

В. А. Горбань¹✉, К. М. Божко²

¹*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара,
просп. Гагаріна, 72, м. Дніпро, Україна, 49010*

²*Дніпровський державний технічний університет,
вул. Дніпробудівська, 2, м. Кам'янське, Дніпропетровська обл.,
Україна, 51918*

ПРИРОДНА РАДІОАКТИВНІСТЬ ҐРУНТІВ БАЙРАКУ ВІЙСЬКОВОГО

Концентрація природних радіонуклідів у ґрунті, які визначають величину його природної радіоактивності, змінюється в широких межах і залежить від інтенсивності ґрунтоутворювальних процесів, а також визначається типом ґрунту. У результаті дослідження особливостей природної радіоактивності ґрунтів байраку Військового (південний варіант байрачних лісів) встановлено, що верхні горизонти Н1 та Н2 чорнозему звичайного північної експозиції відрізняються збільшеними величинами природної радіоактивності порівняно з нижніми горизонтами НРк та Рк, що зумовлено більшим умістом органічних речовин у верхніх горизонтах, які активно адсорбують радіонукліди. Елювіальні горизонти (Н1el, Н2el та Н3el) чорнозему лісового північної експозиції характеризуються зменшеними величинами природної радіоактивності порівняно з ілювіальними горизонтами та материнською породою (Нil, Phil та Р), що зумовлено особливостями перерозподілу мулистої фракції, яка здатна зв'язувати значні кількості радіонуклідів. Горизонтам Н1el та Н2el лучно-лісового ґрунту тальвегу властиві збільшені величини природної радіоактивності порівняно з горизонтами Н3el та Нil. Ілювіальні горизонти Нil та Phkil чорнозему лісового південної експозиції характеризуються збільшеними величинами природної радіоактивності порівняно з елювіальними горизонтами Н1el, Н2el та Н3el. Мінімальні величини природної радіоактивності в чорноземі звичайному південної експозиції виявлено у верхніх горизонтах Н1 та Н2, максимальна величина пов'язана з горизонтом Рк. Максимальні величини природної радіоактивності серед верхніх горизонтів досліджених ґрунтів характерні для лучно-лісового ґрунту тальвегу та чорнозему лісового південної експозиції, мінімальні – для чорнозему звичайного південної експозиції та чорнозему лісового північної експозиції. Уміст органічних речовин відіграє вирішальну роль у профільному розподілі величин природної радіоактивності для чорнозему звичайного північної експозиції та лучно-лісового ґрунту тальвегу, розподіл мулистої фракції – для чорноземів лісових північної та південної експозицій, а також для чорнозему звичайного південної експозиції.

Ключові слова: радіоактивність, органічні речовини, мулиста фракція, чорнозем звичайний, чорнозем лісовий, лучно-лісовий ґрунт, байрак.

✉ E-mail: vad01@ua.fm

V. A. Gorban¹✉, K. M. Bozhko²¹*Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine*²*Dnipro State Technical University, Dnipropetrovsk region, Ukraine***NATURAL RADIOACTIVITY OF THE SOILS
OF THE VOYSKOVY RAVINE**

