

УДК 631.438 (045)  
© 1997

*В. П. Славов,*  
доктор сільсько-  
господарських наук

*М. І. Дідух,*  
*В. В. Борщенко,*  
*П. М. Малярчук,*  
кандидати сільсько-  
господарських наук

Державна агроекологічна  
академія України

*Р. Міхель,*  
*Й. Хандл*

Центр з радіаційного захисту  
університету Ганновера  
(Німеччина)

## **ВЕРТИКАЛЬНА МІГРАЦІЯ $^{137}\text{Cs}$ ТА $^{129}\text{I}$ ЧОРНОБИЛЬСЬКОГО ПОХОДЖЕННЯ В ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТИХ ГРУНТАХ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ**

*Подано результати досліджень вертикального розподілу  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{129}\text{I}$  в дерново-підзолистих ґрунтах Полісся України через 10 років після аварії на Чорнобильській атомній електростанції залежно від рівня їх забрудненості радіонуклідами. У ході досліджень встановлено, що швидкість міграційних процесів  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{129}\text{I}$  збільшується при підвищенні щільності забруднення ґрунтів радіонуклідами. Крім того, характер міграції  $^{137}\text{Cs}$  по профілю ґрунту відповідає характеру міграції  $^{129}\text{I}$ .*

Після аварії на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС) найзабрудненішими виявились землі Полісся України, які представлені здебільшого легкими за механічним складом піщаними та супіщаними дерново-підзолистими ґрунтами з низькою родючістю, малою сорбційною ємністю, високою кислотністю, низьким вмістом глинистих мінералів. Це створює сприятливі умови для міграції радіонуклідів по ґрунтовому профілю та їх нагромадження в рослинах. Особливо інтенсивна міграція радіонуклідів у природних екосистемах. Це зумовлено тим, що основна частина радіонуклідів перебуває у верхньому шарі ґрунтового профілю, що сприяє їх інтенсивному засвоєнню кореневою системою рослин (В. М. Прохоров, 1991).

З часом, внаслідок руйнування топливних часток і їх взаємодії з ґрунтовим комплексом, процеси міграції радіонуклідів можуть змінюватись залежно від інтенсивності та характеру випадіння. Тому в даній роботі подано фрагменти досліджень, які дають змогу розкрити особливості вертикальної міграції  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{129}\text{I}$  у дерново-підзолистих ґрунтах Полісся України через 10 років після аварії на ЧАЕС залежно від рівня їх забрудненості.

Надалі дані зі співвідношень між  $^{129}\text{I}$  та  $^{137}\text{Cs}$  у ґрунтах із різним ступенем забруднен-

ня радіонуклідами заплановано використати для реконструкції доз опромінення щитовидної залози людини  $^{131}\text{I}$  у почорнобильський період.

Для вивчення розподілення  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{129}\text{I}$  в дерново-підзолистих ґрунтах Полісся України відбирали ґрунтові профілі шляхом пошарового відбору зразків ґрунту на ділянках, які після аварії на ЧАЕС не підлягали будь-якій обробці, тобто на природних луках. Відбір проводили на ділянках з низьким (до 0,2  $\text{Кі}/\text{км}^2$ ), середнім (15  $\text{Кі}/\text{км}^2$ ) і високим (>100  $\text{Кі}/\text{км}^2$ ) рівнями забруднення ґрунтів  $^{137}\text{Cs}$ . Характеристика ділянок наведена в табл. 1. Одним з найважливіших критеріїв при цьому були очікувані рівні забруднення ґрунту радіонуклідами та їх незайманість.

Всі ґрунтові профілі склались із 10 окремих шарів, які характеризують вертикальний розподіл  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{129}\text{I}$  в ґрунтах на глибини 0—40 см.

