

ДИНАМІКА ФОРМ ^{137}Cs У ҐРУНТАХ ПОЛІССЯ

В.А. Проневич

Інститут агроекології і природокористування НААН

Доведено, що впродовж 1992–2006 рр. відбувся значний перерозподіл співвідношення форм органічно-мінеральних сполук ^{137}Cs . У всіх ґрунтах зменшився вміст радіонукліда в залишку, і збільшилась частка необмінної фракції. Вміст обмінної форми в кілька разів перевищував вміст водорозчинної фракції. Максимальним вмістом мобільних фракцій радіонукліда характеризуються дерново-підзолистий та дерново-підзолистий оглеєний ґрунти, мінімальним — торфовий низинний ґрунт. Уміст потенційно доступних для рослин фракцій у ґрунтах природних екосистем вищий, ніж в аналогічних ґрунтах агроекосистем, за винятком торфових низинних ґрунтів, де спостерігається протилежна тенденція. Наприкінці досліджень у всіх ґрунтах різко зріс абсолютний вміст необмінної кислоторозчинної фракції ^{137}Cs . У всіх ґрунтах з часом спостерігається зменшення фракції, що залишається після обробки десорбентами.

Ключові слова: ^{137}Cs , форми, динаміка, ґрунти, екосистеми.

Після надходження у ґрунт радіоактивні частки піддаються фізичному і хімічному руйнуванню. Радіонукліди, з їх складу, переходять у ґрунтовий розчин, вступають в складну динамічну взаємодію з ґрунтовим вбирним комплексом, ґрунтовою біотою, органічною речовиною. Внаслідок цієї взаємодії утворюються радіонуклід-органічні сполуки, відбувається надходження частини радіонуклідів у ґрунтовий розчин, фіксація їх у кристалічних решітках глинистих мінералів, поглинання ґрунтовим вбирним комплексом [1–3].

Вивчення форм вмісту радіонуклідів у ґрунті допомагає глибше зрозуміти напрям і механізми міграційних процесів. Залежно від форми радіонуклідів (водорозчинна, обмінна, необмінна) змінюється коренева засвоєння його рослинами. Результати досліджень форм радіоактивних елементів дають змогу виділити ту їх фракцію, що найактивніше включається в біогеохімічні цикли. Дуже важливим питанням, що виникає під час вивчення мобільності та біологічної доступності довгоіснуючих радіонуклідів, є оцінка ступеня фіксації радіонуклідів ґрунтами і впливу тимчасового та інших чинників на ці процеси.

На початковому етапі після аварії на Чорнобильській АЕС хімічне фракціонування радіонуклідів фактично не залежало від властивостей ґрунтів, а визначалося лише віддаленістю території від джерела викиду, тобто фізико-хімічною формою випадіння. У подальшому на цей процес істотноше починає впливати тип ґрунту і біогеоценозу [4–7].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили на Сарненській дослідній станції Інституту водних проблем і меліорації НААН. Для вивчення динаміки форм та міграції радіонуклідів у природних умовах у 1992 р. закладено 12 багаторічних стаціонарних ділянок розміром 100 м^2 у північних районах Волинського Полісся. Стаціонарні ділянки було закладено на характерних для зони дерново-підзолистих та торфових ґрунтах на різних елементах рельєфу. В дослідях були застосовані загальноприйняті в ґрунтознавстві та агрохімічній практиці методи досліджень.

Відбір зразків ґрунту проводили в 4-кратній повторності. Для визначення співвідношення форм радіонуклідів у ґрунті застосовували загальноприйняті методи оцінки мобільності хімічних елементів, засновані на використанні процедури послідовної

екстракції, яка дає змогу виділити фракції радіонуклідів, що розрізняються механізмом і міцністю зв'язку з ґрунтовими компонентами.

Виділяли водорозчинну (десорбент – дистильована вода), обмінну (1н розчин $\text{CH}_3\text{COONH}_4$), рухливу (1н HCl), необмінну (6н розчин HCl) та міцно зв'язану необмінну (суміш плавикової і азотної кислот) форми ^{137}Cs [8].

Уміст ^{137}Cs визначали сцинтиляційним методом на приладі РУБ-01П6 з блоком детектування БДКГ-03П. Статистичну обробку даних здійснювали за допомогою програм MS Excel 2003 і Statistics. Стандартне відхилення – $\pm 10\%$.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Невисокий вміст доступних фракцій радіонукліда – водорозчинної, обмінної і рухливої – спостерігається як у 1992 р. (початковий період), так і у 2006 р. (прикінцевий період) досліджень (табл. 1). Основна частина ^{137}Cs міцно зв'язана, і є необмінною або залишається у ґрунті після всіх обробок десорбентами.

Сумарні запаси легкодоступних для рослин форм ^{137}Cs (водорозчинні, обмінні) у ґрунтах природних екосистем змінювались у межах 0,29–11,7% від загального вмісту в шарі 0–10 см і 0,35–8,71% у шарі 0–20 см у ґрунтах агроекосистем. Крім того, вміст обмінної форми в кілька разів перевищує вміст водорозчинної фракції радіонукліда.

