

ОЦІНКА СТАНУ МІСЬКИХ ҐРУНТІВ ЯК ЗАСІБ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ УРБОЕКОСИСТЕМИ

Василенко О.В.¹, Балабак О.А.², Балабак А.В.^{1,2}, Нікітіна О.В.¹, Гурський І.М.¹

¹Уманський національний університет садівництва
вул. Інститутська, 1, 20300, м. Умань

²НДП «Софіївка» Національної академії наук України
вул. Київська 12А, 20300, м. Умань
vsolga05@gmail.com, A.V.Balabak@ukr.net, oolga@ukr.net,
gurskiyvet@gmail.com, o.a.balabak@ukr.net

Наслідки прогресуючої урбанізації загрожують екологічній стабільності урбоєкосистем. Розуміння того, що якість довкілля впливає на здоров'я та тривалість життя міських жителів, призвело до появи концепції екологічної безпеки житлових територій як однієї із ключових факторів, що враховуються майбутніми мешканцями при виборі житла. Ґрунт є найбільш інертним з усіх природних тіл. У ґрунті відбувається постійне накопичення забруднюючих речовин, що осідають з повітря або принесені опадами. Тому дана стаття присвячена оцінці ступеня забруднення міських ґрунтів м. Умань та вивченню інтенсивності розкладання органічної речовини в межах даної урбоєкосистеми.

Дослідження ґрунту м. Умань проведено з метою отримання даних досліджень щодо концентрації важких металів та оцінки впливу їх наявності на ефективність розкладу органічної речовини. Оскільки міські ґрунти м. Умань переважно характеризуються лужною реакцією середовища (в середньому 7,24), таке інтенсивне залуження потенційно призводить до деяких екологічних проблем, насамперед, зменшення рухомості важких металів і їх фіксації ґрунтами.

Результати аналізу вмісту рухомих форм Cu та Zn в ґрунті урбоєкосистеми м. Умань дозволяють зробити висновок, що у більшості випадків дані показники в межах норми, а от вміст свинцю у ґрунті м. Умань склав в середньому 2,85 при ГДК 2 мг/кг. На окремих локаціях його вміст досягав 8,6–9,0 мг/кг (мова йде про території, що межують із автомагістралями Е95 і М-12 та локації розміщення автозаправних станцій). Крім того, доведено, що спостерігається значна негативна кореляція між показниками розкладу та наявності в ґрунті міді. В середньому відсоток розкладу органічної речовини в ґрунті локацій, де був високий вміст міді, становить 20,1, що в 2,2 рази менше ніж показник розкладу в локаціях з низьким вмістом міді. Отже, в умовах урбоєкосистеми, де присутній фактор забруднення ґрунту важкими металами, зокрема міддю, органічна речовина розкладається довший період, ніж у природних умовах, що, в свою чергу, суттєво впливає на родючість такого ґрунту.
Ключові слова: урбоєкосистема, важкі метали, міські ґрунти, розклад органічної речовини.

Defining the state of urban grounds as a means of preserving the ecological stability of an urban ecosystem. Vasylenko O. V., Balabak O. A., Balabak A. V., Nikitina O. V., Hurskiy I. M.

The effects of progressing urbanization endanger the ecological stability of urban ecosystems. Realizing the fact that the quality of the environment influences city-dwellers' health and longevity has led to appearing the conception of the residential area ecological safety as one of the key factors considered by future inhabitants when choosing their dwelling. The ground is the most inert of all natural bodies. A steady accumulating of polluting substances subsiding from the air or coming with precipitation occurs in the ground. That's why the article is devoted to determining the degree of polluting urban grounds in Uman City and researching the intensity of organic substance decomposition within the given urban ecosystem.

Researching the ground in Uman City has been carried out to receive the research data pertaining heavy metals content and the defining of the influence of their existence on the organic substance decomposition effectivity. Since the urban grounds in Uman are mainly characterized as the environment with alkaline reaction (7,24 in average), such an intensive alkalizing leads potentially to some ecological problems, the decreasing of heavy metals mobility and their fixation by grounds.

