

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ОТРИМАННЯ РАДІОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ ОВОЧІВНИЦТВА В УМОВАХ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ

І.К. Швиденко¹, Г.П. Паньковська², Г.М. Якименко³, Л.А. Райчук¹

¹ Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)

e-mail: favor09@ukr.net; ORCID: 0000-0002-6135-8968

e-mail: edelvicwe@ukr.net; ORCID: 0000-0002-6135-8968

² Національний природний парк «Північне Поділля»

(с. Підгірці, Бродівський р-н, Львівська обл., Україна)

e-mail: ptashka0@ukr.net; ORCID: 0000-0001-6620-7408

³ НЕК «Укренерго» (м. Київ, Україна)

e-mail: iakymenko_ann@ukr.net; ORCID: 0000-0002-2137-1025

Зважаючи на нагальну необхідність реабілітації радіоактивно забруднених внаслідок аварії на ЧАЕС сільськогосподарських земель Українського Полісся і максимального відновлення на цій території повноцінного аграрного виробництва, питання відродження овочівництва як однієї з найбільш радіоекологічно проблемних у регіоні заслуговує на особливу увагу. Метою досліджень було з'ясувати вплив ґрунту, удобрення, поливу, видових і сортових особливостей овочевих культур на накопичення ними ¹³⁷Cs у віддалений період після аварії на ЧАЕС. Дослідження проводили в II, III та колишній IV зонах радіаційного забруднення на території Чернігівської, Київської та Житомирської обл. Ґрунтовий покрив території дослідження представлений дерново-підзолистими супіщаними та торфво-болотними ґрунтами. Досліджували найпоширеніші та районовані у регіоні види та сорти овочевих культур, перелік яких визначали шляхом анкетного опитування. Проаналізовано особливості накопичення ¹³⁷Cs в овочевій продукції залежно від виду, сорту, ґрунту, удобрення і поливу та визначено відповідні допустимі рівні забруднення ґрунту радіонуклідом. Найбільші обмеження при вирощуванні овочів на радіоактивно забруднених територіях встановлено для зеленої продукції, а також при вирощуванні на торфво-болотних ґрунтах. Підтверджено, що найбільше зниження надходження ¹³⁷Cs в овочеві культури досягається при поливі рослин із підземних джерел. Отримані результати досліджень дають змогу розрахувати допустимі рівні забруднення ґрунту ¹³⁷Cs для вирощування різних районованих сортів овочевих рослин за різних варіантів удобрення та в умовах поливу для певного типу ґрунту. Сформульовано пропозиції щодо вирощування овочів на радіоактивно забруднених ґрунтах з урахуванням сортових особливостей культури, удобрення і поливу.

Ключові слова: овочеві культури, ¹³⁷Cs, сорти, удобрення, полив, допустимі рівні забруднення ґрунту.

ВСТУП

Впродовж останніх десятиріч радіоекологічна ситуація у населених пунктах забруднених радіонуклідами територій Українського Полісся ускладнилася внаслідок погіршення економічної ситуації. Великі сільськогосподарські підприємства, де раніше проводився повний комплекс агротехнічних контрзаходів, переважно припинили своє існування, і основний

обсяг виробництва сільськогосподарської продукції припадає на присадибні ділянки [1]. Внаслідок розпаювання земель населення отримало у використання бідні дерново-підзолисті і торфові ґрунти. Крім того, повне припинення проведення контрзаходів призвело до зниження рівня родючості землі і, як наслідок, — до підвищення інтенсивності надходження радіонуклідів у рослини [2]. Сучасні тенденції формування радіоекологічної ситуації на території Українського Полісся мають різноспрямовані вектори як з позитивними, так і з

