

О. В. Косарчук, М. М. Лазарєв, С. В. Поліщук

*Український НДІ сільськогосподарської радіології  
Національного університету біоресурсів і природокористування України, Київ*

### ВПЛИВ ПІСКУВАННЯ ТОРФОВИХ ҐРУНТІВ НА ЗМЕНШЕННЯ НАДХОДЖЕННЯ $^{137}\text{Cs}$ В РОСЛИНИ

Унікальність радіоекологічної ситуації в Україні обумовлена наявністю значних територій з поширенням торфових ґрунтів, на яких спостерігаються аномально високі коефіцієнти накопичення радіоактивного цезію рослинами. Навіть через 30 років після аварії на ЧАЕС саме на торфових ґрунтах із рівнем радіоактивного забруднення по  $^{137}\text{Cs}$  близько 37 кБк/м<sup>2</sup> виробляється сільськогосподарська продукція з перевищенням вимог ДР-2006. Розроблені й апробовані традиційні протирадіаційні заходи не отримали, за різних обставин, державної підтримки на забрудненій радіонуклідами території. Тому нами запропоновано інші підходи щодо покращення радіоекологічної ситуації на забруднених радіонуклідами торфових ґрунтах.

*Ключові слова:*  $^{137}\text{Cs}$ , коефіцієнт накопичення, радіоактивно забруднені землі, сільськогосподарські культури.

У дослідженнях, що спрямовані на зменшення радіоактивного забруднення сільськогосподарської продукції чорнобильськими радіонуклідами, основну увагу приділяли створенню конкуренції між  $^{137}\text{Cs}$  і калієм шляхом додаткового внесення калійних мінеральних добрив. Але застосування мінеральних добрив при інтенсивному землеробстві передбачає внесення комплексу NPK для підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Використання такого комплексу на радіоактивно забруднених угіддях повинно дотримуватись певних умов, що передбачені рекомендаціями інституту щодо внесення подвійної дози калію по відношенню до азоту [11]. У сучасних економічних умовах, коли калійні добрива є надто дорогими, фермери порушують дані рекомендації і знижують дозу калію або взагалі його не вносять. Застосування лише азотних добрив призводить до стимуляції накопичення вегетативної маси й одночасно до накопичення радіоактивного цезію.

На торфових ґрунтах існує ще одна важлива проблема при застосуванні мінеральних добрив – це проблема деградації органічної речовини торфових ґрунтів. При інтенсивному землеробстві за рік може зникати більше, ніж 20 кг з 1 м<sup>2</sup>, органічної речовини торфового ґрунту [1]. Тому стає дуже важливим зберегти органічну речовину торфового ґрунту за рахунок її консервації і в той же час знизити надходження радіоактивного цезію в рослини.

Особливістю контрзаходів у віддалений період після аварії на ЧАЕС є застосування прийомів та технологій, які мають довготривалу дію щодо зниження накопичення радіонуклідів у продукції. Звичайно, що перевагу слід віддавати тим протирадіаційним захисним заходам, впровад-

ження яких забезпечує підвищення родючості ґрунтів, збільшення врожайності рослин, покращення якості рослинницької продукції [2].

У зв'язку з цим, базуючись на попередніх дослідженнях та проаналізованих літературних даних, нами обрано напрямок покращення агротехнічних якостей торфових ґрунтів шляхом внесення місцевих меліорантів – піску і золи.

Під *піскуванням* (синоніми – північна, змішана, шведська культури землеробства на осушених торф'яних ґрунтах) розуміють внесення піску в орний шар ґрунту.

Цей спосіб агромеліорації сприяє поліпшенню фізичних і хімічних властивостей, водного, теплового й поживного режимів торф'яних ґрунтів, знижує небезпеку займання з поверхні осушених торф'яних ґрунтів і суттєво уповільнює деградацію органічної речовини.

Очевидно, що внесення мінеральних мас ґрунту в орний горизонт у принципі не може змінити структурного стану осушених торф'яних ґрунтів. Однак такі заходи можуть суттєво вплинути на їхній гідротермічний режим, на умови росту й розвитку сільськогосподарських рослин [3].

