

УДК 631.67

Г.В. Мельничук

Інститут сільського  
господарства Полісся НААН

## ВИРОЩУВАННЯ СУНИЦІ НА РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТИХ ҐРУНТАХ

**Вступ.** Проблема отримання нормативно чистої сільськогосподарської продукції на радіоактивно забруднених територіях залишається і дотепер не

вирішеною, особливо в господарствах з малою площею землекористування. Тому нині є актуальним напрямком удосконалення елементів технології вирощування суниці для отримання ягід із допустимим рівнем активності  $^{137}\text{Cs}$ . *Умови та методика досліджень.* Дослідження проводили на балансово-лізиметричній станції в лізиметричних мікрополях на дерново-підзолистому радіоактивно забрудненому ґрунті щільністю забруднення 30–40 Кі/км<sup>2</sup> з використання підвищених норм фосфорних і калійних добрив у повному мінеральному удобренні (N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>160</sub>) на провапнованому фоні (5 т/га СаСО<sub>3</sub>). *Результати досліджень.* За результатами 3-річних досліджень встановлено, що використання мінерального добрива з підвищеними нормами фосфору та калію позитивно вплинули на пониження питомої активності радіонуклідів у окремих частинах рослини та в ягодах суниці. Коефіцієнт переходу цезію з ґрунту у ягоди суниці був у 2,25 раза, в листках — 2,5 раза, а в корінні в 1,9 раза нижчий за внесення N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>160</sub>, ніж на варіанті без добрив. *Висновки.* Вирощування суниці сорту Сельва на радіоактивно забрудненому дерново-підзолистому ґрунті за внесення N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>160</sub> на провапнованому фоні, в середньому за роки досліджень, забезпечило зменшення активності  $^{137}\text{Cs}$  у кореневій системі в 2,6 раза, у листі — 36%, у ягодах — 33% у порівнянні з варіантом без добрив, а вміст важких металів у ягодах суниці відповідає медикобіологічним вимогам і не перевищує ГДК. В екстремальних погодних умовах рівень забруднення ягід  $^{137}\text{Cs}$  перевищує ДР — 2006 на 10–64 Бк/кг. За оптимального вологозабезпечення вміст  $^{137}\text{Cs}$  в ягодах у 3,5 раза (20 Бк/кг) нижчий допустимого рівня.

**Ключові слова:** суниця, листя, корінь, радіонукліди, питома активність, коефіцієнт переходу, коефіцієнт накопичення.

**Постановка проблеми.** Незважаючи на те, що з дня аварії на Чорнобильській АЕС пройшло майже 29 років, проблема отримання нормативно чистої продукції залишається не вирішеною. Це пов'язано з низькою соціально-економічних негараздів у сусільстві, в тому числі, зменшення виробництва с.-г. продукції у крупнотоварних господарствах та істотне збільшення частки виробленої тваринницької, рослинницької продукції у приватному секторі. Дані, які оприлюднені Б.С. Прістером засвідчують, що у найбільш забруднених північних областях у особистих підсобних господарствах виробляється майже 82% молочної, 78 — м'ясної продукції, 80 — городни, 48 і 65% — фруктів та ягід відповідно. Це свідчить про те, що на невеликих площах селянських господарств мала ймовірність вибору місця для посадки рослин на низькому рівні радіоактивного забруднення ґрунтів. Тому нині є актуальним напрямком удосконалення елементів технології вирощування суниці для отримання ягід із допустимим рівнем активності  $^{137}\text{Cs}$  з врахуванням біологічних особливостей нових конкурен-

тоздатних сортів нейтрального дня на предмет накопичення радіонуклідів у продукції з метою забезпечення населення, що проживає на радіоактивно забрудненій території, продукцією, що відповідає вимогам ДР-2006 р. та вимогам МБВ.

**Методика та умови досліджень.** Дослідження проводили на балансово-лізиметричній станції Інституту сільського господарства Полісся НААН протягом 2011–2013 рр. із суницею нейтрального дня сорту Сельва. Схема садіння — 30 × 15 см.

Із цілого комплексу системи контрзаходів, які рекомендовано у технологіях вирощування с.-г. культур на радіаційно забруднених територіях найбільш впливовим є агрохімічний блок, який передбачає застосування підвищених норм фосфорних і калійних добрив у повному мінеральному удобренні (N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>160</sub>) на провапнованому фоні.