негативними аспектами. Було виявлено перевищення вмісту радіонуклідів, зокрема ^{137}Cs , в овочевій продукції, чого раніше не простежувалось [3; 4]. Зважаючи на нагальну необхідність реабілітації постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС земель Українського Полісся і максимального відновлення на цій території ведення сільського господарства, питання відродження і можливої реорганізації овочівництва у регіоні заслуговує на особливу увагу. Окрім того, до переліку основних екологічних особливостей, які повинні бути враховані при вирощуванні овочевої продукції на радіоактивно забруднених територіях, входять, в першу чергу, вид і сорт овочевої продукції та тип ґрунту [4]. Тому метою досліджень було з'ясувати вплив ґрунту, удобрення, поливу, видових і сортових особливостей овочевих культур на накопичення ними ^{137}Cs у віддалений період після аварії на ЧАЕС.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Овочі займають важливе місце у раціоні жителів Полісся, після молочної і лісової продукції [5]. На присадибних ділянках з низькою щільністю забруднення вирощується овочева продукція з перевищенням допустимих рівнів (ДР-2006) вмісту в ній радіонуклідів [2]. Тому вивчення питання щодо отримання радіологічно безпечної продукції овочівництва в забруднених регіонах є доволі актуальним. Однак дослідження особливостей та закономірностей забруднення радіонуклідами овочевих культур у віддалений період ліквідації наслідків Чорнобильської аварії було несистематизованим. Скажімо, недостатньо вивчене накопичення ^{137}Cs овочевими культурами на торфово-болотних ґрунтах та за умов поливу [6–8], не зважаючи на те, що за умови значної зміни кліматичних умов питання поливу овочевих культур на Поліссі постає доволі гостро. Окрім того, нині виведено багато нових сортів та гібридів овочевих культур, властивість до накопичення радіонуклідів яких досі вивчена не достатньо [9]. І це попри те, що

відмінності у накопичені ^{137}Cs сільськогосподарськими культурами значною мірою визначаються саме видовими та сортовими особливостями [10]. Це пов'язано з неоднаковою тривалістю вегетаційного періоду, характером розподілу кореневої системи, відмінністю в продуктивності та іншими чинниками. До того ж, унаслідок забруднення радіонуклідами гною великої рогатої худоби та ризику повторного забруднення ґрунту особливої актуальності набуває питання використання альтернативних джерел органічного удобрення, наприклад свинячого перегною.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили на території II (безумовного (обов'язкового) відселення), III (гарантованого добровільного відселення) та колишньої IV (посиленого радіоекологічного контролю) зон радіаційного забруднення, а саме дослідних ділянок, розміщених у приватному секторі с. Тужар Козелецького р-ну Чернігівської обл., с. Стара Марківка Поліського р-ну, сіл Глібівка, Хотянівка, Лебедівка, Лютіж, Нові Петрівці і Старі Петрівці Вишгородського р-у Київської обл. та у дослідному господарстві «Грозинське» с. Грозине Коростенського р-ну Житомирської обл. Ґрунтовий покрив території дослідження представлений найбільш поширеними на території Українського Полісся ґрунтами — дерново-підзолистими супіщаними та торфво-болотними. Поверхневими джерелами водопостачання досліджуваної території є ріка Дніпро з притоками та каскадом водосховищ, підземними — колодязі (ґрунтові води) й свердловини (Полтавський (15–50 м) та Бучацький (50–105 м) водоносний горизонти). Досліджували найпоширеніші та районовані у регіоні види та сорти овочевих культур, перелік яких визначали способом анкетного опитування: огірок; кабачок; гарбуз; патисон; буряк столовий; морква столова; капуста червоноголова; капуста савойська; капуста білоголова, картопля різних груп стиглості, петрушка. Овочеві культури вирощували за традиційними

