

М. Д. Кучма, Г. М. Якименко

*Інститут агроекології і природокористування Національної академії аграрних наук України, Київ***ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ПЕРЕХОДУ  $^{137}\text{Cs}$  В ОВОЧЕВІ КУЛЬТУРИ З ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТИХ ҐРУНТІВ**

Досліджено агрохімічні показники дерново-підзолистих ґрунтів Вишгородського району Київської області. Визначено основні види овочевих культур, що вирощуються на присадибних ділянках. Оцінено надходження  $^{137}\text{Cs}$  із ґрунту в товарну частину овочевої продукції за допомогою коефіцієнтів переходу  $^{137}\text{Cs}$ . Установлено, що коефіцієнти переходу  $^{137}\text{Cs}$  із ґрунту в листя кропу знаходяться в межах 0,41 - 0,72, у плоди огірків – 0,04 - 0,07 та у коренеплоди моркви 0,07–0,12. Визначено, що за вмістом  $^{137}\text{Cs}$  овочева продукція відповідає вимогам державних санітарних нормативів.

*Ключові слова:* радіонукліди, овочева продукція, присадибні ділянки, ґрунт, коефіцієнт переходу,  $^{137}\text{Cs}$ .

Аварія на ЧАЕС зумовила значне погіршення екологічної ситуації в Україні, завдавши найбільшої шкоди її північному регіону: Київській та Житомирській областям. Одним із найважчих наслідків Чорнобильської катастрофи є радіоактивне забруднення сільськогосподарських земель, що визначає небезпеку потрапляння техногенних радіонуклідів в організм людини [1, 2].

У зв'язку з ліквідацією великих сільськогосподарських підприємств на Київщині основний обсяг виробництва агропромислової продукції перемістився в особисті господарства селян. За сучасних умов понад 90 % картоплі, 75 % овочів і 60 % молока виробляється у приватних господарствах та споживається безпосередньо місцевим населенням; залишки овочевої продукції реалізуються на ринках Київської міської агломерації [3].

Величини ґрунтового надходження радіонуклідів у врожай рослин характеризуються коефіцієнтом переходу. Основними факторами впливу на надходження  $^{137}\text{Cs}$  до рослин кореневим шляхом є щільність забруднення ґрунту (прямо пропорційно), тип ґрунту (до 130 разів) та його агрохімічні властивості (до 6 разів), біологічні особливості рослин (до 50 разів для овочевих культур) та їхні сортові розходження (до 10 разів) тощо [4].

За даними вітчизняних учених середні значення коефіцієнтів переходу (КП)  $^{137}\text{Cs}$  у врожай агрокультур з дерново-підзолистих піщаних і супіщаних ґрунтів, характерних для переважної частини території Київської області, у 1987 – 1997 рр. становили 0,10 - 0,15 (Бк/кг маси врожаю)/(кБк/м<sup>2</sup> ґрунту) для зелені столової, 0,01 - 0,05 для огірків та 0,05 - 0,10 для моркви [4, 5]. За інформацією інших українських дослідників [6] КП мають такі значення: для зелені столової 0,21, для огірків 0,42 та для моркви 0,18

(Бк/кг маси врожаю)/(кБк/м<sup>2</sup> ґрунту). Згідно з дослідженнями МАГАТЕ [7], КП  $^{137}\text{Cs}$  у врожай агрокультур для піщаних ґрунтів становлять 0,12 (Бк/кг маси врожаю)/(кБк/м<sup>2</sup> ґрунту) для листя, у тому числі й «зелених» культур, 0,04 для плодів, до яких належать огірки, та 0,06 для коренеплодів (моркви, буряків тощо).

Метою наших досліджень було оцінювання надходження  $^{137}\text{Cs}$  з дерново-підзолистих супіщаних ґрунтів до агрокультур, вирощених на присадибних ділянках Київщини.

**Матеріал та методика досліджень**

Дослідження проводились на основі даних про забруднення  $^{137}\text{Cs}$  ґрунту та основних видів овочевої продукції, виробленої у приватних господарствах Вишгородського району Київської області. Дослідження відбувались у чотири етапи:

1) визначення агрохімічних характеристик проводили за загальноприйнятими методиками: кислотність (рН) ґрунту – за ДСТУ ISO 10390-2007 [8]; загальний вміст гумусу – методом Тюріна; вміст азоту гідролізованого – за Корнфільдом; вміст фосфору та калію – за Чириковим, та щільності забруднення ґрунту  $^{137}\text{Cs}$  – за СОУ 74.14-37-424:2006 [9];

2) моніторингові дослідження найбільш розповсюджених видів овочевих культур, що вирощуються у приватних господарствах, за допомогою анкетування населення;

3) визначення питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у овочевій продукції за СОУ 74.3-37-351:2005 [10];

4) розрахунок КП  $^{137}\text{Cs}$  до товарної частини овочевої продукції за методикою [6].

