

рів 0,1 мг/кг, для суми ДДТ з метаболітами — 0,1 мг/кг. Отже, обстежена територія не потребує додаткових агротехнічних заходів та може використовуватися для отримання екологічно чистої продукції.

### ВИСНОВКИ

Проведені дослідження свідчать, що колишні склади отрутохімікатів є дифузним джерелом локального забруднення навколишнього природного середовища стійкими хлорорганічними сполуками.

З часом хлорорганічні пестициди розпадаються, що сприяє процесам самоочищення ґрунтів.

Залежно від місця розташування складів хлорорганічні сполуки мігрують вниз схилом з поверхневим стоком вод з подальшою їх концентрацією у місцях збору

поверхневих вод, а також спостерігається їх вертикальна міграція профілем ґрунту. Це спричиняє забруднення прилеглих територій та ґрунтових вод, що потребує їх безумовного моніторингу.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Кризовий моніторинг ґрунтів, забруднених стійкими хлорорганічними ксенобіотиками / Л.І. Моклячук, І.М. Городиська, Г.Г. Андрієнко та ін. // Агроєкологічний журнал. — 2005. — № 4. — С. 29–32.
2. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, нормах и внешней среде: справочное издание / М-во сел. хоз-ва СССР / Гос. комис. по хим. средствам борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками; под. ред. М.А. Клисенко. — М: Колос, 1983. — 304 с.
3. Справочник по пестицидам: Гигиена применения и токсикология / сост. Л.К. Седокур; под ред. А.В. Павлова. — К.: Урожай, 1986. — 432 с.

УДК 631.504.062; 631.582.631.8

## ІНОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ЗАСТОСУВАННЯ АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ НА ЗАБРУДНЕНІЙ РАДІОАКТИВНИМИ РЕЧОВИНАМИ ТЕРИТОРІЇ

О.І. Дутов

*Інститут агроєкології і природокористування НААН*

*Висвітлено інноваційні підходи до застосування різних видів агротехнічних заходів для розроблення цілісної науково обґрунтованої системи раціонального ведення сільськогосподарського виробництва на території, забрудненій радіоактивними речовинами. Показано, що у пізній період після аварії на Чорнобильській АЕС особливої актуальності набуває завдання зменшення як індивідуальної ефективної дози опромінення населення завдяки виробництву гарантовано радіоекологічно безпечної сільськогосподарської продукції, так і колективної для визначених груп населення. Обґрунтовано, що за нинішніх економічних умов найдоступнішим ефективним агротехнічним заходом є підбір і введення в сівозміни сільськогосподарських культур і сортів, які відрізняються потенційно невисокою здатністю до акумуляції радіонуклідів.*

**Ключові слова:** еквівалентна доза випромінювання, питома активність радіонукліда, сільськогосподарські угіддя, агротехнічні заходи, реабілітація радіоактивно забруднених територій.

На нинішньому етапі пострадіаційного забруднення і у віддаленій перспективі радіоактивно забруднена сільськогоспо-

дарська продукція залишатиметься основним модифікаційним чинником формування дози опромінення, джерелом радіаційної небезпеки населення. Тому розроблення і впровадження сільськогосподарських про-

тирадіаційних заходів є підґрунтям і обов'язковою умовою комплексної реабілітації, подальшого відродження і сталого розвитку постраждалих унаслідок Чорнобильської катастрофи регіонів, здійснення якого забезпечуватиме повернення спільноти до нормальних умов життєдіяльності [1–3].

У комплексі сільськогосподарських протирадіаційних заходів, спрямованих на зменшення інтенсивності міграції радіонуклідів у первинній ланці трофічного ланцюга «грунт — рослини» чільне місце займають агротехнічні заходи. Основними їх видами прийнято вважати введення і чітке дотримання науково обґрунтованого чергування сільськогосподарських культур у полях сівозмін, заходи, спрямовані на зменшення водної та вітрової ерозій, системи і способи обробки ґрунту, догляд за посівами і захист сільськогосподарських рослин від шкідників, хвороб і бур'янів, дотримання оптимальних строків сівби і збирання врожаю тощо [4–7].

Не змінюється роль і значення різних видів агротехнічних заходів і в умовах радіоактивного забруднення ґрунту. Але у цьому разі їх застосування має спрямовуватися ще й на зменшення доз опромінення населення шляхом виробництва гарантовано радіоекологічно безпечної сільськогосподарської продукції, зменшення потоків радіонуклідів з їх урожаєм.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження і контроль вмісту радіонуклідів у сільськогосподарській продукції здійснювали у 5 найбільше забруднених областях України: Волинській, Житомирській, Рівненській, Київській та Чернігів-

ській за загальноприйнятими методиками з урахуванням специфіки науково-дослідних робіт у галузі сільськогосподарської радіології [8].