для досліджуваного регіону технологіями. Відбір ґрунтових та рослинних зразків проводили у фазі технічної стиглості овочів та у фазі цвітіння (для картоплі) згідно з «Методикою комплексного радіаційного обстеження забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи територій (за винятком території Зони відчуження)» [11] та стандартних вимог, наведених у методиці дослідної справи в овочівництві і баштанництві [12]. Визначення питомої активності ^{137}Cs у ґрунті та рослинних зразках проводили за ДСТУ 3743-98. Щільність забруднення території визначали згідно з ДСТУ ISO 10703:2001. З метою вивчення впливу підвищених доз мінеральних добрив та перегною на величину коефіцієнта переходу (КП) ^{137}Cs з ґрунту в бульби картоплі застосовували комплекс мінеральних добрив: аміачну селітру (34% N, ГОСТ 2-85), суперфосфат гранульований (19% P_2O_5 , ГОСТ 5956-78), сульфат калію (50% K_2SO_4 , ГОСТ 4145-74) та перегній, виготовлений зі свинячого гною, що пройшов стадію дозрівання впродовж 1–2 років.

Допустимі рівні забруднення ґрунту (ДРЗГ) ^{137}Cs розраховано за формулою [2]:

$$\text{ДРЗГ} = \frac{\text{ДР} - 200\sigma}{\text{КП}} E,$$

де КП – коефіцієнт переходу радіонуклідів з ґрунту в рослини, (Бк/кг)/(кБк/м²), ($\sigma = \pm 25\%$); E – ефективність заходів, разів, ДР-2006 для кожного виду рослин і продукції, Бк/кг.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Особливості вирощування овочів різних сортів на дерново-підзолистому та торфовому ґрунтах. Вивчення стану реалізації контрзаходів у господарствах, а також аналіз офіційних матеріалів показали, що в останні роки, у зв'язку зі складними економічними умовами у країні, необхідні протирадіаційні агротехнічні та агрохімічні заходи майже не проводили. Тому нині оптимальними є організаційні захисні заходи, що не потребують додаткових капіталовкладень, зокрема підбір видів та

сортів овочевих культур на певних типах ґрунтів [1].

З метою отримання товарної продукції з питомою активністю ^{137}Cs нижче нормативів ДР-2006 було проведено дослідження стосовно впливу типу ґрунту, видових і сортових особливостей овочевих культур на накопичення ними радіонукліду [4], на основі чого розраховано допустиму щільність забруднення ґрунту з використанням значень КП ^{137}Cs для різних видів та сортів овочевих культур на двох переважаючих типах ґрунту на території Українського Полісся (табл. 1).

При вирощуванні овочевої продукції у віддалений період після аварії на ЧАЕС обмеження щодо щільності забруднення ґрунту ^{137}Cs на торфово-болотному ґрунті жорсткіші у 1,1–1,2 рази, ніж на дерново-підзолистому, оскільки на торфово-болотному ґрунті значення КП ^{137}Cs в овочеві культури в 1,2–1,4 рази вищі, ніж на дерново-підзолистому. Найжорсткіші обмеження за рівнем забруднення радіонуклідом ґрунту простежуються для різних сортів капусти і зменшуються до баштанних культур у 3–4 рази. Низхідний ряд КП в овочеві культури: капуста > буряк столовий > морква столова > кабачок > патисон > огірок > гарбуз. Відмінності КП ^{137}Cs між крайніми членами цього ряду на дерново-підзолистому ґрунті 5-кратні, на торфово-болотному ґрунті – 4-кратні [4]. Слід відмітити, що у колишній IV зоні є істотні обмеження на щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs при вирощуванні різних сортів капусти, моркви і буряка столового. Допустима щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs для сортів капусти Червоноголова Фуего F1 і савойська Отава становить 100–125 кБк/м², а для сортів білоголових і різних сортів буряка столового становить 130–160 кБк/м². Також тут потребують особливого контролю сорти моркви Шантане Сквирська та Квітневська, що вирощуються на торфово-болотному ґрунті. Всі сорти моркви, що вирощуються на дерново-підзолистому ґрунті, і сорт Сквирянка F1 на торфово-болотному ґрунті мають обмеження 170–210 кБк/м² на щільність

Таблиця 1. Допустимі щільності забруднення двох типів ґрунту ^{137}Cs при вирощуванні овочевої продукції на присадибних ділянках у віддалений період після радіоактивних випадів ($\sigma = \pm 25\%$)

