РОЗДІЛ І
Фізична географія

УДК 911.2:631.44
DOI https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2024.3.01

Оксана Гаськевич
кандидат географічних наук, доцент, доцент кафедри агрохімії та ґрунтознавства,
Львівський національний університет природокористування
ogaskevych@gmail.com, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4354-3860

КОНЦЕПЦІЯ ҐРУНТОВОГО РІЗНОМАНІТТЯ У СУЧАСНОМУ ҐРУНТОЗНАВСТВІ

Анотація. У статті проаналізовано сучасне трактування поняття ґрунтового різноманіття у закордонному та українському ґрунтознавстві. Констатовано, що до визначення поняття «різноманіття ґрунтів» можна застосовувати класифікаційний, параметричний, генетичний та функціональний підходи. В українському ґрунтознавстві поняття ґрунтового різноманіття відповідає вченню про структуру ґрунтового покриву. Одиницями прояву ґрунтового різноманіття виступають як невеликі ґрунтові контури (поліпедони, елементарні ґрунтові ареали), так і ґрунтові асоціації, ландшафти (ґрунтові комбінації), регіони. Систематизовано сучасні напрями досліджень, пов'язані з вивченням ґрунтового різноманіття, зокрема моніторинг змін під впливом антропогенного навантаження, вплив глобальних змін клімату на різноманіття ґрунтів, використання показників неоднорідності ґрунтового покриву для картування ґрунтів і потреб точного землеробства.

Ключові слова: ґрунт, ґрунтове різноманіття, ґрунтовий покрив, структура ґрунтового покриву, неоднорідність, поліпедон.

Haskevych Oksana. THE CONCEPT OF PEDODIVERSITY IN MODERN SOIL SCIENCE

Abstract. The research of soil cover heterogeneity started to develop actively only in the second half of the twentieth century, so the issue of defining the concept of "soil diversity" (pedodiversity) and identifying quantitative criteria for its assessment has not been studied sufficiently. The purpose of the article is to analyze modern approaches to the interpretation of the concept of pedodiversity, to determine the criteria for its quantitative characterization. The scientific novelty of the publication consists in the comparison of terminology and the state of research on soil diversity in Ukraine and abroad, and the systematization of tendency of subsequent research.

Pedodiversity is manifested in the spatial variability of soil properties at a certain taxonomic level of classification. Therefore, the degree of pedodiversity manifestation depends on the chosen scale of research and classification system. It is stated that classification, parametric, genetic and functional approaches can be applied to the definition of the concept of "pedodiversity". In Ukrainian soil science, the concept of soil diversity corresponds to the doctrine of soil cover structure. The units of soil diversity are small soil contours (polypedones, elementary soil areas), soil associations, landscapes (soil combinations), and regions. To quantify soil diversity abroad, indicators of richness, abundance, entropy indices, as well as indicators characterizing the classification distance of different soil groups are used. Instead, in Ukraine, the quantitative assessment of the soil cover structure is carried out by indicators of the geometric structure of soil habitats, the degree of contrast and heterogeneity.

Modern research areas related to the study of soil diversity are systematized, including monitoring of changes under the influence of anthropogenic load, the impact of global climate change on soil diversity, and the use of soil cover heterogeneity indicators for soil mapping and precision agriculture.

Key words: soil, pedodiversity, soil cover, soil structure, heterogeneity, polypedon.

Актуальність теми дослідження. Ґрунт як невід'ємний компонент природного середовища виконує низку екосистемних функцій, забезпечуючи життя людини та функціонування екосистем загалом. Однією з особливостей ґрунтів є просторова мінливість їх властивостей, що впливає на кількісний та видовий склад живих організмів та, відповідно, різноманіття екосистем. При цьому ґрунти є не індивідуальними, «точковими» компонентами екосистеми, а формують специфічне просторове утворення – ґрунтовий покрив [12, с. 2]. Для територій із різними природними умовами ґрунтовий покрив характеризується різним компонентним складом та ступенем строкатості, що дає підстави виокремити таку його характеристику, як різноманіття.