У початковому і прикінцевому періодах досліджень кількість рухомого ^{137}Cs (водорозчинного, обмінного, рухливого) максимальний – у дерново-підзолистих ґрунтах, мінімальний – у торфових низинних ґрунтах, незалежно від типу системи. Одержані дані вмісту доступних форм радіонукліда в дерново-підзолистих та низинних торфових ґрунтах узгоджуються з літературними даними [4, 6, 9, 10]. Не виявлено істотних відмінностей у вмісті легкодоступної фракції радіонукліда між дерново-підзолистими однотипними ґрунтами природних та агроекосистем, тоді як у торфових низинних ґрунтах агроекосистем відзначено вищий сумарний вміст водорозчинної і обмінної фракцій радіонукліда порівняно з ґрунта-

Таблиця 1

Форми органо-мінеральних сполук ^{137}Cs у верхньому шарі ґрунтів (% від сумарної активності)*

Назва ґрунту та угіддя	Фізико-хімічні форми ^{137}Cs у ґрунті									
	Водорозчинна		Обмінна		Рухлива		Необмінна		Після обробки десорбентами	
	1992 р.	2006 р.	1992 р.	2006 р.	1992 р.	2006 р.	1992 р.	2006 р.	1992 р.	2006 р.
Дерново-підзолисті, природні луки	0,40	0,62	11,7	5,41	3,10	4,08	24,4	73,11	60,4	16,78
Дерново-підзолисті оглеєні, природні луки	0,42	0,47	6,22	10,86	2,65	7,74	17,28	70,64	73,43	10,29
Торфові низинні, природні луки	0,29	0,38	2,11	1,12	5,21	2,13	18,71	35,39	73,68	60,98
Дерново-підзолисті, сіяні луки	0,48	0,56	8,71	5,17	3,64	3,30	20,19	69,32	66,98	21,65
Торфові низинні, сіяні луки	0,35	0,42	3,76	3,68	2,23	2,46	6,12	68,35	87,54	25,09

Примітка (до табл. 1, 2): *шар ґрунту для природних луків – 0–10, для сіяних луків – 0–20 см.

Таблиця 2

Активність форм ^{137}Cs у верхньому шарі ґрунтів, кБк/кг

Назва ґрунту та угіддя	Фізико-хімічні форми ^{137}Cs у ґрунті									
	Водорозчинна		Обмінна		Рухлива		Необмінна		Після обробки десорбентами	
	1992 р.	2006 р.	1992 р.	2006 р.	1992 р.	2006 р.	1992 р.	2006 р.	1992 р.	2006 р.
Дерново-підзолисті, природні луки	0,04	0,03	1,14	0,22	0,3	0,17	2,37	2,95	5,86	0,68
Дерново-підзолисті оглеєні, природні луки	0,01	0,02	1,6	0,42	0,68	0,30	4,44	2,71	18,8	0,40
Торфові низинні, природні луки	0,06	0,03	0,41	0,08	1,01	0,15	3,65	2,50	14,37	4,31
Дерново-підзолисті, сіяні луки	0,07	0,02	1,33	0,15	0,56	0,10	3,09	2,02	10,25	0,63
Торфові низинні, сіяні луки	0,05	0,05	0,52	0,47	0,31	0,31	0,85	8,64	12,17	3,17

ми природних угідь. У дерново-підзолистому оглеєному ґрунті природних луків у прикінцевий період досліджень спостерігається вищий вміст обмінної форми ^{137}Cs порівняно з іншими різновидами ґрунтів. Вміст потенційно доступної для рослин рухомої фракції вищий у ґрунтах природних ландшафтів.

Найбільшим відносним внеском у суму всіх форм ^{137}Cs у прикінцевому періоді досліджень характеризується необмінна форма на рівні 68,35–73,11% від сумарного вмісту радіонукліда у ґрунті як у ґрунтах природних екосистем, так і агроекосистем. Винятком є торфовий низинний ґрунт природної екосистеми, в якому вміст фракції, що залишилася в ґрунті після обробки десорбентами (60,98%), у 1,7 раза перевищує вміст необмінної форми.

У прикінцевий період досліджень у всіх ґрунтах різко зріс абсолютний вміст кислоторозчинних необмінних фракцій ^{137}Cs . У дерново-підзолистих ґрунтах вміст необмінної форми ^{137}Cs зріс від 2 до 3,5 раза, тоді як у торфових ґрунтах агроекосистем у 11 разів. У всіх ґрунтах з часом спостеріга-

ється зменшення фракції, що залишається після обробки десорбентами. Це зменшення становить 1,1–7,1 раза.