Питому активність  $^{137}\text{Cs}$  у пробах визначали на гамма-спектрометрах СЕГ-002 із германієвим детектором GEM 25P4 та АМА-02Ф2 із германієво-літійовим детектором ДГДК-125В-3. Залежно від активності проби час вимірювання становив 3600 - 12000 с.

## Результати досліджень та їхнє обговорення

Упродовж 2010 - 2012 рр. на території двох населених пунктів Вишгородського району Київської області були проведені дослідження щодо надходження <sup>137</sup>Cs із ґрунту до овочевої продукції. Кількість зразків, відібраних у приватних господарствах цих населених пунктів, наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Загальна кількість зразків за період дослідження

Населений пункт	Ґрунт	Овочеві культури		
		кріп	огірки	морква
с. Лютіж	12	16	18	18
с. Лебедівка	12	14	16	22

Обсяг радіонуклідів, що можуть мігрувати через ланцюжок «ґрунт - рослина» і ланку великого міграційного ланцюга «ґрунт - рослина - тварина - людина», значною мірою визначається властивостями ґрунту, які обумовлюють перехід радіо-

нуклідів з ґрунту в рослини. До них належать мінералогічний і гранулометричний склад ґрунту, органічна складова, хімічний склад, кислотність і вологість ґрунту, елементи живлення, наявність конкуруючих елементів тощо [6, 11, 12].

Зональними ґрунтами Полісся (близько 66 % від його загальної території) є дерново-підзолисті, що мають легкий гранулометричний склад: це піщані, глинисто-піщані та супіщані ґрунти з кількістю мулуватих часточок 2 %, 2 - 5, 5 - 15 % відповідно. Від гранулометричного складу ґрунтів залежать їхні фізичні властивості. Щільність складення орного шару дерново-підзолистих ґрунтів вища за оптимальну і становить від 1,40 до 1,55 г/см<sup>3</sup>. Такі ґрунти мають низьку вологоємність, підвищену водопроникність і дуже низьку гігроскопічність [2, 13].

На території дослідних приватних господарств вирощування овочевої продукції проводилось на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах. Результати агрохімічних аналізів зразків ґрунту з орного шару (0 - 30 см) наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Агрохімічна характеристика ґрунтів

Населений пункт	pH ґрунтового комплексу	N <sub>гідроліз.</sub> , мг/кг	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	K <sub>2</sub> O, мг/кг	Гумус, %
с. Лютіж	5,76 - 5,81	101,1 - 112,4	311,3 - 426,2	118,2 - 124,4	1,66 - 1,83
с. Лебедівка	5,56 - 5,67	92,0 - 98,6	266,5 - 331,2	100,2 - 112,6	1,46 - 1,68

Реакція ґрунтового розчину слабокисла (5,56 - 5,81). Такі значення pH оптимальні для вирощування моркви, гарбузів, салату, селери тощо [2]. Азот, калій і фосфор є основними елементами живлення рослин, кількість яких у ґрунті значною мірою впливає на врожай сільськогосподарських культур. Вміст легкогідролізованого азоту в ґрунті дослідних господарств знаходився в межах 92,0 - 112,4 мг/кг: дуже низьку та низьку забезпеченість азотом встановлено у 100 % відібраних зразків. Це є характерною особливістю дерново-підзолистих ґрунтів, адже вміст азоту залежить від запасу гумусу [14]. Згідно з літературними даними, вміст гумусу в дерново-підзолистих ґрунтах дуже низький (0,4 - 1,8 %) [13, 15]. На дослідних ділянках за умови неконтрольованого внесення гною та компосту вміст гумусу в ґрунті знаходився в межах 1,46 - 1,83 %, тобто сягає верхньої межі показника для даного типу ґрунтів.