Різносторонній вплив людини на довкілля зумовлює зменшення різноманіття в межах екосистем, їхнє спрощення та деградацію. В умовах сьогодення питання збереження біорізноманіття стоїть надзвичайно гостро й саме ґрунтовому покриву належить важлива роль у цьому процесі [15, с. 141]. Різноманіття екосистем загалом та живих організмів у межах екосистем зокрема прямо пов'язане з різноманіттям ґрунтів. На думку дослідників, «різноманітний ґрунтовий покрив є наріжним каменем різноманіття флори та фауни» [17], тому розуміння суті ґрунтового різноманіття, чинників його формування, адаптація методів його оцінювання є актуальним завданням сучасного ґрунтознавства.

Стан вивчення питання з аналізом основних праць. Поняття «різноманіття» тривалий час використовували в екологічних дослідженнях, проте воно стосувалося характеристики живих організмів – біорізноманіття. Мінливість абіотичних компонентів екосистеми, таких як ґрунти чи форми рельєфу, не оцінювали належним чином [10, с. 216]. Лише у другій половині XX ст. з'явилися дослідження, спрямовані на вивчення неоднорідності ґрунтового покриву. Було зроблено спроби кількісної характеристики ґрунтового різноманіття. Попри дослідження, проведені на різних континентах (Євразія, Північна Америка, Африка, Австралія) [11; 15; 16; 17], питання дефініції «ґрунтового різноманіття» та виокремлення кількісних критеріїв для його оцінки вивчене недостатньо [16, с. 151] та залишається дискусійним.

Мета дослідження – проаналізувати підходи до трактування поняття ґрунтового різноманіття, сформовані у закордонних ґрунтознавчих школах, та окреслити кількісні характеристики, які найчастіше використовуються для оцінки його рівня; порівняти стан дослідження ґрунтового різноманіття в Україні та за кордоном.

Виклад основного матеріалу з обґрунтуванням отриманих наукових результатів. ***Поняття ґрунтового різноманіття, чинники формування та масштаби виявлення.*** Ґрунтове різноманіття (педорізноманіття, *pedodiversity*) у концепціях західноєвропейського та американського ґрунтознавства розглядають як мінливість властивостей ґрунтів (на рівні окремих таксономічних одиниць) у просторі. Різні підходи до характеристики ґрунтів (параметричний, функціональний, класифікаційний) зумовлюють також різностороннє трактування ґрунтового різноманіття. Зокрема, в європейських ґрунтознавчих школах запропоновано розглядати два таких типи різноманіття ґрунтів: різноманіття компонентів, коли до уваги беруть сам факт відмінності між об'єктами (наприклад, відмінності у кількості класифікаційних груп ґрунтів двох різних територій); диференційне різноманіття (просторове), коли аналізують інтенсивність зміни різноманіття ґрунтів залежно від віддаленості досліджуваних територій [10, с. 224]. У США розглядають таксономічне, генетичне, параметричне та функціональне ґрунтове різноманіття [12]. Таксономічне різноманіття пов'язане з кількістю таксономічних груп ґрунтів тієї чи іншої класифікації (наприклад, американської Soil Taxonomy або міжнародної WRB). Генетичне різноманіття описують мінливістю генетичних горизонтів ґрунтів [8]. Параметричне різноманіття характеризує мінливість властивостей ґрунтів, перелік яких може бути доволі широким (фізичні, хімічні, біологічні властивості), проте найбільш досліджуваним є вміст органічної речовини та органічного карбону [17]. Функціональне різноманіття ґрунтів розглядають як поведінку ґрунтів за різних умов використання.

Оскільки ґрунтовий покрив є структурною системою, ґрунтове різноманіття можна вивчати на різних рівнях його організації. Основними такими рівнями у сучасному ґрунтознавстві є:

– мікрорівень – «точкове різноманіття», яке проявляється в межах поліпедону. Поліпедон є однорідним просторовим ґрунтовим утворенням відповідно до найнижчого рівня ґрунтової класифікації [6, с. 24–25]. Оскільки поняття поліпедону найбільше використовується у США, він відповідає рівню ґрунтової серії. Іншими подібними за змістом просторовими одиницями можуть бути педотоп, женон [7];

– асоціації ґрунтів або найменші одиниці ґрунтового картографування. Асоціацію ґрунтів трактують як групу ґрунтів, близьких за властивостями, що можуть бути відображені на карті у вигляді окремих контурів, однак їхнє виокремлення та розмежування є невиправданим з огляду на час та зусилля, необхідні для цього [5];

– рівень окремих ландшафтів, наприклад у межах водозбірних басейнів;

– великі за площею ґрунтові регіони, наприклад фізико-географічні, геоморфологічні області, зони тощо.