*Зола* - калійно-фосфорно-вапняне місцеве добриво. Містить калій, фосфор, кальцій і деякі мікроелементи. Калій у золі знаходиться у вигляді вуглекислого калію ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ), добре розчиняється у воді і є найкращою формою добрив для культур, чутливих до хлору.

На торф'яних ґрунтах, особливо з кислотою реакцією, можна застосовувати деревну золу: 1,5 т золи замінюють повну норму калій-фосфатних добрив. Вважається найбільш ефективним співвідношення 1 - 1,5 т золи та 30 кг суперфосфату на 1 га. Але систематичне внесення золи на низинних та перехідних торф'яниках може призведе-

сти до надлишкового підлугування торф'яного ґрунту та негативного впливу на врожай сільськогосподарських культур. Тому найбільш доцільно періодичне застосування зольного добрива (через 3 - 4 роки). На перехідних і верхових торф'яниках застосування деревної золи в якості калійного та частково фосфорного добрива не звільняє від необхідності вапнування цих ґрунтів [4].

Зола - мінеральний залишок, що утворюється при спалюванні різних органічних речовин. Склад золи різний. Азоту в ній немає, але міститься до 30 елементів, потрібних рослинам. Основні елементи, що входять до складу золи: фосфор (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), калій (K<sub>2</sub>O) і кальцій (CaO). Вміст поживних речовин в 1 кг золи наведено в табл. 1.

Зола знижує кислотність ґрунту, що корисно на легких піщаних і торф'яних ґрунтах.

Таблиця 1. Вміст поживних речовин (г) в 1 кг золи [13]

Зола	Фосфор	Калій	Кальцій
Дрова:			
березові	70	170	250
соснові	25	30	360
ялинові	20	70	320
вербові	20	45	435
Торф	25	10	250
Кам'яне вугілля	10	20	
Солома:			
пшенична	65	135	60
житня	55	135	85
гречана	25	335	185
Стебла соняшника	25	365	185
Бадилля картоплі	80	200	320

У зв'язку з вищезазначеними твердженнями можна зробити заключення, що для зниження вмісту радіонуклідів у рослинницькій продукції в торф'яні ґрунти в якості меліорантів можна і доцільно вносити пісок і золу. Оскільки в намулистій фракції піску містяться не тільки мінерали типу каолінит, монтморилоніт, але й гідролюди, на яких <sup>137</sup>Cs може фіксуватись необмінно. Таким чином, конкретизація методів зниження надходження радіонуклідів у рослинницьку продукцію дуже актуальна й повинна бути невід'ємною частиною системи ведення сільськогосподарського виробництва на забруднених територіях.

#### Об'єкти та методика досліджень

Об'єктами досліджень було вивчення закономірностей переходу радіоактивного цезію на торфових ґрунтах при їхньому піскуванні і внесенні в якості додаткового меліоранту – золи.

Предмет досліджень – сільськогосподарська рослина костриця червона (*Festuca rubra L.*), поширена багаторічна злакова трава, що використовуються в якості кормів для сільськогосподарських тварин.

Вегетаційні дослідження проводились на базі УкрНДІСГР НУБіП України та відповідно до загальноприйнятих методик [5 - 7].

Під дану культуру вносили різні комбінації запропонованих контрзаходів щодо зменшення біологічної доступності радіоцезію в сільськогосподарській продукції.

Торфовий ґрунт було завезено з Рокитнівського району Рівненської області. Перед початком дослідження було проведено визначення агрохімічних властивостей та вмісту <sup>137</sup>Cs. Зразки ґрунту висушували на повітрі, гомогенізували, просіювали та готували до проведення агрохімічних і спектрометричних аналізів.

Початкова середня питома активність <sup>137</sup>Cs у гомогенізованому торфі, що використовувався для набивки вегетаційних посудин, становила 280 Бк/кг на суху масу.