Відібрані зразки ґрунтів доставляли в лабораторію Державної агроекологічної академії України (ДААУ), де висушували в спеціальних тінювих приміщеннях. Після розмолу зразки ґрунту розміщали у товстостінні, загорнуті в спеціальну світлонепроникну плівку, місткості й транспортувались у Центр з радіаційного захисту університету Ганновера (Німеччина)

## 1. Місця відбору ґрунтових зразків (Житомирська область)

Ділянки з низьким рівнем забруднення ґрунту $^{137}\text{Cs}$	Ділянки з високим рівнем забруднення ґрунту $^{137}\text{Cs}$
<b>Житомирський район</b> с. Барашівка (2 профілі) с. Давидівка (2 профілі) с. Озерянка (2 профілі) с. Левків (2 профілі)	<b>Народицький район</b> с. Ноздрище (3 профілі) с. Нове Шарно (4 профілі) с. Христинівка (2 профілі)
<b>Ділянки з середнім рівнем забруднення ґрунту <math>^{137}\text{Cs}</math> (Коростенський район)</b>	
с. Немирівка (4 профілі) с. Купеч (2 профілі)	с. Воронеж (5 профілів) с. Чигирі (3 профілі)

для радіоспектрометричного та радіохімічного аналізу на вміст  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{129}\text{I}$ .

Дослідження вмісту  $^{129}\text{I}$  в об'єктах навколишнього середовища методом радіохімічного аналізу активності нейтронів (RNAA) ведуть в університеті Ганновера вже близько 20 років. Визначення  $^{129}\text{I}$  цим методом має певні обмеження за співвідношень  $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$  нижче ніж  $10^{-10}$ . Такі співвідношення характерні для фонових рівнів вмісту  $^{129}\text{I}$  в об'єктах навколишнього середовища. Задля точності визначення  $^{129}\text{I}$  в університеті у більш глибоких шарах ґрунтового профілю проводяться виміри методом мас-спектрометрії (AMS). AMS дає змогу осягнути практично всю сферу природних та антропогенних співвідношень  $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ .

Результати аналізів ґрунтових профілів із трьох районів Житомирської області, за різної

щільності забруднення ґрунту  $^{137}\text{Cs}$ , подано в табл. 2.

У місцях відбору ґрунтових профілів приладом СРП-68-01 проводили виміри потужності експозиційної дози, яка визначається, головню,  $\gamma$ -випромінюванням  $^{137}\text{Cs}$ . Лінійну залежність між потужністю експозиційної дози та щільністю забруднення ґрунту  $^{137}\text{Cs}$  наочно ілюструє рис. 1.

Результати досліджень вертикального розподілення  $^{137}\text{Cs}$  за шістьма вертикальними профілями подано в табл. 3.

Отже, основна частина радіонуклідів навіть через 10 років після аварії на ЧАЕС перебуває у верхньому 20-сантиметровому шарі. Така закономірність характерна як для високих, так і для середніх та низьких рівнів забруднення ґрунтів. Проте швидкість мігра-

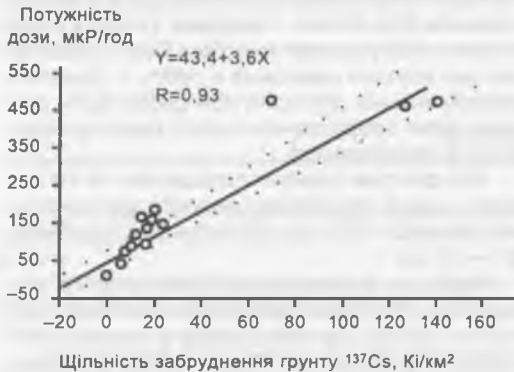


Рис. 1. Залежність між потужністю експозиційної дози та щільністю забруднення ґрунту

