

Загальна екологія та радіоекологія

УДК 539. 1. 04: 634. 1/7

В.Г. Куян

д. с.-г. н.

О.Б. Овезмирадова

аспірант

Державний агроекологічний університет

ОСОБЛИВОСТІ ВЕРТИКАЛЬНОЇ МІГРАЦІЇ РАДІОНУКЛІДІВ У НАСАДЖЕННЯХ ЗЕРНЯТКОВИХ І ЯГІДНИХ ПЛОДОВИХ КУЛЬТУР ЗОНИ ОБОВ'ЯЗКОВОГО ВІДСЕЛЕННЯ ЖИТОМИРЩИНИ

Висвітлено результати вивчення вертикальної міграції ^{137}Cs і ^{90}Sr в насадженнях плодкових культур радіоактивно забруднених зон (понад 15 Кі/км^2). Плоди зерняткових і ягідних культур можна віднести до екологічно безпечних, тоді як вегетативні утворення ще залишаються забрудненими радіонуклідами.

Проблема і завдання досліджень

Процес вертикальної міграції радіонуклідів (грунт – коренева система – стеблові утворення – листкова поверхня – плоди) досить лабільний та динамічний, оскільки залежить від тривалості періоду розпаду ізотопів, гранулометричного складу і фізико-хімічних властивостей ґрунту, водного режиму, біологічних особливостей рослин. Спостерігається стійка тенденція до зменшення переходу ^{137}Cs і ^{90}Sr з ґрунту в рослини у динаміці за роками. Відмічена залежність вертикальної міграції радіонуклідів у надземну частину рослин від архітекtonіки кореневої системи, їх продуктивності, тривалості вегетаційного періоду та інших біологічних особливостей ряду сортів і видів яблуні, груші, сливи, суниць, малини, смородини [1, 2, 5]; розроблені технологічні прийоми надходження радіонуклідів у плоди [4, 6]; накреслені заходи щодо поліпшення екологічної ситуації в радіоактивно забруднених зонах Житомирщини [3].

Вертикальна міграція ^{137}Cs і ^{90}Sr у насадженнях плодкових культур зони обов'язкового відселення вивчена ще недостатньо, зокрема її залежність від анатомо-морфологічних особливостей кореневої системи, біологічних форм надземної частини, характеру плодоношення тощо.

Актуальність досліджень зумовлена необхідністю систематичного контролю за рівнем забруднення плодкових насаджень і установлення ступеня екологічної безпечності плодів та можливих термінів вирощування продукції плодівництва у забруднених радіонуклідами зонах відселення.

Методика досліджень

Дослідження радіоактивного забруднення плодкових насаджень проводили у селі Старе Шарно Народицького району Житомирської

області, яке віднесено до зони обов'язкового відселення (зона 2 – щільність забруднення понад 15 Кі/км²).

Метод дослідження: біолого-експедиційний у поєднанні з лабораторним.

Об'єкти дослідження: присадибні насадження яблуні на насінневій підщепі (сорт: Донешта, Антонівка звичайна, Кальвіль сніговий), суниці сорту Київська рання, малина сорту Новокитаївська і смородина сорту Лія родюча у віковому періоді плодоношення і всихання. Будь-який догляд за насадженнями з часу відселення мешканців не проводився.

Ґрунти дерново-підзолисті супіщані з низькою природною родючістю (НЕ – до 25 см, вміст гумусу в орному шарі – 0,97–1,25 %, рН_{KCl} – 4,5–5,1; підґрунтові води на глибині 1,6–2,1 м; рівень забезпечення основними елементами живлення низький).

Для аналізів відбирали зразки ґрунту з різних генетичних горизонтів, залежно від розміщення основної маси кореневої системи та кореневищ, коренів, листків і плодів. Питому активність ⁹⁰Sr визначали на радіометрі РИБГ, а ¹³⁷Cs – на гама-спектрометрі АК-1.

Результати досліджень

У зоні обов'язкового відселення забруднення ґрунту присадибних насаджень плодкових культур радіонуклідами на території одного і того ж пункту є занадто строкатим і залишається ще досить високим. У насадженнях суниць питома активність ¹³⁷Cs у горизонті 0–20 см сягала 2870 Бк/кг, під яблунею – 2070 Бк/кг, а на ділянках з малиною і смородиною – 870 і 895 Бк/кг (табл. 1), у глибших шарах ґрунту забрудненість цезієм нижча в 10 і більше разів. Питома активність ⁹⁰Sr значно нижча порівняно з ¹³⁷Cs; найвищі її показники у верхньому шарі ґрунту відмічені на ділянках малини і смородини.