Вміст  $^{137}\text{Cs}$  як основного дозоутворювального радіонукліда у 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.

Для оцінювання накопичення радіонуклідів у врожаї за різної щільності забруднення ґрунту використовували коефіцієнт переходу (КП)  $^{137}\text{Cs}$  із ґрунту в рослини — вміст радіонукліда в рослині за щільності забруднення ґрунту, що дорівнює одиниці (Бк/кг повітряно сухої маси рослин/кБк/м<sup>2</sup> ґрунту).

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результати багаторічних досліджень свідчать, що найефективнішими протирадіаційними агротехнічними заходами є обробіток ґрунту і введення в сівозміни таких сільськогосподарських культур, що відрізняються потенційно невисокою здатністю до накопичення радіонуклідів.

Проте обробіток ґрунту є найефективнішим протирадіаційним заходом відразу після припинення радіоактивних опадів і має передбачати захоронення верхнього, найбільше забрудненого шару ґрунту. У віддалені періоди радіаційної ситуації ефективність цього заходу є набагато меншою. Попри те і нині вона залишається доволі високою на необроблених землях (таблиця).

**Вплив обробітку ґрунту на накопичення  $^{137}\text{Cs}$  у сільськогосподарських рослинах**

Противрадіаційний захід	Період радіаційної ситуації	Ефективність зниження $^{137}\text{Cs}$ , рази	
		Мінеральні ґрунти	Органогенні ґрунти
Звичайна оранка	Проміжна	1,8–2,5	1,5–2,2
Оранка за поверхневого поліпшення луків і пасовищ	Віддалений період	1,2–2,8	1,3–2,6

Вказана закономірність зумовлена тим, що на необроблених землях, навіть у віддалений період після Чорнобильської катастрофи, основна частина  $^{137}\text{Cs}$  міститься у верхньому (0–10 см) шарі ґрунту. Тому цей захід є обов'язковим для поліпшення лук і пасовищ для великої рогатої худоби особистих підсобних господарств населення.

Окрім того, за твердженням деяких науковців [9], зменшення параметрів накопичення  $^{137}\text{Cs}$  у рослинах і зниження експозиційної дози зовнішнього опромінення спостерігається і на переораних ґрунтах у віддалений період радіаційної ситуації завдяки рівномірнішому розподілу радіонуклідів в орному шарі ґрунту після оранки.

Разом з тим узагальнення багаторічних експериментальних даних дає змогу стверджувати, що і нині, у віддалений період після Чорнобильської катастрофи, найактуальнішим видом агротехнічних заходів, спрямованим на зменшення опромінення населення, є удосконалення сівозмін шляхом підбору і насичення культур (а в межах культури — сортами), які відрізняються потенційно невисокою здатністю накопичувати радіонукліди. Крім того, цей агротехнічний протирадіаційний захід є найдоступнішим за браку фінансування впровадження протирадіаційних заходів з боку держави, що зумовлено економічною кризою.

Результати досліджень з вивчення радіаційно-екологічних аспектів підбору польових сільськогосподарських культур для сівозмін території, забрудненої внаслідок Чорнобильської катастрофи, свідчать, що за потенційною здатністю до накопичення  $^{137}\text{Cs}$  у товарній частині рослин польові сільськогосподарські культури можна розділити на три умовні групи (рис. 1). Найменшим накопиченням  $^{137}\text{Cs}$  відрізнялися зернові злакові культури. Мінімальний уміст радіонукліда в межах цієї групи спостерігається в зерні кукурудзи, коефіцієнт переходу якого становив  $0,07 \text{ Бк/кг/кБк/м}^2$ . Накопичення  $^{137}\text{Cs}$  у зерні пшениці озимої на 56% більше. Перехід радіонукліда в зерно жита в 3,5 раза вищий, ніж у кукурудзі. Але його максимальний вміст у межах цієї групи культур є характерним для зерна вівса, вміст  $^{137}\text{Cs}$  у зерні якого був у 5 разів вищий, ніж у зерні кукурудзи.

До групи культур з потенційно невисокою здатністю до накопичення  $^{137}\text{Cs}$  відноситься і картопля. Коефіцієнт переходу радіонукліда в її бульби займає проміжне положення між пшеницею озимою і ячменем, але на 71% вищий, ніж у зерно кукурудзи.