The concentration of natural radionuclides in the soils, which determine the amount of its natural radioactivity, varies widely and depends on the intensity of soil-forming processes, and is also determined by the type of soils. As a result of the study of the natural radioactivity of the soils of the Voyskovy ravine (southern variant of the ravine forest), it was established that the upper horizons H1 and H2 of the ordinary chernozem of the northern exposure differ in increased values of natural radioactivity compared to the lower horizons HPk and Pk, which is caused by a higher content of organic substances in the upper horizons, which actively adsorb radionuclides. The eluvial horizons (H1el, H2el and H3el) of the forest chernozem of the northern exposure are characterized by reduced values of natural radioactivity compared to the eluvial horizons and the parent rock (Hil, Phil and P), which is due to the peculiarities of the redistribution of the silty fraction, which are able to bind significant amounts of radionuclides. Horizons H1el and H2el of meadow-forest soil of the thalweg are characterized by increased values of natural radioactivity compared to horizons H3el and Hil. Illuvial horizons Hil and Phkil of the forest chernozem of the southern exposure are characterized by increased values of natural radioactivity compared to eluvial horizons H1el, H2el and H3el. The minimum values of natural radioactivity in ordinary chernozem of the southern exposure were found in the upper horizons H1 and H2, the maximum value is associated with the Pk horizon. The maximum values of natural radioactivity among the upper horizons of the studied soils are characteristic of the meadow-forest soil of the thalweg and the forest chernozem of the southern exposure, the minimum values are for the ordinary chernozem of the southern exposure and the forest chernozem of the northern exposure. The content of organic substances plays a decisive role in the profile distribution of natural radioactivity values for the ordinary chernozem of the northern exposure and the meadow-forest soil of the thalweg, the distribution of the silty fraction – for the forest chernozems of the northern and southern exposures, as well as for the ordinary chernozem of the southern exposure of the ravine.

Key words: radioactivity, organic substances, silty fraction, ordinary chernozem, forest chernozem, meadow-forest soil, ravine.

Вступ

Концентрація природних радіонуклідів у ґрунті змінюється в широких межах і залежить від інтенсивності ґрунтоутворювальних процесів. У ґрунтовому покриві найбільше міститься радіоактивного калію (до 2,5 % його маси), тоді як урану, торію чи радію у сотні й мільйони разів менше [7]. Уміст радіоактивних речовин змінюється залежно від типу ґрунту. Різниця в концентрації радіонуклідів також залежить від повноти їхнього поглинання (сорбції) ґрунтовим комплексом і стійкості закріплення в поглиненому стані. На інтенсивність сорбційних процесів у ґрунтах впливає їхній гранулометричний склад. Накопичення ¹³⁷Cs і ⁹⁰Sr

зумовлене не лише розміром фракцій частинок, їхнім хімічним складом, але й різним мінеральним складом. Найвищі рівні техногенного забруднення ^{137}Cs і ^{90}Sr спостерігаються на дерново-підзолистих ґрунтах, дещо менші – на сірих лісових ґрунтах і найнижчі – на чорноземах. Техногенні радіонукліди надходять у ґрунтовий покрив переважно з атмосфери [8]. Інтенсивне поглинання ґрунтами радіонуклідів перешкоджає їхньому вертикальному пересуванню по ґрунтовому профілю та проникненню в ґрунтові води і підстилаючі гірські відклади [13]. Так, радіоактивні елементи на природних луках, сіножатях і пасовищах затримуються у верхньому шарі завтовшки 0–5 см, а на ріллі переважно в орному шарі [8]. З ґрунту радіонукліди надходять відповідно їх рухливості, що на піщаних і супіщаних ґрунтах набагато вище, ніж на глинистих і суглинстих. Так, на дерново-підзолистих ґрунтах у рослини переходить більше радіонуклідів, ніж на ґрунтах чорноземного типу [14].

Фізико-хімічні властивості впливають на характер процесу ґрунтоутворення, родючість ґрунту та розвиток рослин. Значна кількість радіонуклідів уже в перші роки після переміщення в ґрунт досить міцно фіксується. На перший погляд їх міграція має визначатися співвідношенням водорозчинної, обмінної та інших форм. Відомо, що чим більше водорозчинних і обмінних форм радіонуклідів у ґрунті, тим швидше вони рухаються. Але після того як радіонукліди потрапили у ґрунт, із ними відбуваються різноманітні процеси, що змінюють їх рухливість. Радіоактивні частинки, потрапляючи на поверхню ґрунту, втягуються в процеси вертикальної міграції в глибину ґрунту, які мають суттєве значення. Це зумовлює зниження потужності дози випромінювання радіонуклідів над поверхнею ґрунту, зменшення їх вторинного переносу вітром та поверхневими водами. Водночас може значно змінюватися кількість радіонуклідів, що надходять у рослини, переходять у ґрунтові води. Швидкість вертикального перенесення радіонуклідів у ґрунті значною мірою визначається властивостями радіонуклідів, механічним та мінералогічним складом ґрунту, його агрохімічними характеристиками, кількістю атмосферних опадів [18].