Таблиця 1. Питома активність радіонуклідів у кореневмісному шарі ґрунту плодкових насаджень

Культура	Шар ґрунту, см	Питома активність, Бк/кг	
		¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
Суниці	0–20	2870	46,1
Малина	0–20	870	177,0
Смородина	0–20	895	112,0
	21–40	850	23,2
Яблуна	0–20	2070	72,5
	21–40	198	48,4
	41–60	143	34,2

Різний ступінь забруднення ґрунту ¹³⁷Cs і ⁹⁰Sr обумовлюється неоднаковим їх закріпленням у ввібраному стані: ⁹⁰Sr витискується з ґрунту значно більшою мірою, ніж ¹³⁷Cs; увібраний ¹³⁷Cs закріплюється

міцніше порівняно з ^{90}Sr . Частково ^{137}Cs вбирається ґрунтом у необхідній формі.

Вертикальна міграція ^{137}Cs і ^{90}Sr в кореневу систему плодкових рослин залежить від властивостей ґрунту, вмісту в ньому P_2O_5 і K_2O , оскільки радіоактивні ізотопи стронцію і цезію є хімічними аналогами кальцію і калію відповідно. Активність переходу радіонуклідів значною мірою залежить від анатомо-морфологічних особливостей кореневої системи, її архітектоніки, вимогливості плодкових культур до елементів мінерального живлення та ряду інших біологічних особливостей. Тому плодіві культури дуже відрізняються за питомою активністю і коефіцієнтами накопичення ^{137}Cs і ^{90}Sr в кореневій системі (табл. 2). При цьому коефіцієнти накопичення ^{90}Sr в кореневищах суниць і малини, їх придаткових коренях та провідних коренях смородини і яблуні значно (у 3–40 разів) більші порівняно з ^{137}Cs . Найменші коефіцієнти накопичення ^{137}Cs відмічені

Таблиця 2. Питома активність та коефіцієнти накопичення ^{137}Cs і ^{90}Sr в кореневій системі плодкових культур

Культура	Сорт	Типи коренів	Питома активність, Бк/кг		Коефіцієнти накопичення	
			^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr
Суниця	Київська рання	кореневище	100,2	39,7	0,03	0,86
		придаткові корені	64,8	38,2	0,02	0,83
Малина	Новокитаївська	кореневище	62,4	163,0	0,07	0,92
		придаткові корені	59,9	71,2	0,07	0,40
Смородина	Лія родюча	провідні корені	81,6	31,0	0,09	0,28
Яблуня	Донешта	провідні корені	146,0	41,9	0,07	0,57
	Антонівка звичайна	провідні корені	89,0	52,5	0,04	0,72
	Кальвіль сніговий	провідні корені	126,0	62,9	0,06	0,86

в кореневищі й придаткових коренях суниць, а мінімальне накопичення ^{90}Sr спостерігалось у провідних коренях смородини і придаткових коренях малини. У провідних коренях насінневої кореневої системи яблуні простежується залежність питомої активності і коефіцієнтів накопичення ^{90}Sr від особливостей сорту (значне збільшення у зимових сортів порівняно з осінніми і літніми) за ^{137}Cs такої законномірності не спостерігалось. Суниця характеризується тривалим періодом вбирання елементів мінерального живлення, значним вбиранням калію з ґрунту, що напевно є однією з основних причин найвищої питомої активності ^{137}Cs в кореневищі. Досить позитивна реакція малини на забезпечення кальцієм і значна тривалість вбирання елементів живлення протягом вегетації

очевидно зумовлюють найвищу серед плодкових культур питому активність ^{90}Sr в кореневій системі.

Вертикальна міграція радіонуклідів у надземну систему плодкових культур також значною мірою залежить від їх породно-сортових особливостей, про що свідчать питома активність і коефіцієнти накопичення ^{137}Cs і ^{90}Sr в плодах, листках, стеблах (табл. 3). Особливістю вертикальної міграції нуклідів є не однакова активність надходження їх у різні утворення надземної системи. Стебла й листкова поверхня кущів і дерев через 22 роки після аварії на ЧАЕС характеризуються ще досить високою питомою активністю та коефіцієнтами переходу ^{137}Cs і ^{90}Sr , період напіврозпаду яких відповідно 30 і 28 років. Найнижчою питомою активністю і коефіцієнтами переходу нуклідів відрізняється смородина чорна, як найбільш вологолюбна культура. Залежності міграції ^{137}Cs у листки яблуні від біологічних особливостей сорту не встановлено, тоді як за ^{90}Sr вона чітко простежується.