На різноманіття ґрунтів впливають зовнішні та внутрішні чинники. Серед зовнішніх щодо ґрунту чинників провідну роль відіграють природні умови, зокрема кліматичні, характер рельєфу та ґрунтотворних порід тощо. Також до зовнішніх чинників належить і діяльність людини. Водночас дослідники зазначають, що ступінь прояву ґрунтового різноманіття залежить також від обраної системи класифікації ґрунтів [11] та масштабу досліджень.

Показники для оцінки ступеня ґрунтового різноманіття. Що стосується вибору показників для характеристики рівня ґрунтового різноманіття, які використовуються за кордоном, то можна виділити два головних підходи: 1) використання показників, аналогічних до тих, що беруть для характеристики різноманіття видового складу живих організмів у екології, наприклад індекси багатства (рясності), вирівняності, ентропії Шеннона; 2) показники, які враховують класифікаційну відстань між ґрунтовими класами.

Для практичного використання науковці прагнуть звести систему кількісних характеристик до універсального показника, який дасть змогу порівнювати території з різною складністю ґрунтового покриву [13, с. 134].

Оцінюючи рівень ґрунтового різноманіття, ґрунтовий покрив території можна розглядати у будь-якому масштабі, однак обраний масштаб досліджень впливатиме на точність отриманих даних. Тобто показники ґрунтового різноманіття, визначені за дрібномасштабними картами, можна розглядати як орієнтовні, приблизні, а зі збільшенням масштабу ступінь прояву різноманіття ґрунтового покриву змінюється. Кількість класів ґрунтів також обмежується кількістю одиниць на тому чи іншому таксономічному рівні. Наприклад, якщо характеризувати різноманіття ґрунтового покриву на рівні великих груп згідно з класифікацією ФАО, то показник багатства не буде перевищувати 32 [18, с. 5].

Дослідження ґрунтового різноманіття в Україні. В Україні вивчення ґрунтового різноманіття знаходить своє втілення у вченні про структуру ґрунтового покриву (СҐП). Дослідження структури ґрунтового покриву здійснюють на різних рівнях його просторової організації та охоплюють території окремих фізико-географічних районів (Мале Полісся, Гологоро-Кременецьке горбогір’я, Волинська височина) [2; 4]. Отже, можна констатувати, що характеристики окремих рівнів СҐП в українському ґрунтознавстві відповідають поняттю диференційного різноманіття, прийнятому у західному ґрунтознавстві. Неоднорідність ґрунтового покриву в Україні проаналізовано для таких рівнів, як елементарні ґрунтові ареали, ґрунтові комбінації, окремі СҐП. Хоча ми не можемо говорити про абсолютну тотожність, проте рівень елементарних ґрунтових ареалів є близьким до вивчення поліпедонів. Ґрунтові комбінації можна розглядати як відповідник до асоціацій ґрунтів (комплекси, мікроваріації або мікроплямистості ґрунтів) або ж ґрунтових ландшафтів. Також ґрунтовий ландшафт може бути охарактеризований певним типом СҐП. Регіональному рівню відповідатиме закономірне поєднання декількох типів СҐП. Водночас слід зауважити, що дослідження структури ґрунтового покриву в Україні мають фрагментарний характер та охоплюють відносно невеликі території. Що стосується показників, які використовують в Україні для характеристики структури ґрунтового покриву, то можемо їх поділити на дві такі категорії: ті, які характеризують складність рисунку ґрунтових контурів (їх роздрібнення, ступінь розчленування тощо), та ті, що визначають ступінь контрастності між ґрунтами за певними властивостями (перелік властивостей визначають відповідно до природних умов території та особливостей ґрунтів). Оскільки класифікація ґрунтів України базується на генетичному принципі, то генетична контрастність ґрунтів уподібнюється характеристиці ґрунтів на основі класифікаційної відстані між групами ґрунтів, якою послуговуються за кордоном.