Метою нашої роботи є встановлення особливостей природної радіоактивності ґрунтів байраку Військового, який відноситься до південного варіанту байрачних лісів [2].

Матеріали та методи дослідження

Детальний опис пробних площ та ґрунтових розрізів наведено в наших попередніх роботах [3, 5].

Дослідження величини природної бета-радіоактивності виконувалися з використанням приладу УМФ-1500 в лабораторії біоенергетики та радіоекології кафедри геоботаніки, ґрунтознавства та екології та Науково-дослідного інституту біології Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара. Для визначення природної радіоактивності використовувалися зразки золи, яку отримали шляхом спалювання зразків ґрунтів у муфельній печі протягом 5 годин при температурі 450 °С. Спалювався ґрунтовий зразок масою 3 г [4]. Після зважування золи розраховувався коефіцієнт озолення, який відображає співвідношення маси золи та маси ґрунту. Цей коефіцієнт ураховувався під час визначення величини природної радіоактивності ґрунтових зразків [6].

Результати та їх обговорення

У результаті виконаних досліджень встановлено, що мінімальна величина коефіцієнта озолення (0,90) для чорнозему звичайного північної експозиції властива горизонту Н1, з глибиною спостерігається збільшення його величин (табл. 1). Верхні горизонти Н1 та Н2 відрізняються збільшеними величинами природної радіоактивності (908,6 та $926,4 \times 10^{-10}$ кюрі/кг відповідно) порівняно з нижніми горизонтами НРк та Рк (902,4 та $885,1 \times 10^{-10}$ кюрі/кг відповідно), що зумовлено більшим умістом органічних речовин у верхніх горизонтах, які активно адсорбують радіонукліди [6, 9–11].

Таблиця 1

Природна радіоактивність золи ґрунтів байраку Військового

Генетичний горизонт	Глибина, см	Коефіцієнт озолення	Радіоактивність, 10^{-10} кюрі/кг
Чорнозем звичайний північної експозиції			
Н1	0–10	0,90	908,6±35,7
Н2	10–38	0,92	926,4±32,2
НРк	38–70	0,93	902,4±35,7
Рк	70–150	0,94	885,1±31,5
Чорнозем лісовий північної експозиції			
Н1el	0–10	0,88	833,8±32,8
Н2el	10–30	0,90	881,1±41,5
Н3el	30–50	0,90	816,4±32,7
Нil	50–100	0,93	962,8±36,2
Phil	100–150	0,94	933,3±38,8
Р	150–170	0,95	937,7±35,8
Лучно-лісовий ґрунт тальвегу			
Н1el	0–10	0,89	1023,4±30,3
Н2el	10–40	0,92	1009,0±34,1
Н3el	40–70	0,92	867,7±38,9
Нil	70–100	0,92	868,2±27,3
Чорнозем лісовий південної експозиції			
Н1el	0–10	0,88	931,1±24,8
Н2el	10–34	0,90	865,2±29,6
Н3el	34–54	0,92	859,1±35,9
Нil	54–92	0,93	946,3±35,2
Phkil	92–120	0,93	950,2±37,0
Рк	120–150	0,94	901,5±21,1
Чорнозем звичайний південної експозиції			
Н1	0–10	0,90	827,2±20,4
Н2	10–36	0,93	856,6±28,0
Н3	36–66	0,93	922,9±27,5
НРк	66–84	0,93	899,2±26,7
Рк	84–150	0,93	1136,5±39,3

У чорноземі лісовому північної експозиції горизонт H1el відрізняється мінімальною величиною коефіцієнта озолення (0,88) порівняно з іншими генетичними горизонтами, максимальна його величина (0,95) пов'язана з горизонтом Р. Елювіальні горизонти (H1el, H2el та H3el) характеризуються зменшеними величинами природної радіоактивності порівняно з ілювіальними горизонтами та материнською породою (Hil, Phil та P), що зумовлено особливостями перерозподілу мулистій фракції, які здатні зв'язувати значні кількості радіонуклідів [1, 16], за ґрунтовим профілем внаслідок прояву процесу лесиважу [12, 15, 17].