Овочева культура, сорт	Допустима щільність забруднення ґрунту, кБк/м ²	
	торфово-болотний	дерново-підзолистий
<i>Капуста</i>		
Червоноголова Фуюго F1	100	110
Савойська Отава	120	125
Білоголова Українська осінь	130	160
Білоголова Ярославна	140	150
<i>Буряк столовий</i>		
Делікатесний	130	140
Зміна	140	150
Ліко	140	160
<i>Морква столова</i>		
Шантане Сквирська	150	170
Квітневська	155	175
Сквирянка F1	175	210
<i>Баштанні культури</i>		
Кабачок Грибовський 37	285	310
Патисон Шанс	335	400
Огірок Ера	360	360
Гарбуз Український багатоплідний	445	445

забруднення ґрунту ^{137}Cs у III зоні. Гарбузові культури можна вирощувати без обмежень щодо щільності забруднення ґрунту у колишній IV зоні. У III зоні необхідно дотримуватися рекомендованих рівнів забруднення території, оскільки варіювання допустимих щільностей забруднення ґрунту ^{137}Cs в межах цієї групи овочевих культур становить до 1,5 раза [4].

Отримання продукції овочівництва за умови поливу. В умовах поливу водою з поверхневих і підземних джерел простежується тенденція до зменшення КП ^{137}Cs на 5–15%. При поливі як підземною, так і поверхневою водою питома активність різних радіонуклідів зменшується за різними схемами [13–14]. Питома активність ^{137}Cs у рослинах зменшується у такій послідовності варіантів поливу: без поливу → за поливу поверхневою водою → за поливу підземною водою. Така тенденція до змен-

шення питомої активності радіонуклідів при зрошенні пояснюється як зменшенням питомої активності радіонукліду за вирощування рослин в умовах необхідної вологозабезпеченості завдяки збільшенню врожайності, так і нижчою питомою активністю ^{137}Cs у воді з артезіанських свердловин і її підвищеною (порівняно із поверхневою) мінералізацією, що сприяє зниженню надходження техногенних радіонуклідів завдяки збільшенню кількості іонів, які конкурують у процесах сорбції [2; 6]. Результати досліджень [6] свідчать про низьку здатність до накопичення ^{137}Cs огірками і, навпаки, високу спроможність до його накопичення листовими овочами, незважаючи на умови вологозабезпеченості. Загалом за вирощування овочевих культур на одному типі ґрунту на накопичення ними ^{137}Cs впливає, переважно, вид сільськогосподарської культури (близько

99,12%), а поливна вода (умови вологозабезпечення) — лише на 0,28%.

Розраховані на основі отриманих даних допустимі рівні забрудненості ґрунту ^{137}Cs для вирощування петрушки, моркви та огірків на дерново-підзолистих ґрунтах за різних варіантів вологозабезпечення (табл. 2) дають змогу констатувати, що огірки за умов поливу можна вирощувати за рівня поверхневого забруднення, притаманного II та III зонам радіоактивного забруднення, моркву — лише III зоні залежно від джерела поливної води. Стосовно петрушки, то її вирощування на дерново-підзолистому ґрунті в умовах радіоактивного забруднення не рекомендоване. Винятком може бути вирощування за умови оптимальних доз органічних та мінеральних добрив з підвищеною дозою калію, а також вапнуванням ґрунту.

Вирощування сортів картоплі різних груп стиглості із застосуванням різних типів удобрення. Результати досліджень показали, що сорти картоплі за зменшенням значень КП ^{137}Cs із ґрунту розташовуються у такій послідовності: ранній сорт Бородянська рожева > середньоранній Світанок київський > середньостиглий Билина > середньопізній Тетерів. При цьому бульби ранніх сортів здатні інтенсивніше накопичувати ^{137}Cs , ніж середньостиглих та середньопізніх. Це пояснюється тим, що сорти ранньої групи стиглості, порівняно з пізніми, крім загальної значної потреби картоплі швидко поглинати поживні речовини з ґрунту для розвитку та приросту

маси бульб, інтенсивно накопичують ^{137}Cs , який є аналогом калію.