Перспективи подальших досліджень ґрунтового різноманіття. З огляду на глобальне посилення антропогенного навантаження на довкілля найбільше уваги сьогодні привертають дослідження, спрямовані на вирішення екологічних проблем, відновлення природних ресурсів та збереження планети як середовища проживання живих організмів (у тому числі й людини). У цьому контексті постає потреба моніторингу не лише окремих властивостей ґрунтів, а й ґрунтового різноманіття. Як зазначають вчені, підтримання різноманіття ґрунтів є важливим для стабільності та стійкості глобальних біогеохімічних систем в умовах антропогенного впливу [11]. Зокрема, Дж.Л. Папа та ін. (2013) зазначає, що зниження ґрунтового різноманіття як у просторі, так і у часовому вимірі слід вважати «генетичною ерозією ґрунтових екосистем» [14, с. 11]. Ознакою такої деградації є поступове або швидке зниження чи повна втрата ґрунтами своїх природних генетичних рис унаслідок зміни природних ґрунтотворних процесів на антропогенні (антропогенно модифіковані). Тобто діяльність людини (сільське господарство, промисловість, будівництво, соціальна сфера) зумовлює зниження природного різноманіття ґрунтів у глобальному масштабі [12].

Ще одним актуальним напрямом дослідження ґрунтового різноманіття є його динаміка під впливом кліматичних змін. Як показано на прикладі США, глобальне потепління впливає як на класифікаційне різноманіття ґрунтів, загрожуючи зникненням окремих класів ґрунтів, так і на генетичне, параметричне та функціональне [12, с. 22–23].

Сучасними напрямами дослідження ґрунтового різноманіття в Україні є аналіз параметрів СҐП з метою створення ґрунтових карт (із використанням ГІС-технологій), які б відображали не лише окремі ґрунтові контури, а й містили б інформацію про неоднорідність ґрунтового покриву [1], типізація сільськогосподарських земель та їх агроекологічна оцінка на основі даних про СҐП [9], а також дослідження СҐП на мікрорівні для потреб точного землеробства, наприклад для створення горизонтальних ґрунтових профілів окремих полів [3]. Важливим напрямом досліджень є вивчення часових змін у структурі ґрунтового покриву під впливом сільськогосподарського використання. На противагу дослідженням зарубіжних учених з охопленням великих територій (наприклад, США), вивчення СҐП на рівні елементарних ґрунтових ареалів та ґрунтових комбінацій засвідчує зростання неоднорідності ґрунтового покриву внаслідок агрогенного навантаження, що пояснюється розвитком деградаційних процесів [2, с. 130–160].

Висновки. Різноманітність ґрунтового покриву є необхідною умовою збереження біорізноманіття, виконання ґрунтами екосистемних функцій та забезпечення стабільного функціонування екосистем загалом. Ступінь різноманіття визначається мінливістю у просторі як ґрунтових параметрів, так і класифікаційних груп ґрунтів, а також груп ґрунтів, різних за походженням та придатністю до використання. Ступінь прояву ґрунтового різноманіття залежить від масштабу досліджень та класифікаційної системи ґрунтів. Що стосується антропогенної діяльності, то її вплив на різноманіття ґрунтів може бути різноспрямованим та зумовлювати як зникнення окремих ґрунтових ареалів та зменшення різноманіття, так і посилення різноманіття здебільшого за рахунок появи ґрунтів різного ступеня деградації. Обидва прояви зміни ґрунтового різноманіття мають деградаційний характер та потребують моніторингу.

Наукова новизна. У публікації систематизовано та узагальнено сучасні трактування та характеристики ґрунтового різноманіття у закордонних ґрунтознавчих школах. Здійснено порівняння підходів українських та зарубіжних вчених до вивчення неоднорідності ґрунтового покриву. Оскільки вивчення структури ґрунтового покриву в Україні охоплює порівняно невеликі території, перспективним є просторове розширення таких досліджень із характеристикою різних рівнів прояву ґрунтового різноманіття (від мікрорівня до ландшафтного та регіонального). З метою порівняння даних про ґрунтове різноманіття та його динаміку в подібних природних умовах та за однакового використання в Україні та за кордоном доцільним є долучення до обчислюваних параметрів показників ентропії ґрунтового покриву.

