрямовуються на зменшення як індивідуальної ефективної дози опромінення шляхом неперевикнення чинних гігієнічних нормативів (ДР-2006) у продуктах харчування, так і колективної для певних груп населення шляхом зменшення інтенсивності потоків радіонуклідів з урожаєм сільськогосподарських культур.

Найбільш перспективним напрямом раціонального використання найкритичніших у радіаційному відношенні сільськогосподарських угідь, зокрема розміщених у зоні відчуження і зоні безумовного (обов'язкового) відселення, є м'ясне скотарство із заключною стадією відгодівлі тварин «чистими» кормами, виробництво сільськогосподарської сировини для поглибленого перероблення і насінництво сільськогосподарських культур, зокрема багаторічних злакових трав.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Норми радіаційної безпеки України доповнення: Радіаційний захист від джерел потенційного опромінення (НРБУ-97/Д-2000) [Електронний ресурс] — Постанова України № 116, від 12.07.2000. — Режим доступу: <http://zakon.nau.ua/doc/?code=v0116488-00>
2. Пристер Б.С. Модель для прогнозування дози внутрішнього облучення населення при почвенном пути вклучения долгоживущих радионуклидов в пищевые цепи / Б.С. Пристер, В.Д. Виноградская // Проблемы безопасности атомных электростанций и Чернобиля. — 2009. — Вып. 11 — С. 128–135.
3. Дутов О.І. Радіаційно-екологічні аспекти виробництва сільськогосподарської сировини в регіонах, забруднених внаслідок чорнобильської катастрофи / О.І. Дутов, Х.П. Замула // Агроекологічний журнал. — 2012. — № 1. — С. 35–41.
4. Зубец М.В. Актуальные проблемы и задачи научного сопровождения производства сельскохозяйственной продукции в зоне радиоактивного загрязнения Чернобыльской АЭС / М.В. Зубец, Б.С. Пристер, Р.М. Алексахин, И.М. Богдевич, В.А. Кашпаров // Агроекологічний журнал, 2011. — № 1. — С. 5–20.
5. Дутов О.І. Агроекологічні підходи до мінімізації доз опромінення населення у віддалений період розвитку радіологічної ситуації після аварії на ЧАЕС / О.І. Дутов // Екологічні науки: науково-практичний журнал. — К.: ДЕА, 2014. — № 1 (5). — С. 24–30.
6. Булигін С.Ю. Щодо програми безпечного ведення сільськогосподарського виробництва на територіях, забруднених радіонуклідами внаслідок Чорнобильської катастрофи / С.Ю. Булигін, Б.С. Пристер, О.І. Фурдичко, О.І. Дутов // Вісник аграрної науки. — 2012. — № 5. — С. 53–57.
7. Радіологічний стан територій, віднесених до зон радіоактивного забруднення (у розрізі районів). — Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи. ТОВ «Інтелектуальні Системи ГЕО». — К., 2008. — 54 с.
8. Бюлетень радіаційного стану критичних населених пунктів на забруднених радіонуклідами територіях України. Узагальненні результати за 2004–2008 рр. — Національний університет біоресурсів і природокористування України, Український науково-дослідний інститут сільськогосподарської радіології. ЗАТ «НІЧЛАВА». — К., 2009. — 106 с.
9. Національна доповідь України «25 років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього». — К.: КІМ, 2011. — 395 с.
10. Кашпаров В.А. Проблемы сельскохозяйственной радиологии в Украине на современном этапе / В.А. Кашпаров, Н.М. Лазарев, С.В. Полищук // Агроекологічний журнал. — 2005. — № 3. — С. 31–41.
11. IAEA International Atomic Energy Agency. Environmental consequences of the Chernobyl accident and their remediation: twenty years of experience. Report of the UN Chernobyl Forum Expert Group «Environment». — Vienna, IAEA, 2006. — 166 p.
12. Бондар О.І. Концептуальні підходи до напрямів можливого використання у агровиробництві відчужених радіоактивно забруднених земель / О.І. Бондар, О.І. Дутов // Екологічні науки: науково-практичний журнал. — К.: ДЕА, 2015. — № 1/2015 (5). — С. 187–194.
13. Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року». — м. Київ, 21 грудня 2010 р., № 2818-VI.
14. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 25 травня 2011 р., № 577-р. — Київ «Про затвердження Національного плану дій з охорони навколишнього природного середовища на 2011–2015 роки».
15. Методичний посібник з організації проведення науково-дослідних робіт в галузі сільськогосподарської радіології. — К., 1992. — 136 с.
16. Гігієнічний норматив ГН 6.6.1.1-130-2006 «Допустимі рівні вмісту радіо-нуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді (ДР-2006). — К. — 45 с.
17. Асташева Н.П. Динамика накопления и выведения радионуклидов из организма сельскохозяйственных животных / Н.П. Асташева, Л.М. Романов, Д.М. Костюк, Ю.В. Хомутигин // Проблемы сельскохозяйственной радиологии: сб. науч. трудов. — К., 1991. — Вып. 1. — С. 160–170.