Гомогенність розподілу <sup>137</sup>Cs у торфі, що використовувався для набивки вегетаційних посудин, підтверджено результатами гамма-спектрометрії 4 зразками торфу, на які було розбито весь об'єм торфу в горщиках. При цьому відхилення від середнього значення питомої активності <sup>137</sup>Cs у торфі становило не більше 10 %.

Агрохімічні та фізико-хімічні властивості ґрунту визначали за допомогою стандартних загальноприйнятих методик [8 - 10].

Концентрацію обмінного калію та фосфору в ґрунті визначали за методом Кірсанова в модифікації ЦІНАО. Вміст обмінного кальцію в ґрунті визначали відповідно до держстандарту (ГОСТ 26487-85), рН сольової витяжки – потенціометрично. Гідролітичну кислотність визначали рН-метричним методом Каппена. Суму ввібраних основ визначали за методом Каппена - Гільковиця.

Статистичний аналіз даних проводили з використанням пакета прикладних програм Excel.

Вміст <sup>137</sup>Cs у зразках ґрунту та рослин визначали гамма-спектрометричним методом на гамма-спектрометричній установці з напівпровідниковим детектором типу GEM-30185, Ge(Li), GMX-серії (EG&G ORTEC) з багатоканальним аналізатором (ADCAM-300, USA, IN-1200, France) у посудинах Марінеллі об'ємом 1000 см<sup>3</sup> та у вимірювальних посудинах Дента, виконаних у формі усіченого конуса з висотою 3,3 та діаметрами основ 6,3 та 7,3 см відповідно.

#### Результати досліджень

Піскування торфових ґрунтів хоча й було апробовано на початку 1990-х років на радіоак-

тивно забруднених торфових ґрунтах [12], але не отримало поширення як протирадіаційний захід і не входить до жодних рекомендацій із поліпшення радіоекологічної ситуації на забруднених радіонуклідами територіях з поширенням торфових ґрунтів.

Метою досліджень було вивчення накопичення радіонуклідів кормовою культурою за рахунок застосування меліорантів з урахуванням біологічних особливостей кормової культури.

*Агрохімічні властивості торфового ґрунту  
(ур. Гнойне с. Єльне) у дослідних посудинах*

рН водний	3,4
рН сольовий	4,3
Гідролітична кислотність, ммоль/100 г	93,1
Вміст загального азоту, %	1,78
Вміст рухомого фосфору, мг/кг	23,3
Вміст рухомого калію, мг/кг	245,3
Вміст амонійного азоту, мг/кг	34,9

За наведеними даними торфовий ґрунт містить досить високу частку органічної речовини та характеризується кислою реакцією ґрунтового розчину. Саме ці властивості обумовлюють критичність даного ґрунту щодо переходу радіоцезію в рослини.

Було випробувано декілька доз піску із розрахунку 200, 300 та 400 т/га. Пісок рівномірно перемішували у верхньому (5 см) шарі торфу.

Результати досліджень показали, що піску-

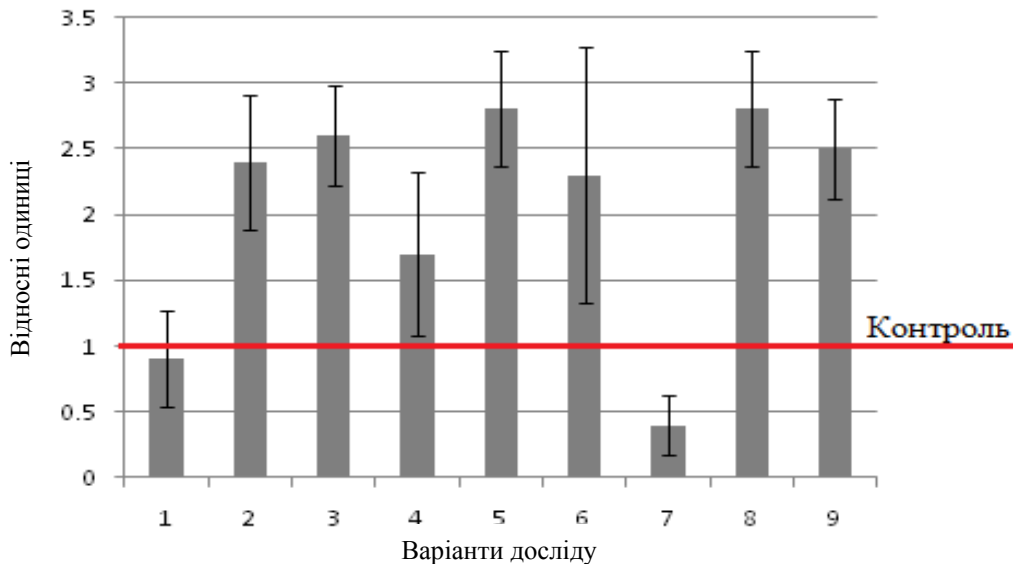
вання торфового ґрунту суттєво впливає на накопичення  $^{137}\text{Cs}$  кострицею червоною (табл. 2).