Високим потенційним накопиченням радіонукліда відрізнялася група круп'яних

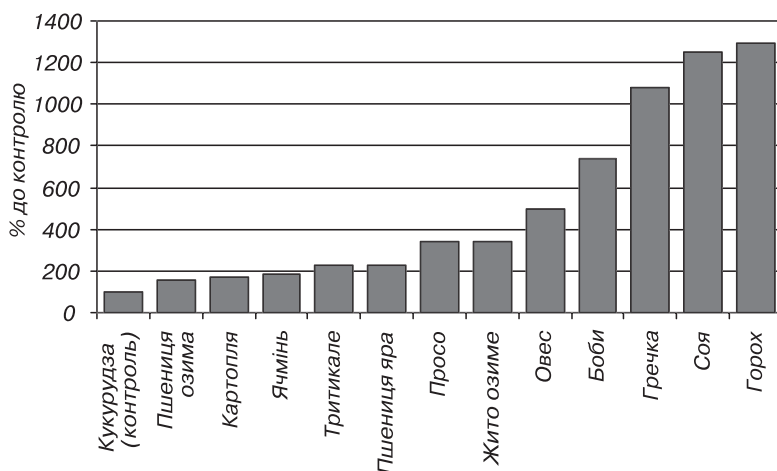


Рис. 1. Відносне накопичення  $^{137}\text{Cs}$  польовими культурами

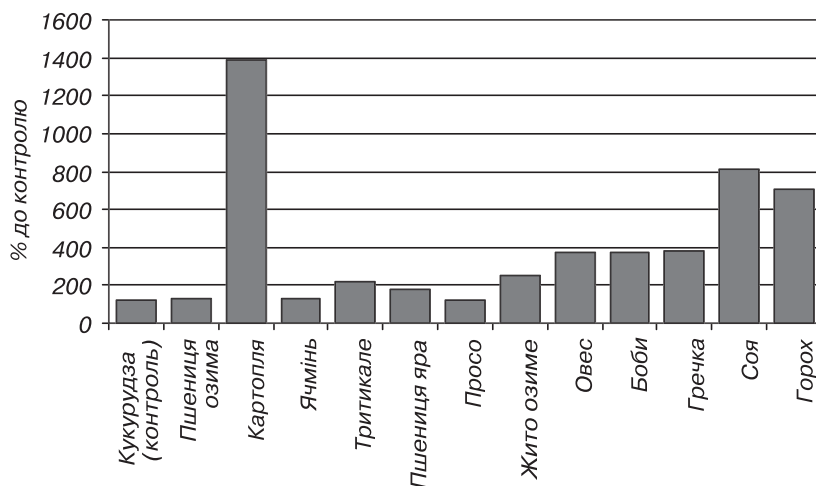


Рис. 2. Потоки  $^{137}\text{Cs}$  з урожаєм польових сільськогосподарських культур

культур. Якщо накопичення  $^{137}\text{Cs}$  у просі спостерігається на рівні жита озимого, то у зерні гречки — утричі вище. Але максимальне накопичення  $^{137}\text{Cs}$  характерно для групи зернових бобових культур. Попри те вміст радіонукліда в зерні бобів у межах цієї групи є мінімальним, у зерні гороху — максимальним.

Поряд із тим з насиченням сівозмін сільськогосподарськими культурами, що відрізняються потенційно невисокою здатністю до накопичення  $^{137}\text{Cs}$ , слід звертати увагу на інтенсивність потоків радіонуклідів з сільськогосподарською продукцією. Саме цей показник визначає колективну дозу опромінення населення, а відтак, і вірогідність виникнення стохастичних ефектів опромінення у населення (рис. 2).

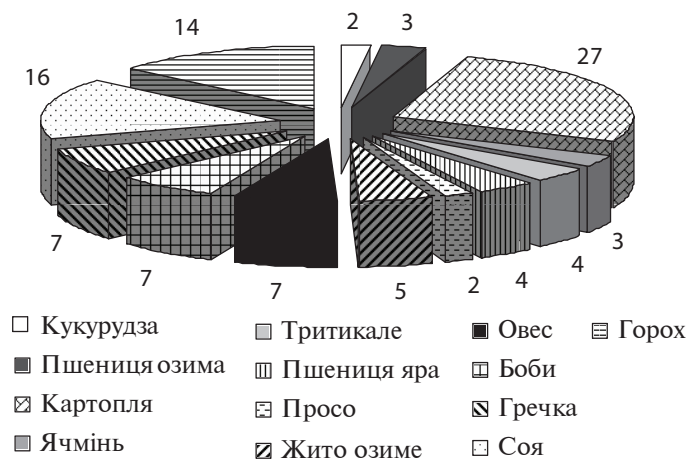
Слід зауважити, що потенційна здатність сільськогосподарських культур до накопичення  $^{137}\text{Cs}$  та інтенсивність потоків радіонукліда з урожаєм не завжди позитивно корелюють між собою. Так, за наведеними даними видно, що в групі польових сільськогосподарських культур мінімальний потік  $^{137}\text{Cs}$  з урожаєм товарної продукції формується в кукурудзі, просі, пшениці озимій і ячменю. Деяко більший цей показник у пшениці ярої, тритикале

і жита озимого. Але максимальний потік  $^{137}\text{Cs}$  визначається в картоплі, де він більше ніж у 10 разів був вищим, ніж у кукурудзі, просі, пшениці озимій і ячменю.