Результати досліджень впливу добрив на інтенсивність переходу радіонуклідів у рослини картоплі сортів різної стиглості [15] показали, що внесення лише мінеральних добрив найефективніше для середньостиглого сорту Билина — зменшення КП ^{137}Cs в бульбу в 1,5 раза. В середньому, для всіх сортів картоплі ефективність застосування мінеральних добрив становила 1,4 раза. При сумісному застосуванні мінерального та органічного (свинячий перегній) добрив КП ^{137}Cs в кінцеву продукцію зменшується в середньому в 2,3 раза залежно від сорту. Більша, майже у 1,5 раза, ефективність внесення комплексу мінеральних добрив і перегною, порівняно з внесенням тільки $\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{140}$, пояснюється позитивним впливом перегною на поживний розчин ґрунту.

Отримані результати досліджень дають змогу розрахувати допустимі рівні забруднення ґрунту ^{137}Cs для вирощування радіаційно безпечної картоплі, а також рекомендувати певний вид удобрення і сорт за існуючого рівня забруднення території (табл. 3).

Проведені нами розрахунки показали, що у віддалений період після аварії на ЧАЕС обмеження на вирощування картоплі існують для рівня поверхневого забруднення II зони без застосування добрив. Для III зони радіоактивного забруднення вирощувати картоплю можна без внесення добрив лише на сільськогосподарських

Таблиця 2. Допустимі рівні забрудненості ґрунту ^{137}Cs для вирощування петрушки, моркви та огірків на дерново-підзолистих ґрунтах за різних варіантів вологозабезпечення, $\text{кБк}/\text{м}^2$ ($\sigma = \pm 25\%$)

Товарна частина рослини	Умови вологозабезпеченості	ДРЗГ
Петрушка, листя	полив поверхневою водою	102
	полив підземною водою	113
Морква, коренеплоди	полив поверхневою водою	397
	полив підземною водою	480
Огірки, плоди	полив поверхневою водою	960
	полив підземною водою	960

Таблиця 3. Допустимі рівні забрудненості ґрунту ^{137}Cs для вирощування районованих сортів картоплі за різних варіантів удобрення, $\text{кБк}/\text{м}^2$ ($\sigma = \pm 25\%$)

Сорт	Стиглість*	Варіанти удобрення/фази розвитку					
		Без добрив		NPK		NPK+перегній	
		IV**	VI**	IV**	VI**	IV**	VI**
Бородянська рожева	P	230	150	300	210	440	345
Світанок київський	CP	230	160	300	225	440	370
Билина	CC	260	170	340	240	500	390
Тетерів	СП	315	190	410	270	600	440

Примітка: *P – ранній; CP – середньоранній; CC – середньостиглий; СП – середньопізній; **IV – цвітіння; VI – досягання.

угіддях зі щільністю забрудненості ґрунту $^{137}\text{Cs} < 150\text{--}160$ $\text{кБк}/\text{м}^2$ для ранніх сортів та $< 170\text{--}190$ $\text{кБк}/\text{м}^2$ – для середньостиглих та пізніх сортів.

За застосування комплексного удобрення (NPK+перегній) середньопізні та середньостиглі районовані сорти картоплі можна вирощувати навіть за рівня поверхневого забруднення, притаманного II зоні, а в III зоні для отримання нормативно чистої продукції достатньо вносити лише мінеральні добрива, що дасть змогу зекономити кошти. Додаткове застосування протирадіаційних заходів з метою зниження рівня радіаційного забруднення продукції в такому випадку є недоцільним. Радіологічно безпечну картоплю без застосування додаткових протирадіаційних заходів потенційно можна отримати на сільськогосподарських угіддях, щільність забрудненості яких у 2–3 рази перевищує максимальне значення, характерне для визначення III зоні.