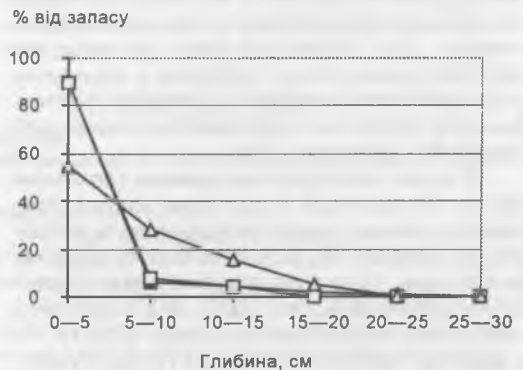


Рис. 2. Розподіл  $^{137}\text{Cs}$  по профілю ґрунту. Рівні забруднення ґрунту:  $\blacktriangle$  — низький;  $\square$  — середній;  $\triangle$  — високий

2. Щільність забруднення ґрунту  $^{137}\text{Cs}$  і потужність експозиційної дози в районі досліджень станом на 26 квітня 1996 р.

Місце відбору ґрунту та номер зразка	Щільність забруднення ґрунту $^{137}\text{Cs}$		Потужність експозиційної дози
	кБк/м <sup>2</sup>	Кі/км <sup>2</sup>	мкР/год
<i>Ділянки з низьким рівнем забруднення ґрунту</i>			
Барашівка 1	3,6±0,1	0,100±0,003	9
Барашівка 3	4,7±0,2	0,127±0,006	12
Давидівка 1	5,6±0,2	0,15±0,01	12
Давидівка 2	5,1±0,2	0,014±0,01	11
Озерянка 1	7,7±0,3	0,21±0,01	7
Озерянка 2	4,5±0,2	0,121±0,005	10
Левків 1	6,7±0,3	0,182±0,008	11
Левків 2	7,0±0,3	0,190±0,008	11
<i>Ділянки з середнім рівнем забруднення ґрунту</i>			
Немирівка 1	225±7	6,1±0,2	41
Немирівка 2	481±15	13,0±0,4	112
Немирівка 3	553±17	15,0±0,5	159
Немирівка 4	889±27	24,0±0,7	139
Вороневе 1	621±19	16,8±0,5	87
Вороневе 2	647±20	17,5±0,5	131
Вороневе 3	476±15	12,9±0,4	113
Вороневе 4	756±23	20,4±0,6	180
Вороневе 5	728±22	19,7±0,6	154
Купеч 1	401±12	10,8±0,3	85
Купеч 2	309±9	8,4±0,3	69
Чигирі 2	416±13	11,3±0,3	94
<i>Ділянки з високим рівнем забруднення ґрунту</i>			
Ноздрище 1	4709±142	127±4	462
Ноздрище 2	5214±157	141±4	469
Ноздрище 3	2586±78	70±2	474

3. Вертикальний розподіл  $^{137}\text{Cs}$  у ґрунтового профілі станом на 26 квітня 1996 р.

Шар ґрунту, см	Рівень забруднення ґрунту $^{137}\text{Cs}$					
	Низький		Середній		Високий	
	Вміст $^{137}\text{Cs}$ в ґрунті, Бк/кг СР					
	Левків 1	Давидівка 2	Немирівка 2	Вороневе 4	Ноздрище 1	Ноздрище 3
ґумус/ґрунт	62±3	48±1	4806±146	56323±1698	7654±234	6658±201
0—1	125±5	48±1	5705±172	42642±1282	9007±273	6594±199
1—2	64±3	50±1	5486±165	31375±944	8598±260	6784±205
2—3	52±1	44±1	5330±161	5221±160	9283±281	7638±230
3—5	34±1	36±1	4432±133	2044±62	8525±257	8583±259
5—10	14,0±0,6	14,7±0,5	2153±65	360±1	31278±942	10891±328
10—15	13,3±0,6	3,3±0,3	605±19	57±1	12635±380	8980±270
15—20	10,7±0,5	1,9±0,3	93±3	45±1	1136±35	4145±126
20—25	6,4±0,4	0,8±0,1	13,2±0,5	28±1	63±3	102±3
25—40	2,1±0,2	1,4±0,1	3,6±0,2	29±1	31±3	18±2

ційних процесів підвищується із збільшенням рівня забрудненості ґрунту. Так, дані рис. 2 свідчать про те, що за високих рівнів забруднення ґрунтів значна частина радіоцезію зосереджена в шарі 5—15 см, а за середніх і низьких рівнів забруднення ґрунтів в аналогічному шарі перебуває менше 5% радіонукліду.