The results of the analysis of Cu and Zn movable forms in the ground of Uman's urban ecosystem can lead to the conclusion that in most cases the given figures are within the norm while the lead content in Uman's ground constituted 2,85 while the permitted content is 2 mg/kg. in some areas its content reached 8,6-9,0 mg/kg (the areas neighbouring E 95 and M- 12 motorways and the ones having filling stations on).

Apart from that it is proved that a considerable negative correlation is observed between the decomposition indicators and lead existence in the ground. In average the percentage of organic substance decomposition in the ground of the areas with a high copper content makes up 20,1 which is 2,2 times as little as the decomposition indicator in the areas with a low copper content. So, under the condition of an urban ecosystem considering the factor of polluting the ground with heavy metals, especially copper, an organic substance takes a longer period to decompose than it does under natural conditions, which in its turn makes a substantial influence on the ground fertility. *Key words:* urban ecosystem, heavy metals, urban grounds, organic substance decomposition.

Постановка проблеми. В умовах безперервної урбанізації проблема забруднення міських ґрунтів стає дедалі гострішою у всьому світі. На кінець ХХ століття більше половини населення світу вже проживало в містах, а зараз площа міських тери-

торій в світі щорічно збільшуються на 476 000 га [1]. Екологічна ситуація в містах кардинально відрізняється від фонові. Осідання викидів з повітря поширюються далеко за межі міста. Таким чином, не тільки міські, але й приміські ґрунти відрізняються

від своїх фонових аналогів [2]. Як наслідок, міста суттєво впливають на регіональні та, ймовірно, глобальні системи [3].

Наслідки прогресуючої урбанізації та зміна клімату небезпечним чином поєднуються і це загрожує екологічній стабільності урбоєкосистем. Важливе значення має зміна складу та вмісту органічної речовини в міських ґрунтах. Це багато в чому залежить від історії конкретної міської території та управління міським ландшафтом [4]. Варіація властивостей контролюється не тільки ступенем забруднення ґрунту, а й ландшафтним озелененням.

Актуальність дослідження. Масштабне будівництво нових житлових районів, накопичення великої кількості сміття, нові виробничі підприємства, зростання кількості торгових центрів і мультиплексів, широке використання автомобілів і великовантажних транспортних засобів – усе це призводить до збільшення негативного впливу на міське середовище: забруднення атмосфери, поверхневого шару ґрунту, поверхневих і підземних вод, все це стало неминучим через розвиток міст. Розуміння того, що якість довкілля впливає на здоров'я та тривалість життя міських жителів, призвело до появи концепції екологічної безпеки житлових територій як однієї із ключових факторів, що враховуються майбутніми мешканцями при виборі житла.

Ґрунт є найбільш інертним з усіх природних тіл. У ґрунті відбувається постійне накопичення забруднюючих речовин, що осідають з повітря або принесені опадами. На фоні змін якості постає також проблема ефективного надходження та розкладу органічної маси в ґрунті в умовах змін клімату. Тому метою цього дослідження є оцінка ступеня забруднення міських ґрунтів м. Умань та вивчення інтенсивності розкладання органічної речовини в межах даної урбоєкосистеми.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Представлені результати дослідження є висновками із проведеної наукової роботи, що виконувалась в межах комплексних досліджень кафедри екології та безпеки життєдіяльності Уманського національного університету садівництва за темою: «Розробка методологічних підходів і практичного механізму екологічно-збалансованого природокористування», державний номер реєстрації – 0108U009772.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Структура, склад і використання міських ґрунтів значно змінилися під впливом людини за останні роки. Хоча неможливо охопити всю літературу, написану в цій галузі, вивчення ґрунтового покриву міст як правило здійснюється з урахуванням усіх функцій і широкого діапазону факторів впливу на процеси ґрунтоутворення. Концентрація небезпечних елементів у ґрунті є важливим показником для оцінки якості і стану навколишнього середовища [5].