ВИСНОВКИ

Результати досліджень підтвердили, що при однаковій щільності забруднення ґрунту ^{137}Cs концентрація радіонукліду в овочевих культурах значно відрізняється, що зумовлено відмінностями значень КП ^{137}Cs для овочів різних видів і сортів при вирощуванні на різних типах ґрунту із застосуванням різних агрозаходів. При вирощуванні овочевої продукції у віддалений період після аварії на ЧАЕС обмеження

щодо щільності забруднення ґрунту ^{137}Cs на торфово-болотному ґрунті жорсткіші у 1,1–1,2 рази, ніж на дерново-підзолистому. Найбільші обмеження при вирощуванні овочів на радіоактивно забруднених територіях встановлено для зеленої продукції, а також при вирощуванні на торфово-болотних ґрунтах. В умовах зрошення простежується зменшення надходження ^{137}Cs в рослини на 5–15%, причому найкращий ефект досягається при поливі з підземних джерел. За застосування комплексного удобрення середньопізні та середньостиглі районовані сорти картоплі можна вирощувати навіть за рівня поверхневого забруднення, притаманного зоні безумовного (обов'язкового) відселення (II), а у III зоні для отримання нормативно чистої продукції достатньо вносити лише мінеральні добрива. Додаткове застосування протирадіаційних заходів з цією метою в даному випадку є недоцільним. Однак при використанні рекомендованих допустимих рівнів забруднення ґрунту ^{137}Cs для отримання радіологічно безпечної овочевої продукції необхідно враховувати можливі коливання значень КП ^{137}Cs з ґрунту в рослини ($\sigma = \pm 25\%$), що може призвести до перевищення діючих гігієнічних нормативів умісту радіонукліду в овочах. При порівняно високих рівнях забруднення території можливість використання радіоактивно забруднених сільськогосподарських угідь з критичними в радіаційному розумінні ґрунтами вирощування овочевих культур,

у тому числі картоплі, на продовольчі потреби доволі обмежене. В умовах сучасної економічної ситуації в Україні пріоритетним заходом, спрямованим на зниження рівня радіоактивного забруднення овочевої продукції, є включення у сівозміну видів і сортів із найменшими КП ^{137}Cs в рослини. Отримані результати досліджень

дають змогу розрахувати допустимі рівні забруднення ґрунту ^{137}Cs для вирощування різних районованих сортів овочевих рослин за різних варіантів удобрення та в умовах поливу для певного типу ґрунту, а також рекомендувати певний вид удобрення і сорт рослини за існуючого рівня забруднення території.