Лізиметричні мікрополя були сформовані у 1984 р., шляхом заповнення циліндричної труби діаметром 100 см товщею дерново-слабопідзолистого супіщаного ґрунту з непорушеною структурою, що підстиляється

мореною. У червні 1988 р. по всій площі 6 лізіметрів, рівномірно, прошарком 1,5 см (з розрахунку 1 кг/м<sup>2</sup>), було внесено радіаційно забруднений ґрунт, відібраний у зоні відчуження (територія с. Копачі) зі щільністю 60–80 Кі/км<sup>2</sup>. Штучно створений радіаційний фон у мікрополях за щільністю забруднення становив 30–40 Кі/км<sup>2</sup>.

Активність радіонуклідів (Бк/кг) у зразках ґрунту, вегетативній частині рослин суніці та в ягодах визначали на гама-спектрометрі АМА-05 у [1], а вміст важких металів на спектрофотометрі КВАНТ-2А згідно з ГОСТ 26929–94.

Агротехніка вирощування суніці загальноприйнята для умов Полісся. Обліки та спостереження за ростом і розвитком суніці, відбір зразків, виконували відповідно до методики проведення польових досліджень з плодовими культурами [2].

**Результати досліджень.** Важливим моментом під час проведення досліджень на радіоактивно забрудненій території є отримання об'єктивних даних щодо питомої активності радіонуклідів на дослідній ділянці. Крім того, потрібно мати достовірну інформацію щодо перерозподілу радіонуклідів по профілю ґрунту, в якому поширюється коренева система досліджуваної культури. Для цього було пошарово відібрано, через кожних 10 см, зразки ґрунту для визначення в них питомої активності радіонуклідів.

Протягом 25 років з часу штучно створеного фону в лізіметричних мікрополях відбулися істотні зміни у перерозподілі радіонуклідів (<sup>137</sup>Cs, <sup>40</sup>K, <sup>226</sup>Ra, <sup>232</sup>Th) по профілю ґрунту (табл. 1). Отримані результати вказують на те, що найвища активність радіонуклідів (1175–

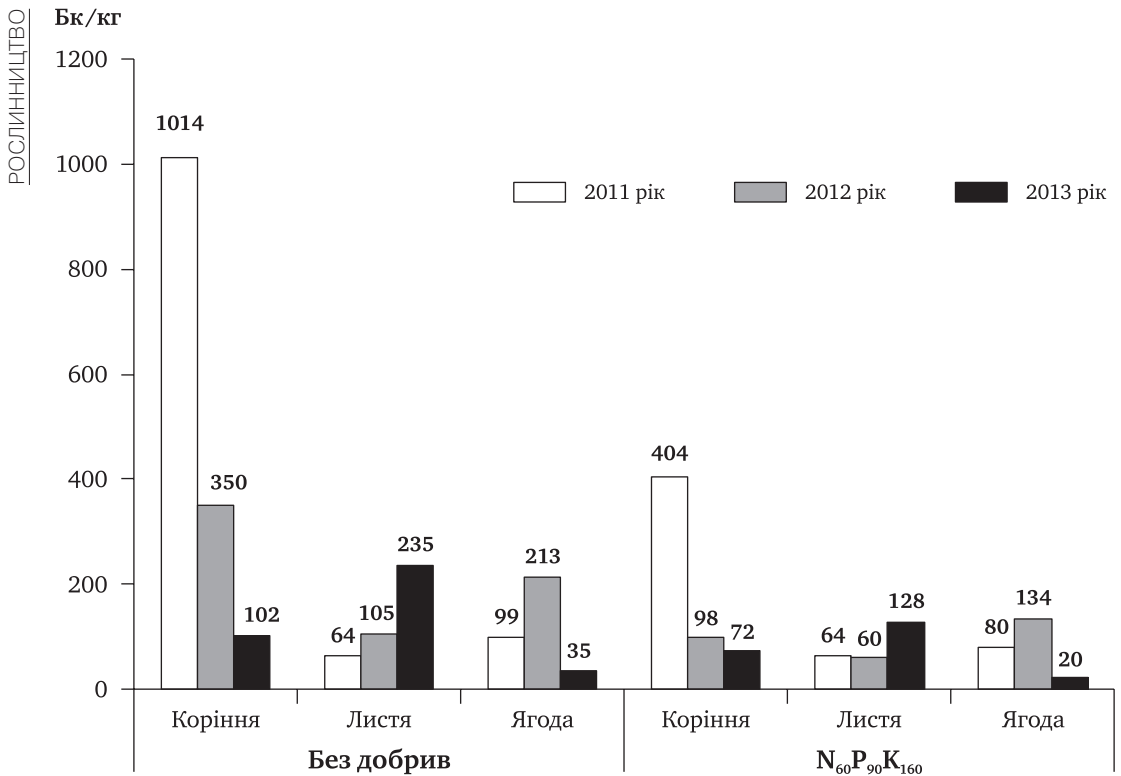
1813 Бк/кг) наявна в орному (0–20 см), тоді як підорному (20–30 см) шарі вона була меншою і становила 813–1160 Бк/кг.