Така різниця в швидкості міграції радіоцезію по ґрунтовому профілю, на нашу думку, може бути зумовлена не тільки інтенсивністю забруднення, а й фізико-хімічними властивостями випадінь, які визначають різний ступінь рухомості та загальну кількість обмінних форм радіонуклідів у різних генетичних горизонтах. Аналогічного твердження додержуються в своїх дослідженнях Б.С. Прістер та ін. (1992). Так, ними встановлено, що при десорбції радіонуклідів порівняно м'якими десорбентами: водою, 1-нормальним розчином  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  і  $\text{HCl}$ , ступінь вивільнення радіоцезію у більш глибоких шарах ґрунтового профілю збільшується у кілька разів.

Визначення  $^{129}\text{I}$  в ґрунтових профілях у даний час інтенсифікуються. Результати визначення вмісту  $^{129}\text{I}$  в верхньому 10 см шарі

% від запасу

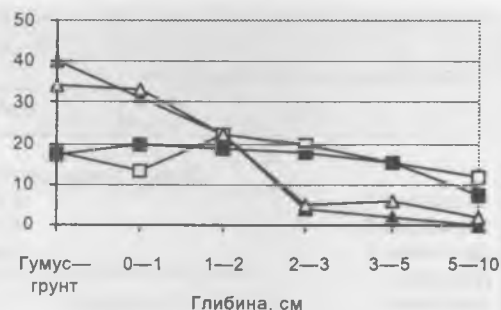


Рис. 3. Розподілення  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{129}\text{I}$  по профілю ґрунту: ■ — Немирівка  $^{137}\text{Cs}$ ; □ — Немирівка  $^{129}\text{I}$ ; ▲ — Воронеж  $^{137}\text{Cs}$ ; △ — Воронеж  $^{129}\text{I}$

двох ґрунтових профілів, відібраних на ділянках із середніми рівнями забруднення ґрунту  $^{137}\text{Cs}$  (с. Воронеж та с. Немирівка) свідчать, що характер розподілу  $^{129}\text{I}$  по ґрунтовому профілю відповідає характеру розподілу  $^{137}\text{Cs}$  (рис. 3).

## Висновки

Одержані результати дають можливість оцінити міграційні процеси  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{129}\text{I}$  по вертикальному профілю дерново-підзолистих ґрунтів Полісся України через 10 років після аварії на ЧАЕС залежно від рівня їх забрудненості. Встановлено, що в умовах природних екосистем основна частина  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{129}\text{I}$  перебуває у верхньому 20 см шарі ґрунтового профілю. При висо-

ких рівнях забрудненості ґрунтів значна частина активності зосереджена в шарі 5—15 см, а за середніх і низьких рівнів (до  $15 \text{ Кі/км}^2$ ) у відповідному шарі перебуває близько 5% радіонуклідів. Тобто швидкість міграційних процесів у високозабруднених районах дещо вища порівняно з такою в районах із низькою і середньою забрудненістю ґрунтів.

## Бібліографія

1. Прістер Б.С., Перепелятников Л.В., Омеляненко Н.П. Вертикальное распределение радионуклидов в почвах и переход их в растения в зоне аварии на ЧАЭС // Проблемы сельскохозяй-

ственной радиологии / Под ред. Н.А. Лоцилова. — К., 1992. — С. 95—101.

2. Прохоров В.М. Миграция радиоактивных загрязнений в почвах. — М.: Энергоиздат, 1991. — 99 с.