**Таблиця 2. Вплив різних доз меліорантів на надходження  $^{137}\text{Cs}$  з торфового ґрунту у вегетативну масу костриці червоної**

Варіанти (n = 3)	$^{137}\text{Cs}$ , Бк/кг	Кн
Контроль	2533 ± 416	9 ± 0,2
1. Пісок 200 т/га	845 ± 94	3 ± 0,4
2. Зола 1,5 т/га	347 ± 50	1 ± 0,2
3. Пісок 200 т/га + зола 1,5 т/га	317 ± 30	1 ± 0,1
4. Пісок 300 т/га	500 ± 70	1,8 ± 0,3
5. Зола 2,25 т/га	189 ± 50	0,7 ± 0,2
6. Пісок 300 т/га + зола 2,25 т/га	170 ± 31	0,6 ± 0,1
7. Пісок 400 т/га	577 ± 25	2 ± 0,1
8. Зола 3 т/га	122 ± 13	0,4 ± 0,05
9. Пісок 400 т/га + зола 3 т/га	58 ± 8	0,2 ± 0,03

Результати, представлені в табл. 2, наочно показують високу ефективність внесених меліорантів щодо зниження рівнів радіоактивного забруднення сільськогосподарських рослин.

При внесенні в радіоактивно забруднений торфовий ґрунт піску та золи в перших трьох варіантах спостерігається статистичне достовірне зменшення надходження цезію в рослини, яке досягає практично десятикратної величини. Слід також відзначити, що піскування торфового ґрунту з додаванням золи призводить до достовірного підвищення врожайності кормової культури практично у всіх варіантах дослідження (рисунок).



Вплив піскування та золи на врожайність костриці червоної.

Як видно з результатів, що представлені на рисунку, проведення піскування разом із золою збільшує врожайність костриці червоної від 50 % до 2,5 раза.

Отримані результати свідчать про високу ефективність внесення піску в якості меліоранту

для зниження надходження  $^{137}\text{Cs}$  в рослини на торфових ґрунтах. Залежно від кількості внесеного піску ефект становив від 3 до 8 разів. Крім цього, ми апробували такий захід, як внесення піску з додаванням золи деревини листяних порід.

Результати проведеного дослідження показали, що при внесенні даних меліорантів у варіанті – пісок 200 т/га + зола 1,5 т/га – коефіцієнт накопичення зменшується у 8 разів, при подальшому збільшенні дози меліорантів у варіантах – пісок 300 т/га + зола 2,25 т/га і пісок 400 т/га + зола 3 т/га – маємо зменшення коефіцієнта накопичення у 15 і 44 рази відповідно.

Таким чином встановлено, що піскування з додаванням золи деревини листяних порід, як агро меліоративний захід, є ефективним заходом щодо зниження рівнів забруднення рослинницької продукції  $^{137}\text{Cs}$  від 3 до 8 разів та збільшення врожайності до 2,5 раза.

## Висновки

В умовах вегетативного дослідження отримано нові експериментальні дані щодо інтенсивності накопичення  $^{137}\text{Cs}$  сільськогосподарською культурою при піскуванні торфяного ґрунту з додаванням золи. Встановлено, що піскування як агро меліоративний захід є ефективним для зниження рівнів забруднення рослинницької продукції  $^{137}\text{Cs}$  від 3 до 8 разів.