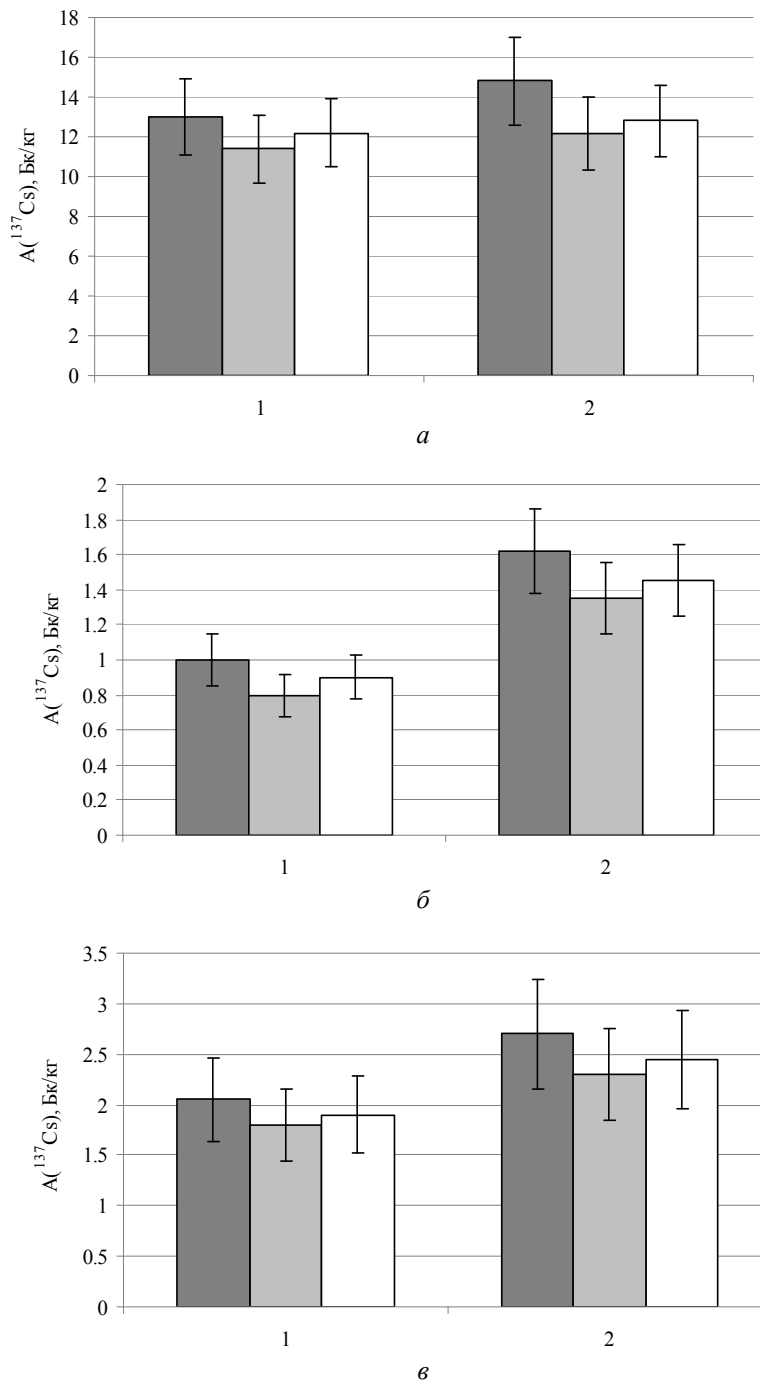
Одержані результати досліджень щодо рухомого фосфору у ґрунтах (266,5 - 426,2 мг/кг) свідчать про його дуже високий вміст, що притаманно лише 13 % площі орних земель Київщини [13, 15]. Разом із тим результати дослідження щодо рухомих форм калію показали, що вміст його в дерново-підзолистих ґрунтах дослідного регіону є високим та дуже високим – 100,2 - 124,4 мг/кг. По-

дібний вміст рухомого калію відзначено лише на 10,8 % площі орних земель Полісся, тобто його високий вміст у ґрунті дослідних ділянок є нехарактерним для переважної частини цієї зони [15]. Високі показники вмісту рухомих фосфатів та обмінного калію, швидше за все, пояснюються багаторічним внесенням деревної золи і попелу.

Щільність забруднення ґрунту <sup>137</sup>Cs становила в с. Лютіж 20 ± 7 кБк/м<sup>2</sup> протягом періоду спостережень, у с. Лебедівці – 27 ± 9 кБк/м<sup>2</sup>.

За допомогою анкетування власників присадибних ділянок на території дослідження встановлено, що основними видами овочів власного виробництва є петрушка, кріп, огірки, картопля, томати, морква, буряки. Нами проведено визначення питомої активності <sup>137</sup>Cs у всіх видах товарної овочевої продукції: у листі кропу, плодах огірків та коренеплодах моркви (рисунок). Значення КП наводяться для повітряно-сухої маси рослин.

За вмістом <sup>137</sup>Cs (до 40 Бк/кг) досліджена продукція відповідає вимогам ДР-2006 [16]. У зразках огірків с. Лебедівка спостерігається більший вміст радіонукліда на 20 - 30 %, ніж у плодах, вирощених на присадибних ділянках с. Лютіж. Вміст поживних речовин менший у ґрунті с. Лебедівка, що впливає і на надходження <sup>137</sup>Cs у овочеву продукцію.