У всіх ґрунтах спостерігається процес трансформації важкорозчинних сполук ^{137}Cs , що залишаються після обробки ґрунту десорбентами, і утворення інших форм радіонукліда (табл. 2). До того ж найбільшим відсотком приросту запасу радіонукліда характеризується необмінна фракція. Найінтенсивніше процес трансформації форми ^{137}Cs , що залишається в ґрунті після обробки десорбентами, протікає у ґрунтах агроекосистем, у яких порівняно з природними ґрунтами інтенсивніше відбуваються фізико-хімічні та біологічні процеси.

ВИСНОВКИ

Упродовж 1992–2006 рр. відбувся значний перерозподіл співвідношення форм органо-мінеральних сполук ^{137}Cs . У всіх ґрунтах зменшився вміст радіонукліда в залишку і збільшилась частка необмінної фракції. Вміст обмінної форми в кілька разів перевищує вміст водорозчинної фракції. Максимальним вмістом мобільних

фракцій радіонукліда характеризуються дерново-підзолистий та дерново-підзолистий оглеєний ґрунти, мінімальним — торфовий низинний ґрунт. Вміст потенційно доступних для рослин фракцій у ґрунтах природних екосистем вищий, ніж в аналогічних ґрунтах агроекосистем, за винятком торфових низинних ґрунтів, де спостерігається протилежна тенденція. У прикінцевий період досліджень у всіх ґрунтах різко зріс абсолютний вміст необмінної, кислоторозчинної фракції ^{137}Cs . У всіх ґрунтах з часом спостерігається зменшення міцно зв'язаної залишкової фракції радіонукліда, відбувається її перехід у форми, що мають більшу мобільність.

ЛІТЕРАТУРА

1. Основы сельскохозяйственной радиологии / Б.С. Пристер, Н.А. Лоцилов, О.Ф. Немец, В.А. Поярков. — 2-е изд. переработ. и доп. — К.: Урожай, 1991. — 472 с.
2. *Annex D*. United Nations Scientific Committee of the Effect of Atomic Radiation. Sources, effects and risks of ionizing radiation. 1988 / D. Annex / Report to the General Assembly (draft). — New-York: United Nations, 1988. — 46 p.
3. *Munn R.E.* Global Environmental monitoring system / R.E. Munn. — SCOPE. Rep. 3. — Toronto, 1973. — 138 p.
4. *Пристер Б.С.* Миграция радионуклидов и переход их в растения в зоне аварии на Чернобыльской АЭС / Б.С. Пристер, Н.Л. Омеляненко, Л.В. Перепелятников // Почвоведение. — 1990. — № 10. — С. 51–59.
5. Резервы подвижных форм чернобыльских радионуклидов в почвах республики Беларусь / Е.П. Петряев, С.В. Овсянникова, Г.А. Соколик, С.Я. Рубинчик // Радиоэкологические проблемы в ядерной энергетике и при конверсии производства: Тез. докл. XV Менделеев. съезда по общ. и прикл. химии. — Минск, 1993. — Т. 3. — С. 47–48.
6. Динамика мобильных форм цезия-137 выпавший аварийного выброса ЧАЭС в почвах / Ю.А. Иванов, Н.А. Лоцилов, Л.А. Орешник и др. // Проблемы сельскохозяйственной радиологии: Сб. науч. Трудов Укр. НИИСХР. — К., 1992. — Вып. 2. — С. 43–56.
7. *Aarkrog A.* Inventory of nuclear releases in the world / A. Aarkrog // Radioecology and there storage of radioactive-contaminated sites. Dordrecht: Kluwer, 1996. — P. 31–43.
8. *Павлоцкая Ф.И.* Миграция радиоактивных продуктов глобальных выпадений в почвах / Ф.И. Павлоцкая. — М.: Атомиздат, 1974. — 216 с.
9. *Desmet G.M.* Chemical speciation and bioavailability of elements in the environment and their relevance to radioecology / G.M. Desmet, L.R. Van Loon, B.J. Howard // The science of total environment. — 1991. — No. 100. — P. 105–124.
10. *Cornell R.V.* Adsorption of cesium of minerals: a review / R.V. Cornell // Jour. of Anal. and Nuclear-chem. — 1993. — Vol. 171. — No. 2. — P. 483–500.

НОВИНИ

Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України» спільно з Національною науковою сільськогосподарською бібліотекою НААН підготували та видали спеціальний випуск реферативного журналу «Агропромисловий комплекс України» («Ґрунтознавство. Природокористування», 2013 р.). Випуск присвячено 130-річчю видання книги професора В.В. Докучаєва «Русский чернозем». Журнал містить інформацію з вітчизняної наукової літератури щодо питань ґрунтознавства, природокористування, обробітку ґрунту, використання меліорованих ґрунтів, добрив, охорони природи, сільськогосподарської екології, землекористування. До спецвипуску увійшло 499 рефератів українською мовою. Видання розраховане на науковців, фахівців АПК, працівників сільськогосподарських бібліотек, спеціалістів сфери науково-технічної інформації та студентської молоді.