

УДК [633.22:631.51]:504.5:628.4.047

ВПЛИВ СПОСОБУ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ НАКОПИЧЕННЯ ЦЕЗІЮ-137 У ВЕГЕТАТИВНІЙ МАСІ ГРЯСТИЦІ ЗБІРНОЇ (*DACTYLIS GLOMERATA L.*)

І. Дідур, д. с.-г. н.

ORCID ID: 0000-0002-6612-6592

О. Алексєєв, к. с.-г. н.

ORCID ID: 0000-0001-5807-4932

Вінницький національний аграрний університет

Р. Лотоцький, аспірант

ORCID ID: 0009-0007-7143-6070

О. Бальковський, аспірант

ORCID ID: 0009-0003-9368-9539

Львівський національний університет природокористування

<https://doi.org/10.31734/agronomy2024.28.036>

Дідур І., Алексєєв О., Лотоцький Р., Бальковський О. Вплив способу обробітку ґрунту на інтенсивність накопичення цезію-137 у вегетативній масі грястиці збірної (*DACTYLIS GLOMERATA L.*)

Техногенна діяльність спричинила забруднення компонентів навколишнього середовища, зокрема природних лук, різними токсикантами. Враховуючи низьку ефективність агротехнологічних заходів для покращання природних лук, ці угіддя – найкритичніші для виробництва якісної та безпечної рослинної сировини. Зауважено, що особливого техногенного навантаження природні луки зазнали внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС, що призвело до їхнього забруднення радіонуклідами, серед яких цезій-137 є одним із найнебезпечніших через високу здатність до міграції в системі ґрунт-рослини. Наведено результати досліджень впливу способу обробітку ґрунту природних лук після 38-річного періоду після аварії на Чорнобильській АЕС за їхнього поліпшення щодо інтенсивності накопичення цезію-137 у вегетативній масі грястиці збірної.

Дослідження проводили в умовах Лісостепу Правобережного на території Вінниччини, на сірих лісових ґрунтах природних луків, які протягом зазначеного періоду не зазнавали окультурення. Для реалізації поставленої мети використали два варіанти дослідів, кожен з яких передбачав чотири повторення. Площа кожної ділянки становила 25 м². Перший варіант досліджень передбачав дискування ґрунтів на глибину 10-14 см, а другий – оранку на глибину 22-24 см. Переорювання та дискування виконували в осінній період. Перед посівом трав навесні проводили передпосівну культивування та боронування.

Ґрунт для радіологічних досліджень відбирали методом конверту в п'яти точках по 0,5 кг з кожної ділянки на глибині 10 см. Вегетативну масу грястиці збірної відбирали методом точкових проб із загальної партії, отриманої перед початком фази бутонізації, на площі 1 м² для кожного варіанта досліджень та його окремих повторень. Уміст цезію-137 у ґрунті та вегетативній масі грястиці збірної визначали за допомогою гамма-спектрометра СЕГ-05.

Виявлено, що при дискуванні природних луків на глибину до 14 см вміст цезію-137 у 10-сантиметровому прошарку ґрунту знизився на 5,6 %, тоді як при переорюванні на глибину до 24 см його вміст зменшився у 2,07 рази. Обробіток природних лук позитивно вплинув на зниження інтенсивності накопичення цезію-137 у вегетативній масі грястиці збірної. За умов дискування ґрунтів на глибину до 14 см вміст цезію-137 у вегетативній масі зменшився на 11,0 %, тоді як при оранці на глибину до 24 см – на 44,1 %. Ці результати підкреслюють важливість агрономічних заходів для покращання якості рослинної сировини в умовах забруднення угідь.

Ключові слова: цезій-137, забруднення, радіонукліди, коефіцієнт накопичення, луки, дискування, оранка.

Didur I., Aliksieiev O., Lototskyi R., Balkovskyi O. Influence of soil cultivation method on the intensity of cesium-137 accumulation in the vegetative mass of *Dactylis glomerata* (*Dactylis glomerata L.*)

Technogenic activities have led to the contamination of various environmental components, including natural meadows, with various toxic substances. Given the limited effectiveness of agrotechnological measures to improve these natural meadows, they are among the most critical areas for producing high-quality and safe plant raw materials. Natural meadows endured significant technogenic stress due to the Chornobyl nuclear power plant accident, resulting in contamination with radionuclides, notably cesium-137, which is particularly dangerous due to its high mobility in the soil-plant system.