ЛІТЕРАТУРА

1. Паньковська Г.П. Овочі як складова споживчого кошика жителів радіоактивно забруднених районів Полісся. *Екологічні проблеми сільськогосподарського виробництва: матеріали II наук.-практ. конф. молодих учених* (Київ, 9–11 вер. 2008 р.). Київ, 2008. С. 80–81.
2. Методичні рекомендації з ведення овочівництва на радіоактивно забруднених територіях Українського Полісся у віддалений період після Чорнобильської аварії / уклад. В.П. Ландін та ін. Київ, 2017. 35 с.
3. Москалець В.В. та ін. Радіоекологічна ситуація на території Житомирського Полісся. *Агроекологічний журнал*. 2007. № 1. С. 55–62.
4. Паньковська Г.П. Екологічні особливості вирощування овочевої продукції на радіоактивно забруднених присадібних ділянках Полісся: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 03.00.16. Київ, 2012. 21 с.
5. Фурдичко О.І., Кучма М.Д., Паньковська Г.П. Завдання наукового супроводу виробництва сільськогосподарської продукції на радіоактивно забруднених територіях. *Агроекологічний журнал*. 2011. №1. С. 21–26.
6. Якименко Г.М. Вплив поливної води на накопичення радіонуклідів у рослинницькій продукції приватних господарств Полісся: автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.16. Київ, 2014. 24 с.
7. Якименко Г.М. Надходження ^{137}Cs до овочевої продукції з поливної водою на території Київського Полісся. *Агроекологічний журнал*. 2013. № 1. С. 87–90.
8. Якименко А.Н. Оценка качества воды Киевского водохранилища по показателям радиационной безопасности. *Химия и технология воды*. 2013. Т. 35(4). С. 341–348.
9. Кучма М., Якименко Г., Райчук Л. Накопичення радіонуклідів рослинами родини селерових. *Biodiversity after the Chernobyl accident. Part 1: The Scientific Proceedings on-line of the International Network AgroBioNet (Nitra)*. Nitra: Slovak University of Agriculture in Nitra, 2016. P. 160–163. DOI: <http://dx.doi.org/10.15414/2016.b-p1.9788055215150>.
10. Перепелятнікова Л.В., Іванова Т.М., Калиненко Л.В. Проблеми реабілітації виведених земель Житомирської області. *Бюл. екологічного стану Зони відчуження та Зони безумовного (обов'язкового) відселення*. 2001. № 18. С. 47–51.
11. Методика комплексного радіаційного обстеження забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи територій (за винятком території зони відчуження): методичні рекомендації. Київ: Атіка-Н, 2007. С. 29–47.
12. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / за ред. Л.Г. Бондаренка, К.І. Яковенка. Харків: Основа. 2001. 369 с.
13. Кучма М.Д., Якименко Г.М. Визначення коефіцієнтів переходу ^{137}Cs в овочеві культури з дерново-підзолистих ґрунтів. *Ядерна фізика та енергетика*. 2013. Т. 14(2). С. 172–176.
14. Yakimenko A.N. Estimation of water quality of the Kiev reservoir by indices of radiation safety. *Journal of Water Chemistry and Technology*. 2013. Vol. 35(4). P. 189–193. DOI: <https://doi.org/10.3103/s1063455x13040085>.
15. Швиденко І.К. Особливості накопичення ^{137}Cs картоплею за різних умов вирощування: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 03.00.16. Київ, 2017. 20 с.

REFERENCES

1. Pankovska, H.P. (2008). Ovochi yak skladova spozhychoho koshyka zhyteliv radioaktyvno zabrudnennykh raioniv Polissia [Vegetables as a component of the consumer basket of residents of radioactively contaminated areas of Polissia]. *Ekolohichni problemy silskohospodarskoho vyrobnytstva: Materialy II naukovo-praktychnoi konferentsii molodykh uchennykh [Ecological problems of agricultural production: Proceedings of the 2-nd scientific-practical conference of young scientists]*. (pp. 80–81). Kyiv [in Ukrainian].
2. Landin, V.P. et al. (2017). *Metodychni rekomendatsii z vedennia ovochivnytstva na radioaktyvno zabrudnennykh terytoriiakh Ukrainskoho Polissia u viddalenyi period pislia Chornobylskoi avarii [Guidelines for vegetable growing in radioactively contaminated territories of Ukrainian Polissia in the remote period after the Chernobyl accident]*. Kyiv [in Ukrainian].
3. Moskalets, V.V. et al. (2007). Radioekolohichna sytuatsiia na terytorii Zhytomyrskoho Polissia [Radioecological situation on the territory of Zhytomyr