Мінімальна величина коефіцієнта озолення (0,89) в лучно-лісовому ґрунті тальвегу виявлена в горизонті H1el. Горизонтам H1el та H2el лучно-лісового ґрунту тальвегу властиві збільшені величини природної радіоактивності (1023,4 та $1009,0 \times 10^{-10}$ кюрі/кг відповідно) порівняно з горизонтами H3el та Hil (867,7 та $868,2 \times 10^{-10}$ кюрі/кг відповідно). Це свідчить, що в цих умовах переважну роль в утримуванні радіонуклідів відіграє вміст органічних речовин, максимальна кількість яких зосереджена в поверхневих горизонтах лучно-лісового ґрунту тальвегу.

У чорноземі лісовому південної експозиції мінімальна величина коефіцієнта озолення (0,88) виявлена в горизонті H1el, з глибиною спостерігається поступове зростання його величин. Горизонт H1el відрізняється збільшеною величиною природної радіоактивності ($931,1 \times 10^{-10}$ кюрі/кг) порівняно з горизонтами H2el та H3el (865,2 та $859,1 \times 10^{-10}$ кюрі/кг відповідно). У цілому ілювіальні горизонти Hil та Phkil характеризуються збільшеними величинами природної радіоактивності ($946,3$ та $950,2 \times 10^{-10}$ кюрі/кг відповідно) порівняно з елювіальними горизонтами H1el, H2el та H3el.

Горизонт H1 чорнозему звичайного південної експозиції відрізняється мінімальною величиною коефіцієнта озолення (0,90). Мінімальні величини природної радіоактивності виявлено у верхніх горизонтах H1 та H2 ($827,2$ та $856,6 \times 10^{-10}$ кюрі/кг відповідно), максимальна величина пов'язана з горизонтом Pk ($1136,5 \times 10^{-10}$ кюрі/кг).

При порівнянні досліджених ґрунтів байраку Військового встановлено, що найменші величини коефіцієнта озолення властиві верхнім горизонтам чорноземів лісових північної та південної експозицій, а також лучно-лісовому ґрунту тальвегу, що свідчить про найбільше накопичення в них органічних речовин. Максимальні величини природної радіоактивності серед верхніх горизонтів досліджених ґрунтів характерні для лучно-лісового ґрунту тальвегу та чорнозему лісового південної експозиції, мінімальні – для чорнозему звичайного південної експозиції та чорнозему лісового північної експозиції.

Уміст органічних речовин відіграє вирішальну роль у профільному розподілі величин природної радіоактивності для чорнозему звичайного північної експозиції та лучно-лісового ґрунту тальвегу, розподіл мулистій фракції – для чорноземів лісових північної та південної експозицій, а також для чорнозему звичайного південної експозиції.

Висновки

1. Верхні горизонти ґрунтів байраку Військового характеризуються мінімальними величинами коефіцієнтів озолення, з глибиною спостерігається зростання його величин.

2. Максимальні величини природної радіоактивності серед верхніх горизонтів досліджених ґрунтів властиві лучно-лісовому ґрунту тальвегу та чорнозему лісовому південної експозиції, мінімальні – чорнозему звичайному південної експозиції та чорнозему лісовому північної експозиції.

3. Уміст органічних речовин найбільше впливає на профільний розподіл величин природної радіоактивності в чорноземі звичайному північної експозиції та лучно-лісовому ґрунті тальвегу, розподіл мулистої фракції – у чорноземах лісових північної та південної експозицій, а також у чорноземі звичайному південної експозиції.