This article presents research findings on the impact of different soil tillage methods on natural meadows, 38 years after the Chornobyl accident, specifically regarding the accumulation of cesium-137 in the vegetative mass of *Dactylis glomerata*.

The study was conducted in the Right-Bank Forest-Steppe of Vinnytsia region, on gray forest soils of natural meadows that had not been cultivated during this period. Two research variants were implemented, each with four repetitions, using 25 m² plots. The first variant involved disking the soil to a depth of 10-14 cm, while the second involved plowing to a depth of 22-24 cm. Both processes were performed in the autumn. Before sowing the grasses in the spring, pre-sowing cultivation and harrowing were carried out.

Soil samples for radiological analysis were collected using the envelope method from five points, with each sample weighing 0.5 kg, and taken from a depth of 10 cm. The vegetative mass of *Dactylis glomerata* was collected through spot sampling from an area of 1 m² for each research variant and its repetitions, before the beginning of the budding phase. The content of cesium-137 in both the soil and the vegetative mass of *Dactylis glomerata* was measured using a SEG-05 gamma spectrometer.

The findings revealed that disking the natural meadows to a depth of 14 cm reduced the cesium-137 content in the 10-cm soil layer by 5.6%, while plowing to a depth of 24 cm decreased it by 2.07 times. Soil treatment of the natural meadows positively impacted the reduction of cesium-137 accumulation in the vegetative mass of *Dactylis glomerata*. Disking to a depth of 14 cm reduced the cesium-137 content in the vegetative mass by 11.0% while plowing to a depth of 24 cm reduced it by 44.1%.

These results underscore the significance of agronomic practices for enhancing the quality of plant raw materials in contaminated land conditions.

Keywords: cesium-137, contamination, radionuclides, accumulation factor, meadows, disking, ploughing.

Постановка проблеми. Різкі зміни природно-кліматичних факторів в умовах Лісостепу правобережного, зокрема зниження рівня опадів та аномально високі температури, призвели до значного зниження врожайності травостою природних луків. У зв'язку з цим частину придатних до механічного обробітку луків переведено під культурне лугівництво, що характерно більшими продуктивністю та ефективністю.

Протягом останніх десятиліть луки зазнали значного антропогенного впливу, що спричинило накопичення різних токсичних речовин, зокрема радіонуклідів, у верхніх шарах ґрунту, які потрапили в екосистему внаслідок аварії на Чорнобильській атомній електростанції [1; 2; 7].

Радіонукліди, перебуваючи в обмінній формі, переміщуються з ґрунту до рослинності, що негативно впливає на її якість та безпеку [3; 6]. Використання такої рослинності, вирощеної на забруднених територіях як кормової сировини, призводить до накопичення радіонуклідів у продукції тваринництва, що, натомість, може підвищувати рівень опромінення населення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Встановлено, що інтенсивність накопичення радіонуклідів рослинністю значною мірою залежить від умов вирощування, вологості ґрунту та глибини розміщення кореневої системи в певному прошарку ґрунту. Зауважено помітну різницю в концентрації радіонуклідів між рослинністю на окультурених та природних пасовищах [9]. Найвищий рівень накопичення радіонуклідів зафіксовано у бобових

травях, тоді як у злакових він суттєво нижчий, інколи різниця може сягати кількох десятків разів.

Механічний обробіток ґрунтів природних луків та їхнє культурне використання призводить до переміщення різних токсикантів із верхніх, найзабрудненіших прошарків, у глибші, що певною мірою може впливати на надходження їх до кореневої системи рослин, впливаючи на якість отриманої продукції [8]. Тому є потреба в дослідженнях, які б оцінювали наслідки механічного обробітку природних луків на концентрацію токсикантів у ґрунті та вегетативній масі.