Список використаних джерел:

1. Биндич Т.Ю. Використання ГІС-технологій для аналізу неоднорідності локальних структур ґрунтового покриву у степовій зоні. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2013. Вип. 80. С. 17–26.
2. Гаськевич О.В., Позняк С.П. Структура ґрунтового покриву Гологоро-Кременецького горбогір’я. Львів : Вид. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2007. 208 с.
3. Медведев В.В. Неоднорідність як закономірний прояв горизонтальної структури ґрунтового покриву. *Ґрунтознавство*. 2010. Т. 11. № 1–2. С. 6–15.
4. Радзій В., Позняк С. Структура ґрунтового покриву Волинської височини. Луцьк : Вежа, 2009. 185 с.
5. Allaby M. Soil association. *A Dictionary of Ecology*. Oxford University Press. 2010. URL: https://www.oxfordreference.com/view/10.1093/acref/9780199567669.001.0001/acref-9780199567669-e-5218 (дата звернення: 25.02.2024).
6. Badania ekologiczno-gleboznawcze / R. Bednarek, H. Dziadowiec, U. Pokojska, Zb. Prusinkiewicz. Warszawa : Wydawnictwo Naukowe PWN, 2004. 344 s.
7. A modelling framework for pedogenon mapping / M.R. Dobarco, A. McBratney, B. Minasny, B. Malone. *Geoderma.* 2021. Vol. 393. 115012. DOI: https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115012.
8. Soil Horizon Variation: A review / A.E. Hartemink, Y. Zhang, J.G. Bockheim, N. Curi, S.H.G. Silva, J. Grauer-Gray, D.J. Lowe, P. Krasilnikov *Adv. Agron*. 2020. Vol. 160 (1). P. 125–185.
9. Agro-ecological assessment of the farmlands of the Hologoro-Kremenetskiy Highlands / O. Haskevych, V. Snitynskyy, P. Hnativ, N. Lahush, V. Haskevych, V. Ivaniuk. *Soils Under Stress*. Springer, Cham. 2021. P. 143–151. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-68394-8_14.
10. Pedodiversity: concepts and measures / J.J. Ibán`ez, S. De-Albs, F.F. Bermúdez, A. García-Álvarez. *Catena.* Vol. 24. Issue 3. 1995. P. 215–232. DOI: https://doi.org/10.1016/0341-8162(95)00028-Q
11. Spatial distribution characteristics of pedodiversity and its major driving factors in China based on analysis units of different sizes / L. Mengyu, W. Tianwei, L. Zhenyuan, Zh. Tieyang, Ya. Jiawei, L. Nian, L. Zhaoxia. *Catena*, 2021. Vol. 207. 105701. DOI: https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105701.
12. Soil Diversity (Pedodiversity) and Ecosystem Services / E.A. Mikhailova, H.A. Zurqani, C.J. Post, M.A. Schlautman, G.C. Post. *Land.* 2021. Vol. 10. 288 p. DOI: https://doi.org/10.3390/land10030288.
13. Minasny B., McBratney A.B., Hartemink A.E. Global pedodiversity, taxonomic distance, and the World Reference Base. *Geoderma*. 2010. Vol. 155, Is. 3–4. P. 132–139. DOI: https://doi.org/10.1016/ j.geoderma.2009.04.024.
14. Papa G.L., Palermo V., Dazzi C. The “genetic erosion” of soil ecosystem. *International Soil and Water Conservation Research.* 2013.Vol. 1. N 3. P. 11–18.
15. Petersen A., Gröngröft A., Miehlich G. Methods to quantify the pedodiversity of 1 km^2 areas – results from southern African drylands. *Geoderma.* 2010. Vol. 155, Is. 3–4. P. 140–146. DOI: https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2009.07.009.
16. On measuring pedodiversity / A. Petersen, A. Gröngröft, G. Miehlich, A. McBratney, B. Minasny. *Geoderma*. 2007. Vol. 141, Is. 1–2. P. 149–154. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2007.05.012.
17. Pedodiversity and Organic Matter Stock of Soils Developed on Sandstone Formations in the Northern Apennines (Italy) / L. Vittori Antisari, W. Trenti, A. Buscaroli, G. Falsone, G. Vianello, M. De Feudis. *Land*. 2023. Vol. 12. 79. DOI: https://doi.org/10.3390/land12010079.
18. World reference base for soil resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. FAO of the UN, Rome. 2015. 192 p.