Тривале накопичення ризикових елементів у ґрунті становить велику загрозу для здоров'я людини і сталого розвитку екосередовища [6, 7]. Тому помітно, що дослідженню ґрунтів урбанізованих територій та оцінці їх екологічного стану приділяють велику увагу. Воно ведеться досить інтенсивно і під різними кутами зору [8–10].

Українськими науковцями проаналізовані зміни міських ґрунтів за останні десятиріччя та проведена діагностики ґрунтів різних населених пунктів, переважно великих міст [11–16], а от малі міста, наприклад м. Умань, залишаються недостатньо вивченими. Але на фоні останніх подій в країні, такі міста досить часто стають місцями розселення внутрішньо переміщених осіб, а отже зростає кількість жителів та потреба в екологічно безпечному середовищі для них.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. В даній статті проаналізований ступінь забруднення міських ґрунтів м. Умань важкими металами та інтенсивність розкладання органічної речовини в межах даної урбоєкосистеми. Вперше вивчено процес трансформації органічної речовини в ґрунті міста в контексті впливу на цей процес забруднення важкими металами.

Новизна. На основі проведених власних досліджень обґрунтовано особливості інтенсивності розкладання органічної речовини в межах урбоєкосистеми залежно від забруднення важкими металами.

Методологічне або загальнонаукове значення. Для вирішення поставлених завдань дослідження проведено аналіз забруднення ґрунтів важкими металами та аналіз впливу їх на розклад органічної речовини в ґрунті. Представлені дослідження дозволяють наблизитись до прийняття адміністративних рішень щодо розв'язання проблем стійкості міського середовища, а саме до планування еколого-компенсаційних заходів спрямованих на покращення стану едафотопів.

Викладення основного матеріалу. Дослідження по вивченню ґрунтів урбоєкосистеми м. Умань проводились протягом періоду 2022 р. Ґрунтово-кліматичні умови даної зони є типовими для Черкаської області, яка характеризується помірно-континентальним кліматом з нестійким зволоженням.

Екологічний стан міських ґрунтів не є рівномірний і визначається не тільки їх початковою неоднорідністю та впливом антропогенних факторів, а й природними особливостями рельєфу і умовами експлуатації зелених насаджень. Загалом, функціями ґрунту є фільтрація та очищення ґрунтових вод, випаровування води, розміщення рослинного покриву та зберігання органічного вуглецю. Значне ущільнення знижує функції ґрунту в мегаполісах. Але одна із найбільших проблем – забруднення ґрунтів важкими металами.