Таблиця 3. Питома активність і коефіцієнти накопичення радіонуклідів у плодах і листках плодкових культур

Культура	Сорт	Утворення надземної системи	Питома активність, Бк/кг		Коефіцієнти накопичення	
			^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr
Суниця	Київська рання	стебла	66,6	26,1	0,02	0,57
		листки	79,9	34,4	0,03	0,75
Малина	Новокитаївська	плоди	4,7	2,0	0,005	0,01
		листки	38,5	25,3	0,04	0,14
Смородина	Лія родюча	плоди	6,8	2,2	0,007	0,02
		листки	12,1	20,2	0,013	0,18
Яблуня	Донешта	плоди	7,6	4,0	0,003	0,06
		листки	78,0	37,3	0,04	0,51
	Антонівка звичайна	плоди	6,1	4,0	0,003	0,06
		листки	52,8	32,3	0,026	0,45
	Кальвіль сніговий	плоди	3,8	3,5	0,002	0,05
		листки	77,0	27,0	0,04	0,37

У плодах усіх культур питома активність і коефіцієнти накопичення ^{137}Cs порівняно з листками у 2–20 разів менші, ^{90}Sr – у 8–12 разів. Найменше забруднені плоди малини і зимових сортів яблуні. Плоди зимових сортів яблуні накопичують нуклідів значно менше, ніж літніх і осінніх, що зумовлено їх біологічними особливостями: термінами, тривалістю і активністю ростових і формоутворювальних процесів, особливістю мінерального живлення.

Висновки

1. Через 22 роки після аварії на ЧАЕС забруднення дерново-підзолистого супіщаного ґрунту радіонуклідами в присадибних насадженнях плодкових культур зони обов'язкового відселення залишається ще високим: у горизонтах розміщення основної маси кореневої системи питома активність ^{137}Cs сягає 850–2870 Бк/кг, ^{90}Sr – 48–177 Бк/кг.

2. Процес вертикальної міграції радіонуклідів у ланці: ґрунт – коренева система – стебла – листки – плоди значною мірою залежить від анатомо-морфологічних особливостей і архітекτονіки кореневої системи плодкових культур; кореневі системи, що мають кореневища, здатні до нагромадження радіонуклідів; у кореневищах суниць питома активність і коефіцієнти нагромадження ^{137}Cs у 1,5 раза більші щодо придаткових коренів; кореневища малини здатні найбільшою мірою акумулювати ^{90}Sr .

3. Вертикальна міграція радіонуклідів спричинює забруднення ними листової поверхні плодкових культур; ступінь забруднення ^{137}Cs і ^{90}Sr зумовлюється біологічними особливостями порід і сортів: питома активність варіює відповідно в межах 12,1–79,9 і 20,2–37,3 Бк/кг, коефіцієнти накопичення – в межах 0,01–0,04 і 0,14–0,75; найменш забруднені нуклідами листки смородини чорної – найвологілюбнішої плодової культури.

4. Внаслідок вертикальної міграції нуклідів відбувається забруднення плодів, рівень якого значною мірою залежить від породно-сорткових особливостей культур; забруднення ^{137}Cs плодів у 2–20 разів нижче порівняно з листками, ^{90}Sr – у 8–12 разів і не перевищує відповідно 7,6 і 4,0 Бк/кг, найнижча активність нуклідів у плодах малини та зимових сортів яблуні.

5. Плоди усіх плодкових культур зони обов'язкового відселення понад 555 кБк/м² (15 Ки/км²) можна віднести до екологічно безпечних, тоді як надземна система загалом залишається ще екологічно небезпечною – через значне забруднення радіонуклідами стеблових утворень і листової поверхні.

У подальших дослідженнях слід звернути увагу на ґрунтовніше вивчення вертикальної міграції радіонуклідів у насадженнях усіх плодкових культур, які ростуть на залишених присадибних ділянках та в громадських садах зони обов'язкового відселення Житомирщини.

Література

1. Куян В.Г., Яценко В.С. Нагромадження цезію – 137 плодовими культурами в зонах різних рівнів радіаційного забруднення Житомирщини // Вісник ДАУ. – 2001. – №1. – С.14–17.

2. *Левчук С.Е.* Изучение вертикальной миграции радионуклидов выброса ЧАЭС в почвах Украинского Полесья // Проблемы сельскохозяйственной радиологии – десять лет спустя после аварии на Чернобыльской АЭС: Тез. докл. 2 – ой междунар. конф. / Гос. агроэкол. акад. Украины; под ред. В.И. Славова. – Житомир, 1996. – С.7–8.
3. *Малиновський А.С.* Еколого – економічні та соціальні аспекти чорнобильської катастрофи (на прикладі Житомирської області): Монографія – К.: ІАЕ, 2001. – 290 с.
4. *Нетреба А.Г., Ратошнюк О.Г., Соловська В.С.* Шляхи зниження надходження радіонуклідів до зерняткових і кісточкових плодів // Вісн. аграр. науки. – 1998. – №9. – С.48–50.
5. *Печерова Н.Н., Рябова Е.Р.* Накопление ^{90}Sr растениями черной смородины из почвы // Агрехимия. – 1986. – № 4. – С.75–78.
6. *Серета И.И.* Агрехимические приёмы снижения поступления радионуклидов в плодово – ягодную продукцию: Информ. листок. – № 014 – 97. – К.: ЦНТЭИ, 1997. – 5 с.