References

1. Byndych, T.Yu. (2013). Using of GIS-technologies for analysis of heterogeneity of soil cover local structures in Steppe zone. *Agrochemistry and soil science, 80*, 17–26. [in Ukrainian].
2. Haskevych, O.V., & Pozniak, S.P. (2007). *Structure of soil cover of the Hologoro-Kremenetskiy Highlands*. Lviv: Publishing centre of Ivan Franko National University of Lviv, 208. [in Ukrainian].
3. Medvedev, V.V. (2010). Heterogeneity as natural display of horizontal structure of a soil cover. *Fundamental and applied soil science, 11*(1–2), 6–15. [in Ukrainian].
4. Radzij, V. & Pozniak, S. (2009). The structure of soil cover of Volyn' highland. Luts'k: Vezha, 185. [in Ukrainian].
5. Allaby, M. (2010). Soil association. In A Dictionary of Ecology. Oxford University Press. Retrieved 25.02.2024 from https://www.oxfordreference.com/view/10.1093/acref/9780199567669.001.0001/acref-9780199567669-e-5218.
6. Bednarek, R., Dziadowiec, H., Pokojska, U. & Prusinkiewicz, Zb. (2004). *Badania ekologiczno-gleboznawcze*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, 344.
7. Dobarco, M.R., McBratney, A., Minasny, B. & Malone, B. (2021). A modelling framework for pedogenon mapping. *Geoderma. 393,* 115012. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115012.
8. Hartemink, A.E., Zhang, Y., Bockheim, J.G., Curi, N., Silva, S.H.G., Grauer-Gray, J., Lowe, D.J., & Krasilnikov, P. (2020). Soil Horizon Variation: A review. In D. L. Sparks (Ed.) *Advances in Agronomy, 160*(1), 125–185. https://doi.org/10.1016/bs.agron.2019.10.003
9. Haskevych, O., Snitynskyy, V., Hnativ, P., Lahush, N., Haskevych, V., & Ivaniuk, V. (2021). Agro-ecological assessment of the farmlands of the Hologoro-Kremenetskiy Highlands. In *Soils Under Stress*. Springer, Cham, 143–151. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68394-8_14.
10. Ibán`ez, J.J., De-Albs, S., Bermúdez, F.F., & García-Álvarez, A. (1995). Pedodiversity: concepts and measures. *Catena, 24*(3), 215–232. https://doi.org/10.1016/0341-8162(95)00028-Q
11. Mengyu, L., Tianwei, W., Zhenyuan, L., Tieyang, Zh., Jiawei, Ya., Nian, L., & Zhaoxia, L. (2021). Spatial distribution characteristics of pedodiversity and its major driving factors in China based on analysis units of different sizes. *Catena, 207,* 105701. https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105701.
12. Mikhailova, E.A., Zurqani, H.A., Post, C.J., Schlautman, M.A., & Post, G.C. (2021). Soil Diversity (Pedodiversity) and Ecosystem Services. *Land 10*, 288. https://doi.org/10.3390/land10030288.
13. Minasny, B., McBratney, A.B., & Hartemink, A.E. (2010). Global pedodiversity, taxonomic distance, and the World Reference Base. *Geoderma, 155*(3–4), 132–139. https://doi.org/10.1016/j.geoderma. 2009.04.024.
14. Papa, G.L., Palermo, V., & Dazzi C. (2013). The "genetic erosion" of soil ecosystem. *International Soil and Water Conservation Research, 1*(3), 11–18.
15. Petersen, A., Gröngröft, A., & Miehlich, G. (2010). Methods to quantify the pedodiversity of 1 km^2 areas – results from southern African drylands. *Geoderma, 155(3–4),* 140–146. https://doi.org/ 10.1016/j. geoderma.2009.07.009
16. Petersen, A., Gröngröft, A., Miehlich, G., McBratney, A., & Minasny, B. (2007). On measuring pedodiversity. *Geoderma, 141*(1–2), 149–154. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2007.05.012.
17. Vittori Antisari, L., Trenti, W., Buscaroli, A., Falsone, G., Vianello, G., & De Feudis, M. (2023). Pedodiversity and Organic Matter Stock of Soils Developed on Sandstone Formations in the Northern Apennines (Italy). *Land*, *12*, 79. https://doi.org/10.3390/land12010079.
18. World reference base for soil resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. (2015). FAO of the UN, Rome, 192.

Стаття надійшла до редколегії
14.03.2024 р.