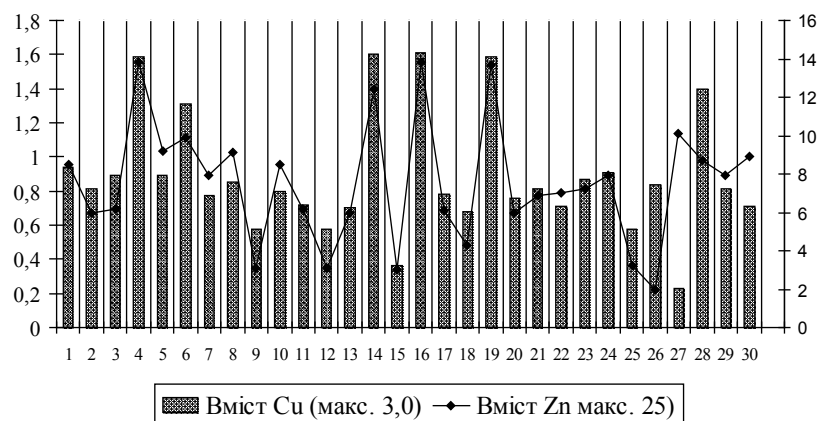


Рис. 1. Вміст рухомих сполук Cu та Zn у ґрунті в межах м. Умань, мг/кг

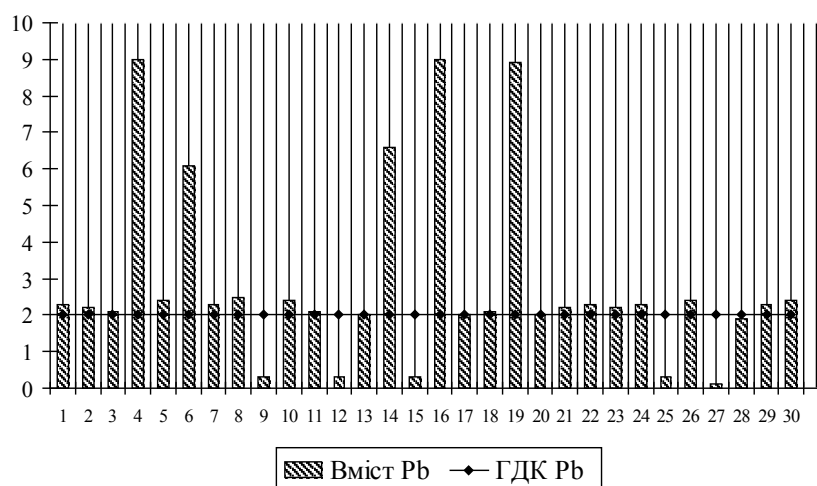


Рис. 2. Вміст рухомих сполук Pb у ґрунті в межах м. Умань, мг/кг

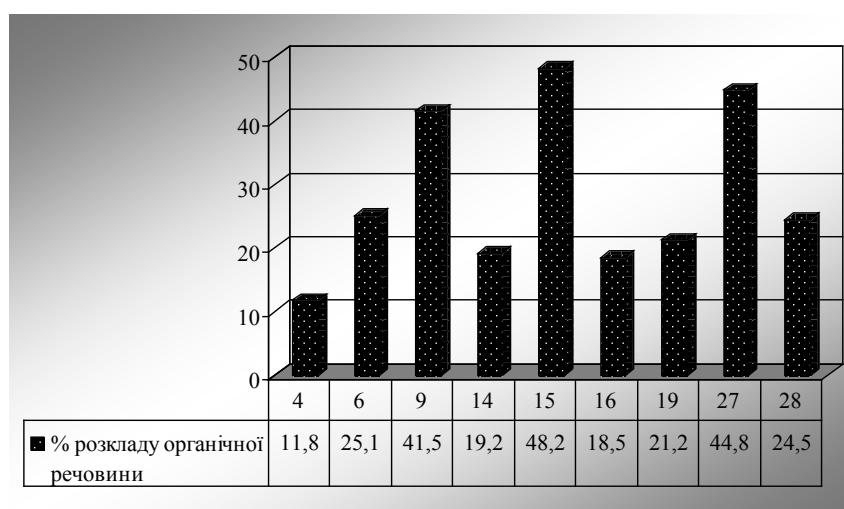


Рис. 3. Ефективність розкладу органічної речовини в межах певних моніторингових локацій, %

Оскільки міські ґрунти м. Умань переважно характеризуються лужною реакцією середовища (в середньому 7,24), таке інтенсивне залуження потенційно призводить до деяких екологічних проблем, насамперед, зменшення рухомості важких металів і їх фіксації ґрунтами.

У виробничій діяльності транспортних засобів найчастіше використовуються такі хімічні елементи як мідь та цинк. Ці елементи становлять серйозну небезпеку через їх токсичні властивості та високу активність. Важливість визначення саме рухомої форми даних важких металів полягає в тому, що вона є найбільш небезпечною, тому що елементи в цій формі виносяться за межі локальних ділянок.

Для визначення даного виду забруднення нами було визначено 30 моніторингових локацій по всьому місту Умань. Перевага надавалась ділянкам, що межують із центральними автодорогами та перехрестями, автовокзалом, залізничним вокзалом, великими паркувальними майданчиками біля торговельних центрів.