Грястиця збірна (*Dactylis glomerata* L.) – багаторічна злакова рослина. Має добре розвинену кореневу систему, яка здатна проникати в ґрунт на глибину до 1 м, що, натомість, дозволяє легше переносити посуху. Слід також зауважити, що рослина не витримує надмірного зволоження. Затоплення більше ніж 12 днів може призвести до забелі грястиці збірної. Культура – досить тіньовитривала та морозостійка, однак погано переносить ранні весняні заморозки та брак снігового покриву. Відомо, що грястиця збірна найкраще проростає на суглинкових та карбонатних ґрунтах із достатньою кількістю перегною, проте є непридатною для вирощування на піщаних ґрунтах [5; 10; 11].

Грястиця збірна – багатоукісна рослина, характерна високою врожайністю вегетативної маси. Її широко використовують як кормову сировину для всіх видів худоби як на пасовищі, так і для заготівлі сіна. В урожаї грястиці збірної листя становить близько 80 %, що забезпечує високу кормову цінність на ранніх стадіях розвитку. Рослина також

відзначається високою поживністю: у 100 кг сіна міститься 3–4 кг перетравного протеїну, а її трава містить більше цукру, ніж інші злаки [4]. За сприятливих умов урожай сіна грядиці збірної може сягати 80 ц/га.

Постановка завдання. Дослідження проводили в умовах Лісостепу Правобережного на території Вінниччини на сірих лісових ґрунтах природних луків, на яких не було окультурення після аварії на Чорнобильській АЕС (1986 рік).

Для реалізації поставленої мети використали два варіанти досліду, кожен з яких передбачав чотири повторності. Кожна ділянка займала площу 25 м².

Перший варіант досліджень передбачав дискування ґрунтів на глибину 10–14 см, другий – оранку на глибину 22–24 см. Переорювання та дискування проводили в осінній період. Перед посівом трав у весняний період проводили передпосівну культивування та боронування.

Ґрунт для радіологічних досліджень відбирали методом конверту у п'яти точках по 0,5 кг з кожної ділянки на глибині 10 см. Вегетативну масу грядиці збірної відбирали методом точкових проб із загальної партії, отриманої перед початком фази бутонізації, на площі 1 м² для кожного варіанта досліджень та окремих його повтореннях.

Уміст цезію-137 у ґрунтах та грядиці збірної визначали у сертифікованій лабораторії гамма-спектрометром СЕГ-05.

Коефіцієнт накопичення визначали за формулою:

$$K_{\text{нак.}} = \frac{\text{Питома активність радіонуклідів у продукції}}{\text{Питома активність радіонуклідів у ґрунті}}$$

Коефіцієнт небезпеки – за формулою:

$$K_{\text{неб.}} = \frac{\text{Питома активність радіонуклідів у продукції}}{\text{ДР 2006}}$$

Біометричну обробку отриманих результатів досліджень проводили з урахуванням середнього арифметичного значення (M), середнього квадратичного відхилення (m) та достовірності різниці середніх значень (критерій P). Для позначення ймовірності в таблицях використовують умовні позначення: $p < 0,05^*$; $p < 0,01^{**}$; $p < 0,001^{***}$.

Виклад основного матеріалу. Результати досліджень щодо вмісту цезію-137 у 30-сантиметровому прошарку ґрунту (рис. 1) показали, що найбільша його концентрація була на глибині 10 см.