Вирощування суніці нейтрального дня сорту Сельва в таких умовах потребує комплексного вивчення всієї рослини (кореневої системи, листя, ягоди) з метою встановлення закономірностей у дії системи удобрення з підвищеними нормами фосфорних і калійних добрив на можливість отримання нормативно чистої ягідної продукції залежно від віку рослини з врахуванням погодних умов впродовж вегетації.

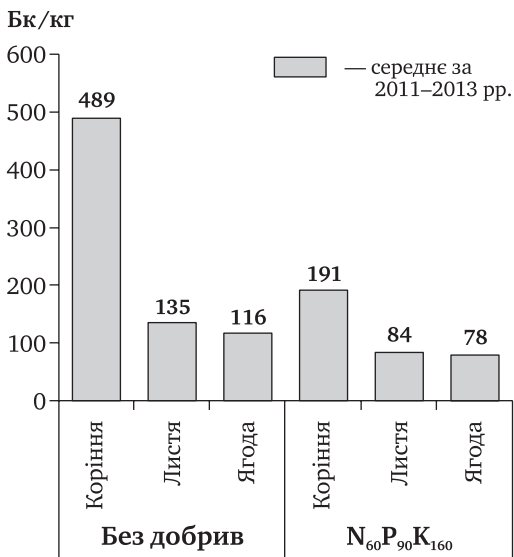
Аналіз 3-річних (2011–2013 рр.) результатів досліджень засвідчив про певну закономірність у забрудненні рослин суніці радіонуклідами. У перших два роки життя максимальне накопичення відмічено у кореневій системі як на варіанті без добрив (1014–350 Бк/кг), так і за внесення N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>160</sub> (404–98 Бк/кг) (рис. 1). На другий і третій рік відмічено зменшення забрудненості кореневої системи та підвищення накопичення радіонуклідів у листі — 105–235 Бк/кг на контрольному варіанті та 64–128 Бк/кг на удобреному. Забрудненість ягід у порівнянні з іншими частинами рослини мала нижчі показники (явище фізіологічного бар'єра), які істотно різнилися по роках. Найвищий рівень (213 і 134 Бк/кг) забруднення продукції радіоцезієм відмічено у 2012 р., а найнижчий (32 і 20 Бк/кг) у 2013 р. Пояснюється такий стан забрудненості ягід і рослин впливом погодного фактора (висока температура та чергування періодів з дефіцитом і надлишком вологи в ґрунті у період дозрівання ягід і наростання вусів. Таке явище обґрунтовано дифузним рухом елементів у ґрунтова-

## 1. Питома активність радіонуклідів у ґрунті в лізіметричних мікрополях, Бк/кг, середнє за 2011–2013 рр.

Лізіметр, №	Шар ґрунту, см	<sup>137</sup> Cs	<sup>40</sup> K	<sup>226</sup> Ra	<sup>232</sup> Th
37 контроль	0–10	1162	182	14	21
	10–20	1328	250	11	20
	20–30	1060	308	13	21
39 N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>160</sub>	0–10	1342	292	23	7
	10–20	1195	284	11	16
	20–30	901	296	13	19
41 контроль	0–10	1176	146	15	12
	10–20	1175	251	12	18
	20–30	813	230	9	18
43 N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>160</sub>	0–10	1415	216	12	16
	10–20	1813	274	9	22
	20–30	1160	308	13	20



**Рис. 1.** Динаміка забруднення окремих частин рослини суніці <sup>137</sup>Cs залежно від віку й системи удобрення, Бк/кг



**Рис. 2.** Рівень забруднення суніці радіоцезієм, залежно від системи удобрення Бк/кг, 2011-2013 рр.

му розчині та їх дрейфом разом із розчином внаслідок різниці водних потенціалів [3, 4]. Переважання, або зміна швидкості сорбції до швидкості дифузії створює умови при яких відбуватиметься інтенсивне надходження елементів у рослину, або їх відтік у зворотному напрямку в ґрунтовий розчин [5], і як наслідок різний рівень їх наявності у рослині.

Для оцінки ефективності системи удобрення було проведено узагальнення результатів досліджень, при цьому визначено її вплив на зменшення забрудненості ягід суніці радіонуклідами, розраховано коефіцієнти накопичення й переходу радіонуклідів з ґрунту в рослину, встановлено безпечність застосованих високих норм добрив за показником вмісту важких металів у продукції.