Результати аналізу вмісту рухомих форм Cu та Zn в ґрунті урбоекосистеми м. Умань дозволяють зробити висновок, що у більшості випадків дані показники в межах норми, тобто не перевищують граничнодопустимих концентрацій визначених державними нормативами (рис. 1).

Але, якщо вміст в ґрунті Cu та Zn в даній урбоекосистемі в межах норми, то, якщо вміст свинцю – більш спірне питання. Як правило, в ґрунтах свинець концентрується вздовж автомобільних шляхів внаслідок того, що він додається до пального як антидетонатор і з вихлопними газами потрапляє в повітря, а потім осідає на земну поверхню. Якщо врахувати, що м. Умань розміщене на перетині автомагістралей, то потенційне забруднення свинцем дуже ймовірне.

Нашими дослідженнями встановлено, що на багатьох моніторингових локаціях його вміст перевищував норму (рис. 2).

Отже, вміст свинцю у ґрунті м. Умань склав в середньому 2,85 при ГДК 2 мг/кг. На окремих локаціях його вміст досягав 8,6–9,0 мг/кг. Ми проаналізували дані місця і виявили, що то території, що межують із автомагістралями E95 і M-12 та локації розміщення автозаправних станцій. Вважаємо, що проблема загострилася саме в період 2022 року через черги на АЗС, що були спричинені дефіцитом пального.

Згідно з дослідженнями іноземних науковців [17] забруднення глинистих ґрунтів певними важкими металами впливає на процеси розкладання органічної речовини. Найбільше – вміст міді. Тому нами проаналізована ефективність розкладання органічної маси в чорноземах м. Умань в межах моніторингових ділянок, де вміст міді був найбільший. Ситуація загострюється ще тим фактором, що це відкриті, незатінені ділянки в межах приміагістральних ландшафтів, а, отже, температура ґрунту там підвищена, а вологість занижена, що також впливає

на швидкість розкладу органіки.

Для цього ми проаналізували ефективність розкладу листків липи серцелистої в межах найбільш забруднених міддю моніторингових ділянок № 4, 6, 14, 16, 19, 28 та тих ділянок, що мають найменше подібне забруднення – № 9, 15, 27 (рис. 3).

За результатами аналізу ефективності розкладу органічної маси в ґрунті можна зробити висновок, що спостерігається значна негативна кореляція між показниками розкладу та наявності в ґрунті міді. В середньому відсоток розкладу органічної речовини в ґрунті локацій, де був високий вміст міді становить 20,1, що в 2,2 рази менше ніж показник розкладу в локаціях з низьким вмістом міді.

Отже, в мовах урбоекосистеми, де присутній фактор забруднення ґрунту важкими металами, зокрема міддю, органічна речовина розкладається довший період, ніж у природних умовах. В результаті можна зробити висновок, що цей фактор є одним із визначальних для процесів ґрунтоутворення в межах урбоекосистеми.

Головні висновки. Постійне збільшення темпів урбанізації призводить до появи нових промислових технологій, конструкційних матеріалів і техніки. Мегаполіси та міські території найбільш сприйнятливі до цього впливу, як при освоєнні нових територій, так і при експлуатації існуючих промислових і житлових комплексів. Ґрунт є найбільш інертним з усіх природних тіл. У ґрунті відбувається постійне накопичення забруднюючих речовин, що осідають з повітря або принесені опадами. Дослідження ґрунту м. Умань проведено з метою отримання даних досліджень щодо концентрації важких металів та оцінки впливу їх наявності на ефективність розкладу органічної речовини. Результати аналізу вмісту рухомих форм Cu та Zn в ґрунті урбоекосистеми м. Умань дозволяють зробити висновок, що у більшості випадків дані показники в межах норми, а от вміст свинцю у ґрунті м. Умань склав в середньому 2,85 при ГДК 2 мг/кг. На окремих локаціях його вміст досягав 8,6–9,0 мг/кг (мова йде про території, що межують із автомагістралями E95 і M-12 та локації розміщення автозаправних станцій). Крім того, доведено, що спостерігається значна негативна кореляція між показниками розкладу та наявності в ґрунті міді. В середньому відсоток розкладу органічної речовини в ґрунті локацій, де був високий вміст міді становить 20,1, що в 2,2 рази менше ніж показник розкладу в локаціях з низьким вмістом міді. Отже, в мовах урбоекосистеми, де присутній фактор забруднення ґрунту важкими металами, зокрема міддю, органічна речовина розкладається довший період, ніж у природних умовах, що, в свою чергу, суттєво впливає на родючість такого ґрунту.