Середня питома активність ( $A$ )  $^{137}\text{Cs}$  в овочевій продукції: *a* – кріп; *б* – огірки; *в* – морква; 1 – с. Лютіж; 2 – с. Лебедівка; ■ – 2010 р.; ■ – 2011 р.; □ – 2012 р.

**Таблиця 3. Середні КП  $^{137}\text{Cs}$  з ґрунту в овочеву продукцію (Бк/кг повітряно-сухої маси врожаю)/(кБк/м<sup>2</sup> ґрунту) за роками досліджень**

Культура	2010 р.		2011 р.		2012 р.	
	с. Лютіж	с. Лебедівка	с. Лютіж	с. Лебедівка	с. Лютіж	с. Лебедівка
Кріп	0,56 - 0,72	0,51 - 0,59	0,48 - 0,58	0,41 - 0,49	0,58 - 0,65	0,42 - 0,51
Огірки	0,04 - 0,06	0,05 - 0,07	0,04 - 0,05	0,05 - 0,06	0,04 - 0,06	0,05 - 0,07
Морква	0,09 - 0,12	0,09 - 0,12	0,08 - 0,10	0,07 - 0,09	0,09 - 0,12	0,08 - 0,11

Листя кропу має питому активність  $^{137}\text{Cs}$  у 4 - 6 разів більшу, ніж коренеплоди моркви, та в 11 - 13 разів вищу за аналогічний показник у

плодах огірків. Через велику кількість опадів урожайність коренеплодів у 2011 р. була вища на 20 - 30 % за попередні роки. Як наслідок, рівень

забруднення моркви був нижчим, ніж у 2010 р. Така ж тенденція зберігається і при забрудненні  $^{137}\text{Cs}$  кропу та огірків.

За результатами досліджень радіаційного забруднення овочевої продукції і ґрунту нами були проведені розрахунки КП  $^{137}\text{Cs}$  у врожай овочів (табл. 3).

Отримані дані свідчать про низьку здатність до накопичення  $^{137}\text{Cs}$  огірками та високі накопичувальні властивості листя кропу. Результати розрахунків збігаються з національними та міжнародними даними щодо КП  $^{137}\text{Cs}$  у врожай огірків та моркви. Проте КП для кропу втричі вищі за дані українських дослідників [5, 6] та чвертою перевищують середньосвітові показники [7]. Швидше за все, такі розбіжності пояснюються

тим, що в літературних джерелах не вказуються, які саме види «столової зелені» були досліджені: кріп, петрушка, селера тощо.