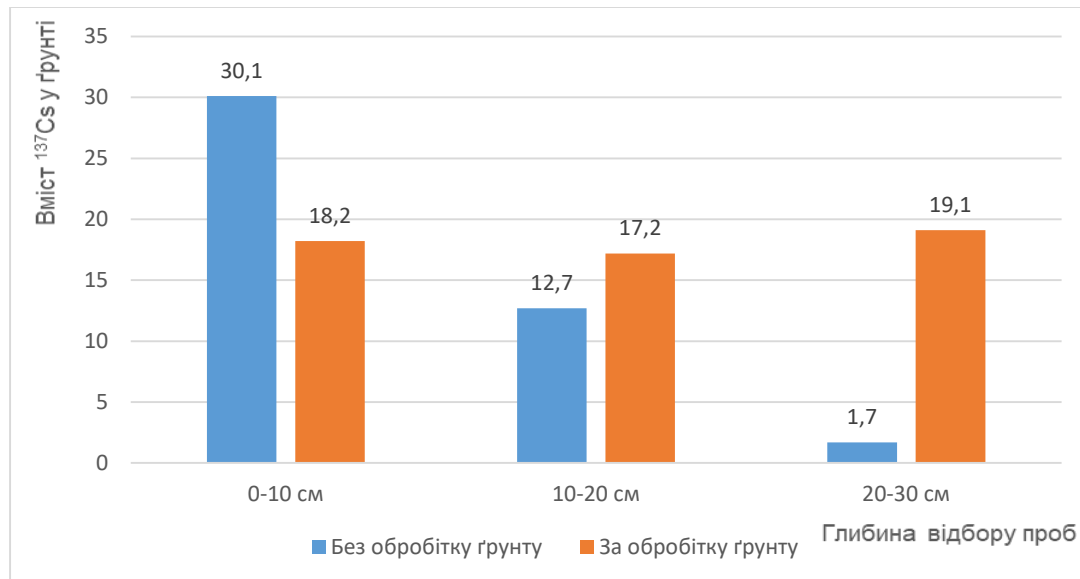


Рис. 1. Розподіл цезію-137 по вертикалі ґрунтового середовища

Аналіз ґрунтів на більшій глибині виявив значне зниження вмісту цезію-137. На глибині 10–20 см його концентрація зменшилася у 2,3 раза, а на глибині 20–30 см – у 17,7 раза порівняно з 10 см шаром ґрунту. Це свідчить про те, що основна маса цезію-137 зосереджується у верхньому десятисантиметровому прошарку ґрунту.

За результатами досліджень встановлено (табл. 1), що вміст цезію-137 у десятисантиметровому прошарку ґрунту змінився після його переорювання. Ці зміни вказують на вплив механічної обробки на перерозподіл радіонуклідів у ґрунті.

Таблиця 1

Зміни цезію-137 у 10 см прошарку ґрунту за різної обробки, Бк/кг, (n=4, M±m)

Варіант досліджу	Особливості обробітку ґрунту природних луків	Вміст цезію-137 у ґрунті	Середнє у варіантах
I	Без обробітку	37,4	33,9 ± 3,06
		31,7	
		36,5	
		30,2	
II	Дискування (13–14 см)	36,4	32,0 ± 2,52
		30,5	
		30,5	
		30,7	
III	Оранка (22–24 см)	17,2	16,3 ± 1,54***
		15,1	
		14,6	
		18,4	

Перед обробітком ґрунту вміст цезію-137 становив 38,6 Бк/кг. Після дискування цей показник знизився лише на 5,6 %, тоді як після оранки – зменшився у 2,07 раза ($p \leq 0,001$). Це свідчить про

значно ефективніший вплив оранки на зниження концентрації цезію-137 у ґрунті порівняно з дискуванням (табл. 2).

Таблиця 2

Вміст цезію-137 у вегетативній масі грядиці збірної, Бк/кг (n=4, M±m)

Варіант досліджу	Особливості обробітку ґрунту природних лук	Вміст цезію-137 у вегетативній масі	У середньому у варіантах
I	Без обробітку	16,2	16,3 ± 0,25
		16,7	
		16,0	
		16,2	
II	Дискування 13–14 см	15,2	14,5 ± 0,47
		14,3	
		14,0	
		14,4	
III	Оранка 22–24 см	7,0	7,2 ± 0,3
		6,8	
		7,6	
		7,4	

Переорювання та використання природних лук під культурне луківництво позитивно впливають на зниження транслокації цезію-137 у вегетативну масу грядиці збірної. При дискуванні ґрунтів природних лук на глибині до 14 см спостерігається тенденція до зниження міграції цезію-137 у вегетативну масу грядиці збірної на 11,0 %, тоді як при оранці ґрунтів цей показник був значно вищий та склав 44,1 %.

Виявлено також зміни в коефіцієнтах накопичення цезію-137 у вегетативній масі грядиці

збірної (рис. 2) за обробітку та окультурення природних лук. Так, за дискування та оранки природних лук коефіцієнт накопичення цезію-137 знизився на 6,2 % та 8,3 % відповідно.

Це свідчить про те, що поліпшення природних лук призводить до вертикального перерозподілу цезію-137 у ґрунтовому середовищі, що зменшує надходження цього радіонукліда трофічним шляхом до вегетативної маси грядиці збірної.