Бібліографічні посилання

1. *Анненков Б. Н., Юдинцева Е. В.* Основы сельскохозяйственной радиологии. М.: Агропромиздат, 1991. 288 с.
2. *Бельгард А. Л.* Степное лесоведение. М.: Лесн. пром-сть, 1971. 336 с.
3. [Горбань В. А. Особливості теплофізичних властивостей ґрунтів байрачних біогеоценозів південного варіанту степової зони України // Екологія та ноосферологія. 2020. 31 \(2\). С. 82–86.](#)
4. [Горбань В. А. Природна радіоактивність ґрунтів байрачних біогеоценозів північного варіанту степової зони України // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. 2020. Вип. 49. С. 58–66.](#)
5. [Горбань В. А., Купцова К. С., Острянин Н. С., Тетюха О. Г. Особливості структурно-агрегатного складу едафотопів байрачних лісів південного варіанта степової зони України // Екологія та ноосферологія. 2020. 31\(1\). С. 16–22.](#)
6. *Гродзинский Д. М.* Естественная радиоактивность растений и почв. К.: Наук. думка, 1965. 216 с.
7. *Гродзинський Д. М.* Радіобіологія. К.: Либідь, 2001. 448 с.
8. *Іванов Є.* Радіаційна екологія: Навчально-методичний посібник. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 217 с.
9. *Краснов В. П., Орлов А. А., Бузун В. А., Ландин В. П., Шелест З. М.* Прикладная радиоэкология леса. Житомир: Полиссия, 2007. 680 с.
10. *Кулик А. Ф.* Содержание и закономерности распространения радионуклидов в почвах пойменных лесов Присамарского мониторинга // Вопросы степного лесоведения и лесной рекультивации земель. Д.: ДГУ, 1997. С. 37–40.
11. *Кулик А. Ф., Рева И. В.* Радиоактивность почв и растений природных и искусственных биогенотических Присамарского мониторинга // Мониторинговые исследования биогенотических катен степной зоны. Д.: ДГУ, 1995. С. 82–90.
12. *Нецветов М. В., Горбань В. А.* Экспериментальная модель вибрационного перемещения частиц в черноземе лесном // Ґрунтознавство. 2009. Т. 10, № 3-4 (15). С. 42–49.
13. [Нікітіна О. В. Екологічна оцінка ступеня забруднення чорнозему опідзоленого радіоактивними нуклідами за тривалого землекористування. Збірник наукових праць «Аґробіологія», 2021. № 1. С. 217–222.](#)
14. *Пристапа І. В.* Радіаційна екологія: Навчальний посібник для студентів III курсу біологічного факультету спеціальності “Екологія та охорона навколишнього середовища”. Запоріжжя: ЗНУ, 2007. 95 с.

15. **Травлев А. П., Resio Epejo J. M., Белова Н. А., Кузнецов Е. В., Балалаев А. К., Кузнецов В. Е.** Микроморфология лессиважных процессов в байрачных лесных черноземах степной зоны Украины // Грунтознавство. 2007. Т. 8, № 1-2. С. 6–24.
16. **Травлев А. П., Антоненко Т. М., Лындя А. Г.** Изучение естественной радиоактивности лесных биогеоценозов юго-востока УССР // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. Д.: ДГУ, 1975. Вып. 5. С. 13–19.
17. **Травлев А. П., Белова Н. А., Балалаев А. К.** Экология почвообразования лесных черноземов // Грунтознавство. 2008. Т. 9, № 1-2. С. 19–29.
18. **[Chorna, V. I., Ananieva, T. V.](#)** [The current radioecological condition of agricultural soils and grain products in Dnipropetrovsk region, Ukraine. Achievements of Ukraine and the EU in ecology, biology, chemistry, geography and agricultural sciences, 2021, 348–364.](#)

Надійшла до редколегії 12.10.2023 р.