Перспективи використання результатів дослідження. Результати досліджень, викладені в даній статті, дозволяють стверджувати, що екологічний стан ґрунтів м. Умань характеризується підвище-

ною небезпекою для всієї урбоєкосистеми та здоров'я міських мешканців. Тому метою подальших досліджень має стати окреслення реальних та невід-

кладних заходів щодо покращення стану ґрунтів для подальшого розвитку та розширення промислових та житлових районів міста.

Література

1. Pouyat R., Groffman P., Yesilonis I., and Hernandez L. Soil carbon pools and fluxes in urban ecosystems. *Environ. Pollut.* 2002. 116. P. 107–118.
2. Pickett S. T. A., Cadenasso M. L., Grove J. M., Nilon C. H. Urban ecological systems: linking terrestrial ecological, physical, and socioeconomic components of metropolitan areas. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 2001. 32. P. 127–157.
3. Vasenev V. I., Prokofeva T. V., Makarov O. A. The development of approaches to assess the soil organic carbon pools in megapolises and small settlements. *Eurasian Soil Sci.* 2013. 46 (6). P. 685–696. doi: 10.7868/S0032180X13060117
4. Byrne L. B. Habitat structure: a fundamental concept and framework for urban soil ecology. *Urban Ecosyst.* 2007. 10. P. 255–274.
5. Liu Y., Xiao T., Baveye P.C., Zhu J., Ning Z., Li H. Potential health risk in areas with high naturally-occurring cadmium background in southwestern China. *Ecotoxicology and Environmental Safety.* 2015. 112. P. 122–131.
6. Dong R., Jia Z., Li S. Risk assessment and sources identification of soil heavy metals in a typical county of Chongqing Municipality, Southwest China. *Process Safety and Environmental Protection.* 2018. 113. P. 275–281.
7. Qing X., Yutong Z., Shenggao L. Assessment of heavy metal pollution and human health risk in urban soils of steel industrial city (Anshan), Liaoning, Northeast China. *Ecotoxicology and Environmental Safety.* 2015. 120. P. 377–385.
8. Hanfi M.Y., Mostafa M.Y.A., Zhukovsky M.V. Heavy metal contamination in urban surface sediments: Sources, distribution, contamination control and remediation. *Environ. Monit. Assess.* 2020. 192.
9. Salomon M.J., Watts-Williams S.J., McLaughlin M.J., Cavagnaro T.R. Urban soil health: A city-wide survey of chemical and biological properties of urban agriculture soils. *J. Clean. Prod.* 2020. 275.
10. Moreno-Alvarez J.M., Orellana-Gallego R., Fernandez-Marcos M.L. Potentially toxic elements in urban soils of Havana, Cuba. *Environments.* 2020. 7. 43.
11. Хохрякова А.І. Особливості будови профілю ґрунтів у межах міста Одеси. *Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвід. тем. наук. збірник*. Вип. 90. Харків: ННЦ “ІА ім. О.Н. Соколовського”. 2020. С. 86–90. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss90-09>.
12. Кармазиненко С.П., Кураєва І.В., Самчук А.І., Войтюк Ю.Ю., Манічев В.Й. Важкі метали у компонентах навколишнього середовища м. Маріуполь (еколого-геохімічні аспекти). К.: Інтерсервіс, 2014. 168 с.
13. Позняк С.П., Телегуз О. Г. Антропогенні ґрунти. Навчальний посібник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2021. 200 с
14. Тітенко Г. В. Оцінка екологічного стану міських ґрунтів як засіб оптимізації території міста. *Вісник СумДУ*. Суми. 2007. № 275. С. 149–152.
15. Тітенко Г. В., Кулик М. І. Гумусовий горизонт міських ґрунтів, як геохімічний бар'єр в урболандшафті. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2012. № 1–2. С. 130–136.
16. Кришток Є. А., Волощенко В. В. Міські ґрунти як невід'ємний елемент урбанізованих і техногенно забруднених територій. *Вісник ХНАУ*. 2013. № 2. С. 200–206.
17. Enya Osim, Heaney Natalie, Iniamo Grace, Lin Chuxia. Effects of heavy metals on organic matter decomposition in inundated soils: Microcosm experiment and field examination. *Science of The Total Environment.* 2020. 724. 138–223. 10.1016/j.scitotenv.2020.138223.