Внесення комплексу меліорантів (пісок + зола) підвищує ефективність піскування торфяних ґрунтів і врожайність кормової культури.

Із апробованих варіантів застосування меліорантів найбільш ефективним щодо зниження находження  $^{137}\text{Cs}$  в кормову культуру був варіант із внесенням меліорантів у комбінації «пісок 400 т/га + зола 3 т/га» – у 44 рази від контролю.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Проневич В.А.* Наукові основи реабілітації осушених торфовищ та радіоекологічної безпеки в агро-екосистемах Полісся: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук. - К., 2015. - 40 с.
2. *Алексахин Р.М., Фесенко С.В., Санжарова Н.И. и др.* Концепция реабилитации радиоактивно загрязненных сельскохозяйственных угодий в отдаленный после чернобыльской катастрофы период (2006 - 2015 гг.). - Обнинск: ВНИИСХРАЭ, 2005. - 20 с.
3. *Зайдельман Ф.Р., Шваров А.П.* Пирогенная и гидро-термическая деградация торфяных почв, их агро-экология, песчаные культуры земледелия, рекультивация. - М.: Изд-во Москов. ун-та, 2002. - 167 с.
4. *Турнас П.А.* Сельскохозяйственное освоение болот и заболоченных земель. - М.: Колос, 1966.
5. *Методичний посібник з організації проведення науково-дослідних робіт в галузі сільськогосподарської радіології.* - К.: УкрНДІСГР, 1992. - 136 с.
6. *Довідник для радіологічних служб Мінсільгоспроду України.* - К., 1997. - 176 с.
7. *Хомутинін Ю.В., Каптаров В.О., Жебровська К.І.* Оптимізація відбору і вимірювання проб при радіоекологічному моніторингу. - К., 2002. - 160 с.
8. *Практикум по почвоведенню /* Под ред. проф. И. С. Кауричева. - М.: Колос, 1973. - 279 с.
9. *Гнатенко О.Ф., Петренко Л.Р., Капитик М.В. та ін.* Ґрунтознавство. Лабораторний практикум. - К.: РВЦ НАУ, 2000. - 170 с.
10. *Фещенко В.П., Борисюк Б.В., Волинчук М.К., Клименко М.О.* Метрологія та методологія досліджень в радіоекології. - Житомир, 2004. - 160 с.
11. *Ведення сільськогосподарського виробництва на територіях, забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи, у віддалений період (Рекомендації) /* За ред. акад. УААН Б. С. Прістера. - К.: Атіка, 2007. - 196 с.
12. *Перепелятников Г.П., Омеляненко Н.П., Перепелятникова Л.В.* Некоторые вопросы технологии кормопроизводства в условиях радиоактивного загрязнения // Проблемы сельскохозяйственной радиологии: сб. науч. тр. / Под. ред. Н. А. Ложилова. - К., 1993. - С. 115 - 125.
13. <http://botanicka.narod.ru/Doglad/dobruva/zola.html>

**О. В. Косарчук, Н. М. Лазарев, С. В. Полищук**

*Украинский НИИ сельскохозяйственной радиологии  
Национального университета биоресурсов и природопользования Украины, Киев*

## **ВЛИЯНИЕ ПЕСКОВАНИЯ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ НА УМЕНЬШЕНИЕ ПОСТУПЛЕНИЯ $^{137}\text{Cs}$ В РАСТЕНИЯ**

Уникальность радиоэкологической ситуации в Украине обусловлена наличием значительных территорий с распространением торфяных почв, на которых наблюдаются аномально высокие коэффициенты накопления радиоактивного цезия растениями. Даже через 30 лет после аварии на ЧАЭС именно на торфяных почвах с уровнем радиоактивного загрязнения по  $^{137}\text{Cs}$  около 37 КБк/м<sup>2</sup> производится сельскохозяйственная продукция с превышением требований ДР-06. Разработанные и апробированные традиционные противорадиационные мероприятия не получили, при разных обстоятельствах, государственной поддержки на загрязненной радионуклидами территории. Поэтому нами предложены другие подходы по улучшению радиоэкологической ситуации на загрязненных радионуклидами торфяных почвах.