Така закономірність пояснюється тим, що за порівняно невисокої потенційної здатності до накопичення  $^{137}\text{Cs}$  (на рівні зернових злакових культур) урожай бульб картоплі є набагато більшим.

Порівняльне оцінювання розподілу потоків  $^{137}\text{Cs}$  з урожаєм польових культур наведено на рисунку 3.

Аналіз даних свідчить, що потік  $^{137}\text{Cs}$  у групі польових культур формується переважно за рахунок картоплі (27%), сої (16%) і гороху (14%). Саме ці культури становлять 57% загального потоку  $^{137}\text{Cs}$ , що надходить з урожаєм поширених у найбільше забрудненій зоні Київського Полісся польових культур. Особливу увагу слід приділяти вирощуванню картоплі, з урожаєм якої формується 27% потоку радіонуклідів. На інші 10 досліджених польових культур припадає 43% загального потоку радіонуклідів. За порядком збільшення інтенсивності потоку радіонуклідів ці культури можна розмістити так: кукурудза, просо, ячмінь, пшениця озима, тритикале, пшениця яра, жито озиме, боби, гречка.



**Рис. 3.** Розподіл потоку  $^{137}\text{Cs}$  з урожаєм поширених у зоні Полісся польових сільськогосподарських культур, %

## ВИСНОВКИ

Інноваційні підходи до застосування різних видів агротехнічних заходів для розроблення цілісної науково обґрунтованої системи раціонального ведення сільськогосподарського виробництва на території, забрудненій радіоактивними речовинами, спрямовуються на зменшення як індивідуальної ефективної дози опромінення населення шляхом виробництва гарантовано радіоекологічно безпечної сільськогосподарської продукції, так і колективної для певних груп населення.

У пізній період після аварії на Чорнобильській АЕС на радіоактивно забруднених територіях особливої актуальності набуває підбір і введення в сівозміни сільськогосподарських культур і сортів, що відрізняються не лише потенційно невисокою здатністю до акумуляції радіонуклідів, але і мінімальним потоком радіонуклідів з сільськогосподарською продукцією.

Комплексні наукові дослідження із окреслених питань дають змогу у майбутньому використовувати систематизовані наукові знання як методологічну основу дій у разі радіоактивного забруднення навколишнього природного середовища внаслідок можливих ядерних і радіаційних ситуацій.

## ЛІТЕРАТУРА

1. 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 др. // *Агроэкологический журнал*. — 2011. — № 1. — С. 5–20.
2. *Фурдичко О.І.* Пріоритетні напрями наукового забезпечення сільськогосподарського виробництва на радіоактивно забруднених територіях / О.І. Фурдичко, М.Д. Кучма, Г.П. Паньковська // *Агроэкологический журнал*. — 2011. — № 1. — С. 21–26.
3. *Дутов О.І.* Радіаційно-екологічні аспекти використання ґрунтів, забруднених радіонуклідами / О.І. Дутов, М.М. Єрмолаєв // *Вісник аграрної науки*. — 2013. — № 2. — С. 51–54.
4. *Прянишников Д.Н.* Избранные сочинения / Д.Н. Прянишников. — М.: Сельхозгиз, 1952. — Т. 3. — 633 с.
5. *Багров М.В.* Землезнавство / М.В. Багров, В.О. Бокор, І.Г. Черваньов. — К.: Либідь, 2000. — 464 с.
6. *Булигін С.Ю.* Формування екологічно сталих агроландшафтів / С.Ю. Булигін. — К.: Урожай, 2005. — 300 с.
7. *Мазур Г.А.* Відтворення і регулювання родючості легких ґрунтів: монографія / Г.А. Мазур. — К.: Аграрна наука, 2008. — 308 с.
8. Методичний посібник з організації проведення науково-дослідних робіт в галузі сільськогосподарської радіології. — К., 1992. — 136 с.
9. Влияние различных технологий обработки почвы в сочетании с удобрениями на перераспределение радионуклидов в пахотном слое и накопление их в продукции / Л.И. Ворона, В.С. Быстрицкий, Л.Т. Стройванс [и др.] // *Вісник аграрної науки*. — 1997. — № 6. — С. 65–69.