### Висновки

За вмістом  $^{137}\text{Cs}$  овочева продукція, вирощена на присадибних ділянках населення Київської області, відповідає вимогам ДР-2006. Вміст рухомих форм фосфору і калію в дослідних дерново-підзолистих ґрунтах вищий за типові значення через внесення деревної золи та попелу. Середні значення КП  $^{137}\text{Cs}$  із дерново-підзолистого ґрунту в товарну частину овочевої продукції є типовими для моркви та огірків та утричі вищі для кропу.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. 25 років Чорнобильської катастрофи: Безпека майбутнього / Національна доповідь України - К.: КІМ, 2011. - 356 с.
2. Надточій П.П., Малиновський А.С., Можар А.О. та ін. Досвід подолання наслідків Чорнобильської катастрофи (сільське та лісове господарство) / - К.: Світ, 2003. - 372 с.
3. Якименко Г.М., Паньковська Г.П., Кучма В.М., Чоботько Г.М. Основні джерела надходження радіонуклідів у рослинницьку продукцію приватних господарств зони посиленого радіоекологічного контролю Київської області // Тези доп. XIX щорічн. наук. конф. Ін-ту ядерних дослід. - К.: Ін-т ядерних дослід., 2012. - С. 169 - 170.
4. Перепелятников Г.П. Радіоекологічне обґрунтування раціонального ведення рослинництва при забрудненні території радіоактивними викидами після ядерних і радіаційних інцидентів: Автореф. дис. ... д-ра біол. наук: 03.00.01 / КНУ ім. Тараса Шевченка. - К., 2012. - 44 с.
5. Перепелятников Г.П. Основи загальної радіоекології: Монографія. - К.: Атіка, 2012. - 440 с.
6. Методика комплексного радіаційного обстеження забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи територій (за винятком території зони відчуження). - К.: Атіка-Н, 2007. - 60 с.
7. Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in terrestrial and freshwater environments. Technical reports series No. 472. - Vienna: IAEA, 2010. - 194 p. - [http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/trs472\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/trs472_web.pdf)
8. Якість ґрунту. Визначення рН. - ДСТУ ISO 10390-2007: (ISO 10390:2005, IDT) . - [Чинний від 2009-10-01]. - К.: Держспоживстандарт, 2009. - 12 с.
9. Якість ґрунту. Визначення щільності забруднення території сільськогосподарських угідь радіонуклідами техногенного походження. - СОУ 74.14-37-424:2006. - [Чинний від 2007-04-01]. - К.: Мінагрополітики України, 2006. - 12 с. (стандарт Мінагрополітики України).
10. Продукція рослинництва. Визначення вмісту радіонуклідів стронцію  $^{90}\text{Sr}$  та цезію  $^{137}\text{Cs}$  методом спектрометричного аналізу. - СОУ 74.3-37-351:2005. - [Чинний від 2006-06-01]. - К.: Мінагрополітики України, 2005. - 27 с. (стандарт Мінагрополітики України).
11. Fesenko S.V., Sanzharova N.I., Spiridonov S.I., Alexakhin R.M. Dynamics of  $^{137}\text{Cs}$  Bioavailability in a Soil-Plant System in Areas of the Chernobyl Nuclear Power Plant Accident Zone with a Different Physicochemical Composition of Radioactive Fallout // J. Environmental Radioactivity. - 1996. - Vol. 34 - No. 3. - P. 287 - 313.
12. Ведення сільськогосподарського виробництва на територіях, забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи, у віддалений період: Методичні рекомендації. - К.: Атіка-Н, 2007. - 196 с.
13. Петренко Л.Р., Капштик М.В., Вітвицький С.В., Богданович Р.П. Практикум з ґрунтознавства. - К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2011. - 380 с.
14. Сірий А.І., Козлов М.В., Ракоїд О.О. Оцінка та паспортизація сільськогосподарських земель з використанням агроекологічного методу // Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель. - 2002. - С. 114 - 118.
15. Ракоїд О.О. Динаміка поживних речовин у ґрунтах Київщини // Міжвід. наук. зб. «Землеробство». - 2004. - Вип. 76. - С. 23 - 27.
16. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  у продуктах харчування та питній воді. Державні гігієнічні нормативи. - ГН 6.6.1.1-130-2006. - [Чинні від 2006-05-03]. - К.: МОЗ, 2006. - 13 с.

**Н. Д. Кучма, А. Н. Якименко**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПЕРЕХОДА  $^{137}\text{Cs}$  В ОВОЩНЫЕ КУЛЬТУРЫ  
ИЗ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ СУПЕЩАНЫХ ПОЧВ**

Исследованы агрохимические показатели дерново-подзолистых супещаных почв Вышгородского района Киевской области. Определены основные виды овощных культур, выращиваемых на приусадебных участках. Оценено поступление  $^{137}\text{Cs}$  из почвы в товарную часть овощной продукции с помощью коэффициентов перехода  $^{137}\text{Cs}$ . Установлено, что коэффициенты перехода  $^{137}\text{Cs}$  из почвы в листья укропа находятся в пределах 0,41 - 0,72, в плоды огурцов – 0,04 - 0,07 и в корнеплоды моркови – 0,07 - 0,12. Определено, что по содержанию  $^{137}\text{Cs}$  овощная продукция соответствует требованиям государственных санитарных нормативов.

*Ключевые слова:* радионуклиды, овощная продукция, приусадебные участки, почва, коэффициент перехода,  $^{137}\text{Cs}$ .

**N. D. Kuchma, A. N. Iakymenko**

**DETERMINATION OF TRANSFER FACTORS FOR  $^{137}\text{Cs}$   
FROM SOD-PODZOLIC SAND SOIL TO VEGETABLES**

Agrochemical parameters of sod-podzolic sand soils Vyshgorodskiy district of Kyiv region have been investigated. The main species of vegetables cultivated at homestead lands have been determined. Intake of  $^{137}\text{Cs}$  from soil to goods part of vegetable production using the transfer factors of  $^{137}\text{Cs}$  has been assessed. Transfer factors of  $^{137}\text{Cs}$  from soil to leaves of dill have been accurated 0,41 - 0,72, to fruit of cucumber – 0,04 - 0,07 and to root of carrot 0,07 - 0,12. Content of  $^{137}\text{Cs}$  on vegetable products meet the requirements state sanitary regulations.

*Keywords:* radionuclide, vegetables, homestead lands, soil, transfer factor,  $^{137}\text{Cs}$ .

Надійшла 01.02.2013

Received 01.02.2013