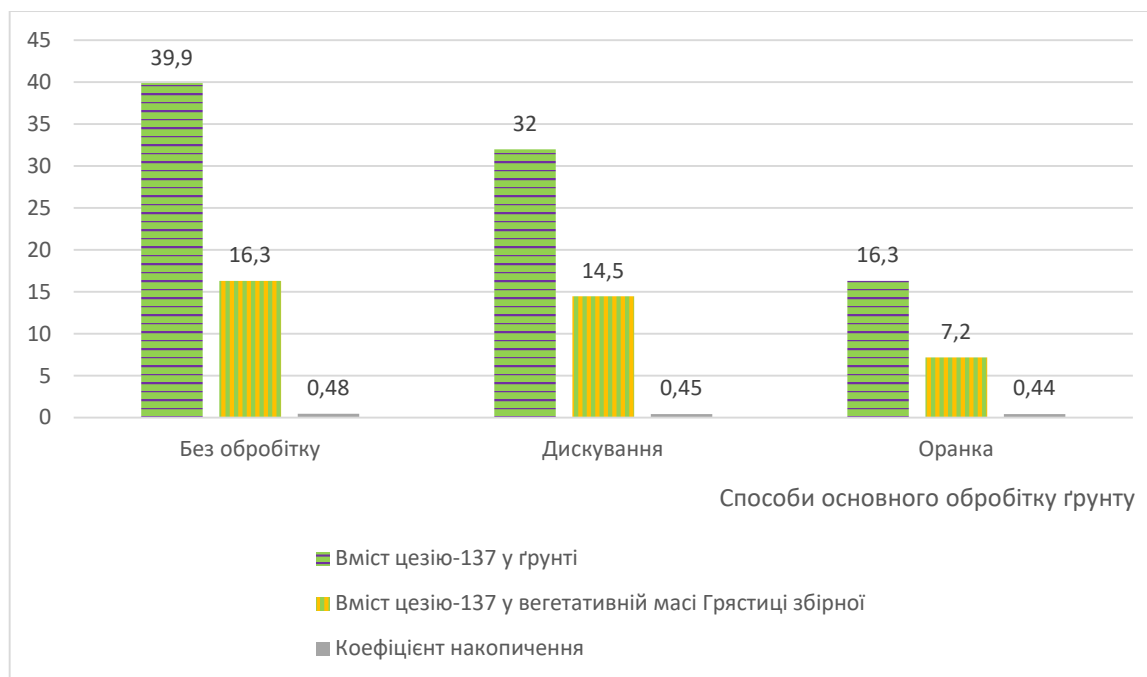


Рис. 2. Коефіцієнт накопичення цезію-137 у вегетативній масі грядиці збірної

Аналізуючи коефіцієнт небезпеки цезію-137 у вегетативній масі грядиці збірної (рис. 3), необхідно зауважити, що цей показник не перевищував межі 1,0. Водночас коефіцієнт небезпеки цезію-137

у вегетативній масі грядиці збірної, вирощеної за дискування та оранки природніх лук, був нижчий у 1,12 і 2,25 разів відповідно, порівняно з неокультуреними угіддями.