*Ключевые слова:*  $^{137}\text{Cs}$ , коэффициент накопления, радиоактивно загрязненные земли, сельскохозяйственные культуры.

O. V. Kosarchuk, M. M. Lazarev, S. V. Polishchuk

*Ukrainian Institute of Agricultural Radiology  
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv*

**PEAT SOILS SANDSING INFLUENCE  
TO  $^{137}\text{Cs}$  REDUCE IN PLANTS**

Uniqueness of radioecological situation in Ukraine is due to the presence of large areas of peat soils spread, which observed abnormally high rates of radioactive cesium plants. Even in 30 years after the Chernobyl accident on peat soils with levels of contamination by  $^{137}\text{Cs}$  about 37 kBk/m<sup>2</sup> agricultural products exceeding the requirements of AS-06. Developed and tested traditional antiradiation measures are not received due to circumstances, state support for the contaminated area. Therefore, we proposed different approaches to improve the radioecological situation on the contaminated peat soils.

*Keywords:*  $^{137}\text{Cs}$ , coefficient of accumulation, radioactively contaminated land, agricultural plants.

## REFERENCES

1. *Pronevych V.A.* Scientific basis of drained peatlands rehabilitation and radiological safety in Polesie agricultural eco-systems: Abstract of Thesis. of Dr. Agricultural Science. - Kyiv, 2015. - 40 p. (Ukr)
2. *Aleksakhin R.M., Fesenko S.V., Sanzharova N.I. et al.* The concept of radioactively contaminated agricultural lands rehabilitation in remote period after the Chernobyl disaster (2006 - 2015). - Obninsk: All-Russian Research Institute of Radiology and Agroecology, 2005. - 20 p. (Rus)
3. *Zajdel'man F.R., Shvarov A.P.* Pyrogenic and hydrothermal degradation of peat soils, their agroecology, farming sand cultures, recultivation. - Moskva: Izd-vo Moskov. un-ta, 2002. - 167 p. (Rus)
4. *Turnas P.A.* Agricultural development of marshes and wetlands. - Moskva: Kolos, 1966. (Rus)
5. *Methodical manual on the scientific research in the field of Agricultural Radiology organizing.* - Kyiv: Ukrainian Institute of Agricultural Radiology National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 1992. - 136 p. (Ukr)
6. *Guide for the radiological services of the Ministry of Agriculture of Ukraine.* - Kyiv, 1997. - 176 p. (Ukr)
7. *Khomutinin Yu.V., Kashparov V.O., Zhebrows'ka K.I.* Selection optimization and samples measure during the radioecological monitoring. - Kyiv, 2002. - 160 p. (Ukr)
8. *Practicum on agrology / Ed. I. S. Kauricheva.* - Moskva: Kolos, 1973. - 279 p. (Rus)
9. *Gnatenko O.F., Petrenko L.R., Kapshytk M.V. et al.* Agrology. Laboratory practicum. - Kyiv: National Agrarian University Publishing center, 2000. - 170 p. (Ukr)
10. *Feshchenko V.P., Borysyuk B.V., Volynchuk M.K., Klymenko M.O.* Research Metrology and Methodology in Radiology. - Zhytomyr, 2004. - 160 p. (Ukr)
11. *Agricultural production in the areas contaminated by the Chernobyl disaster in the remote period (Recommendations) / Ed. B. S. Prister.* - Kyiv: Atika, 2007. - 196 p. (Ukr)
12. *Perepelyatnikov G.P., Omel'yanenko N.P., Perepelyatnikova L.V.* Some questions of forage production technologies in conditions of radioactive contamination // Problems of Agricultural Radiology: scientific papers / Ed. N. A. Loshchilov. - Kyiv, 1993. - P. 115 - 125. (Rus)
13. <http://botanicka.narod.ru/Doglad/dobruva/zola.html>

Надійшла 25.03.2015

Received 25.03.2015