Застосування мінеральних добрив у нормі N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>160</sub> на фоні вапнування 5 т/га на високій щільності забруднення ґрунту радіонуклідами істотно вплинуло на зниження вмісту радіонуклідів в органах рослин (рис. 2). Середнє значення активності <sup>137</sup>Cs у кореневій системі було нижчим у 1,78 раза,

## 2. Вплив агрохімічних заходів на коефіцієнти переходу та коефіцієнти накопичення $^{137}\text{Cs}$ , Бк/кг

Варіант	Коефіцієнт переходу				Коефіцієнт накопичення			
	$^{137}\text{Cs}$	$^{40}\text{K}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{232}\text{Th}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{40}\text{K}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{232}\text{Th}$
<i>Контроль</i>								
Ягода	0,09	0,38	0,08	0,07	0,07	0,15	2,4	0,50
Листя	0,75	2,77	0,51	0,29	0,06	1,08	19,1	1,54
Коріння	0,32	2,02	0,41	0,19	0,02	0,79	8,2	1,28
<i><math>N_{60}P_{90}K_{160}</math></i>								
Ягода	0,04	0,39	0,06	0,02	0,07	0,25	1,4	0,21
Листя	0,30	0,31	0,44	0,39	0,05	0,20	9,4	3,96
Коріння	0,17	1,18	0,20	0,10	0,02	0,76	5,3	1,09

## 3. Вміст важких металів у ягодах суниці, 2013 р.

Продукція	Вміст солей важких металів, мг/кг			
	Мідь	Свинець	Кадмій	Цинк
Ягода суниці	1,10	0,22	0,003	1,88
МБВ	5,0	0,4	0,03	10,0

у листі — 36%, у ягодах — 33% у порівнянні з варіантом без добрив.

Інтенсивність міграції радіонуклідів з ґрунту в рослину суниці оцінювали за коефіцієнтом переходу (КП), який визначали за такою формулою:

$$\text{КП} = \frac{\text{Бк/кг у продукції}}{[\text{кБк/м}^2]} \quad (1)$$

та коефіцієнтом накопичення (КН):

$$\text{КН} = \frac{\text{Бк/кг у продукції}}{[\text{Бк/кг у ґрунті}]} \quad (2)$$

Як свідчать результати досліджень, коефіцієнт переходу (КП) — цезію в з ґрунту у ягоди суниці був у 2,25 раза нижчий на удобрених варіантах, в листках у 2,5 раза, а в корінні в 1,9 раза нижчий відповідно до контролю (без добрив) табл. 2.

За внесення підвищеної норми мінеральних добрив  $N_{60}P_{90}K_{160}$  є небезпека забруднення продукції важкими металами. Проведені нами аналітичні дослідження засвідчили, що вміст важких металів у ягодах суниці відповідає медико-біологічним вимогам і не перевищує ГДК (табл. 3).

## ВИСНОВКИ

Вирощування суниці сорту *Сельва* на радіоактивно забрудненому дерново-підзолистому ґрунті зі щільністю забруднення  $^{137}\text{Cs}$  30–40 Кі/км<sup>2</sup> за системи удобрення  $N_{60}P_{90}K_{160}$  на провапнованому фоні, в середньому за роки досліджень, забезпечило зменшення активності  $^{137}\text{Cs}$  у кореневій системі в 2,6 раза, у листі — на 36%, у ягодах — 33% порівня-

но з варіантом без добрив, а вміст важких металів у ягодах суниці відповідає медико-біологічним вимогам і не перевищує ГДК.

В екстремальних погодних умовах рівень забруднення ягід  $^{137}\text{Cs}$  перевищує ДР-2006 на 10–64 Бк/кг. За оптимального вологозабезпечення вміст  $^{137}\text{Cs}$  в ягодах у 3,5 раза (20 Бк/кг) нижчий допустимого рівня.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Методические указания по определению содержания стронция-90 и цезия-137 в почвах и растениях. — М.: ЦИНАО, 1985. — 64 с.
2. Методика проведення польових досліджень з плодовими культурами. — К., 1996. — 41 с.
3. Ясковець І.І. Модель міграції радіонуклідів у системі ґрунт–рослина /І.І. Ясковець, Р.О. Тарасенко, Н.М. Протас // Наук. вісн. НАУ. — 2004. — Вип. 77. — С. 80–93.
4. Протас Н.М. Моделювання міграції мікроелементів у системі ґрунт–рослина / Н.М. Протас // Автореферат кандидатської дисертації к.с.-г. н. — К., 2004. —18 с.
5. Milington J. Quirk. Permeability of porous solids / J. Milington // Science. — 1961. — V. 132. — P. 1200–1207.