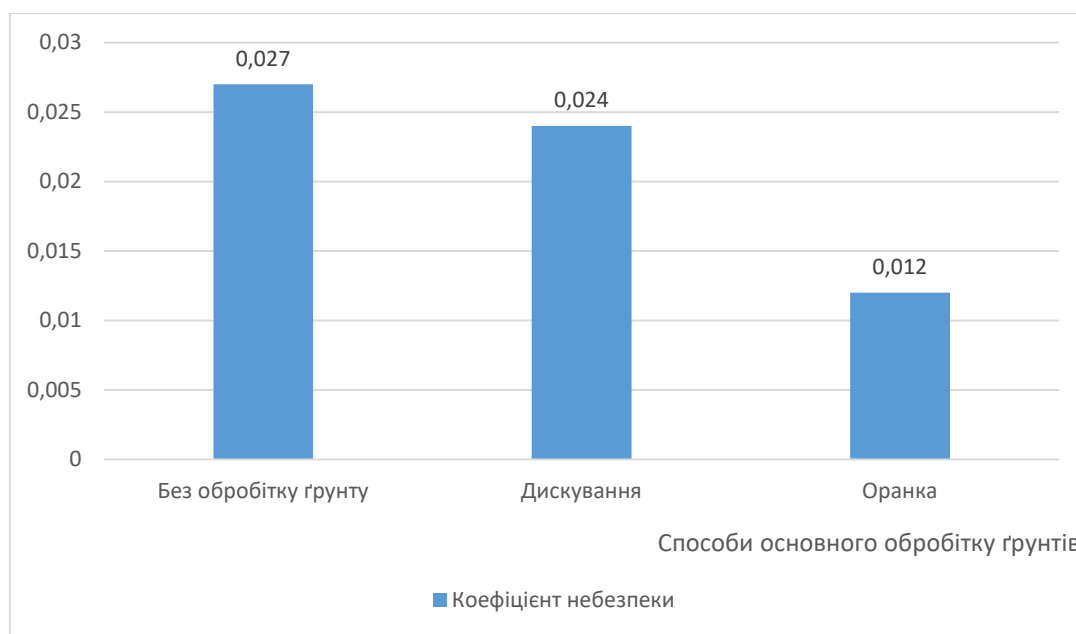


Рис. 3. Коефіцієнт небезпеки цезію-137 у вегетативній масі грядиці збірної

Висновки. За окультурення природніх лук, які потрапили під радіоактивне забруднення цезієм-137 унаслідок аварії на Чорнобильській АЕС, спостерігався певний перерозподіл цього радіонукліда по вертикалі ґрунту та зниження його у 2,07

раза у 10-сантиметровому прошарку ґрунту після переорювання.

Окультурення природніх лук із застосуванням оранки (22–24 см) сприяло зниженню цезію-137 у вегетативній масі грядиці збірної на 44,1 %.

Бібліографічний список

1. Булавін Л. А., Пророк В. В., Мельниченко Л. Ю., Липська А. І. Надходження цезію та стронцію з ґрунту до рослини в природних умовах. *Доповіді Національної академії наук України*. 2008. № 10. С. 186–190.
2. Грабак Н. Х. Специфіка використання забруднених радіонуклідами ґрунтів у сільськогосподарському виробництві. *Наукові праці Чорноморського державного університету імені Петра Могили комплексу "Києво-Могилянська академія". Серія : Екологія*. 2016. Т. 288, Вип. 276. С. 71–74.
3. Гудков І. М., Гайченко В. А., Кашпаров В. О. Сільськогосподарська радіоекологія: підручник. Київ: Ліра-К, 2017. 268 с.
4. Машак Я. І., Мізерник Д. І. Урожайність вироджених травостоїв залежно від всіяних видів і норм бобових багаторічних трав. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 9. С. 16–19.
5. Оліфірович В. О. Продуктивність багаторічних агрофітоценозів залежно від складу травосумішок і режиму їх використання. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 3. С. 13–17.
6. Паренюк О. Ю., Сімутін І. О., Самофалова Д. О. Визначення основних метрик різноманіття мікробіомів забруднених радіонуклідами ґрунтів. *Біоресурси і природокористування*. 2018. Т. 10, № 5–6. С. 77–81.
7. Прістер Б. Проблеми радіаційного захисту населення на територіях, забруднених унаслідок аварії на Чорнобильській АЕС. *Вісник Національної академії наук України*. 2011. № 4. С. 3–11.
8. Романчук Л. Д., Лопатюк О. В., Ковальова С. П. Радіологічна оцінка продуктів харчування мешканців радіоактивно забруднених територій у віддалений період після аварії на ЧАЕС. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2016. № 2 (1). С. 11–16.
9. Савченко Ю. І., Савчук І. М., Савченко М. Г., Костанецька Ю. В. Екологічний моніторинг якості кормів зони радіоактивного забруднення. *Агропромислове виробництво Полісся*. 2011. Вип. 4. С. 93–96.
10. Popay I. *Dactylis glomerata* (cocksfoot). *CABI Compendium*. 2022. 17618. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.17618>.
11. Zhang C., Cai K., Li M., Zheng J. J., & Han Y. Plant-Growth-Promoting Potential of PGPE Isolated from *Dactylis glomerata* L. *Microorganisms*. 2022. 10. 731. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10040731>.

Стаття надійшла 16.09.2024