- Polissya]. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Agroecological journal*, 1, 55–62 [in Ukrainian].
4. Pankovska, H.P. (2012). Ekolohichni osoblyvosti vyroshchuvannya ovochevoi produktsii na radioaktyvno zabrudnenykh prysadybnykh diliankakh Polissia [Ecological features of growing of vegetable products on radioactively contaminated homesteads of Polissya]. *Extended abstract of candidate's thesis* [in Ukrainian].
 5. Furdychko, O.I., Kuchma, M.D. & Pankovska, H.P. (2011). Zavadnannia naukovoho suprovodu vyrobnytstva silskohospodarskoi produktsii na radioaktyvno zabrudnenykh terytoriakh [Tasks of scientific support of agricultural production in radioactively contaminated areas]. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Agroecological journal*, 1, 21–26 [in Ukrainian].
 6. Iakymenko, H.M. (2014). Vplyv polyvnoi vody na nakopychennia radionuklidiv u roslynnytskii produktsii pryvatnykh gospodarstv Polissia [Influence of irrigation water on the accumulation of radionuclides in crop products of private farms in Polissia]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].
 7. Iakymenko, H.M. (2013). Nadkhodzhennia ^{137}Cs do ovochevoi produktsii z polyvnoi vodoiu na terytorii Kyivskoho Polissia [Receipt of ^{137}Cs to vegetable products with irrigation water on the territory of Kyiv Polissia]. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Agroecological journal*, 1, 87–90 [in Ukrainian].
 8. Iakymenko, A.N. (2013). Otsenka kachestva vody Kiyevskogo vodokhranilishcha po pokazatelyam radiatsionnoy bezopasnosti [Water quality assessment of the Kiev reservoir by radiation safety indicators]. *Journal of Water Chemistry and Technology*, 35(4), 341–348 [in Russian].
 9. Kuchma, M., Iakymenko, G. & Raichuk, L. (2016). Nakopychennia radionuklidiv roslynamy rodyny selerovykh [Accumulation of radionuclides in celery plants family]. *Biodiversity after the Chernobyl accident. Part 1: The Scientific Proceedings on-line of the International Network AgroBioNet* (pp. 160–163). Slovak University of Agriculture in Nitra. Nitra. Slovakia. DOI: <http://dx.doi.org/10.15414/2016.b-p1.9788055215150> [in Ukrainian].
 10. Perepeliatnykova, L.V., Ivanova, T.M. & Kalynenko L.V. (2001). Problemy reabilitatsii vyvedenykh zemel Zhytomyrskoi oblasti [Problems of rehabilitation of withdrawn lands of Zhytomyr region]. *Biuletyn ekolohichnoho stanu Zony vidchuzhennia ta Zony bezumovnoho (oboviazkovoho) vidsele-nnia – Bulletin of the ecological condition of the Exclusion Zone and the Zone of Unconditional (Mandatory) Resettlement*, 18, 47–51 [in Ukrainian].
 11. *Metodyka kompleksnoho radiatsiinoho obstezhennia zabrudnenykh vnaslidok Chornobylskoi katastrofy terytorii (za vyniatkom terytorii zony vidchuzhennia): Metodychni rekomendatsii [Methods of complex radiation survey of the territories contaminated as a result of the Chernobyl catastrophe (except for the territory of the Exclusion Zone): Guidelines]*. (2007). Kyiv: Atika-N. 29–47 [in Ukrainian].
 12. Bondarenko, L.H. & Yakovenko, K.I. (Eds.). (2001). *Metodyka doslidnoi spravy v ovochivnytstvi i bashtan-nyts'tvi [Research methods in vegetable growing and melon growing]*. Kharkiv: Osnova [in Ukrainian].
 13. Kuchma, N.D. & Iakymenko A.N. (2013). Vyznachennia koeffitsientiv perekhodu ^{137}Cs v ovochevi kultury z derno-vidzolytykh gruntiv [Determination of transfer factors for ^{137}Cs from sod-podzolic sand soil to vegetables]. *Nuclear Physics and Atomic Energy*, 14(2), 172–176 [in Ukrainian].
 14. Yakymenko, A.N. (2013). Estimation of water quality of the Kiev reservoir by indices of radiation safety. *Journal of Water Chemistry and Technology*, 35(4), 189–193. DOI: <https://doi.org/10.3103/s1063455x13040085> [in English].
 15. Shvydenko, I.K. (2017). Osoblyvosti nakopychennia ^{137}Cs kartopleiu za riznykh umov vyroshchuvannya [Features of ^{137}Cs accumulation of potatoes under different growing conditions]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 06.09.2020