АГРОЕКОЛОГІЧНА КОНТРАСТНІСТЬ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ В УМОВАХ РОЗОСЕРЕДЖЕНОГО ПОВЕРХНЕВОГО СТОКУ

Михайлюк В.І.

Одеський державний аграрний університет
вул. Пантелеймонівська, 13, 65012, Одеса
mykhailiukv@osau.edu.ua

Проаналізована неоднорідність ґрунтового покриття і властивостей чорноземів південних середньосуглинкових у зв'язку із підвищенням ксероморфізмом і нерівномірним ерозійним процесом, що зумовлений перерозподілом і скиданням вологи через систему мікронизень – улоговин і папіляр стоку в умовах слабоболотних схилів південного степу України. Встановлення факторів неоднорідності ґрунтового покриття на схилі землях може бути корисним при кадастровій оцінці земель, землепольованню проектуванню (формуванні робочих ділянок), ампелоекологічній класифікації, систематиці і картографії земель тощо. Об'єктом дослідження є часткова контрастність ґрунтового покриття (окремих властивостей ґрунтів) на земельному масиві в Одеському районі – схилі південної експозиції, стрімкістю 1,3–1,8°, що має вузьку улоговину стоку і розлогі мікроулоговини – папіляри стоку. На різних елементах мікрорельєфу досліджені ґрунти – гранулометричний склад на глибину 2 м, будова ґрунтів, вміст і запаси органічної речовини, склад увібраних катіонів, рН, вміст загальних і активних карбонатів по профілю ґрунтів. Встановлено, що розосередження поверхневого стоку на слабоболотних схилах в умовах південного степу України є помітним фактором агроєкологічної диференціації ґрунтового покриття за окремими властивостями ґрунтів. Чорноземи південні середньосуглинкові плоских мікронизень мають коротший на 12–21% гумусовий горизонт (Н+Нр) і менші на 11% запаси органічної речовини в профілі (Н+Нр+Ph) завдяки зносу ґрунтового матеріалу по схилу. Ґрунти схилів улоговин стоку формуються в умовах підвищеної ксероморфності і розвитку ерозії різного ступеня від слабого до сильного. Ґрунти папілярів стоку і міжпапілярних просторів не диференціюються за складом увібраних основ і лужністю. Найбільша диференціація ґрунтового покриття спостерігається за вмістом у ґрунтах загальних і активних карбонатів. Окрім диференціюючої ролі мікрорельєфу певне значення має місцезнаходження ґрунтів на схилі. *Ключові слова:* мікрорельєф, розосереджений поверхневий стік, ерозія ґрунтів, неоднорідність ґрунтового покриття, ампелоекологічна оцінка ґрунтів.

Agro-ecological contrast of soil cover in conditions of distributed surface runoff. Mikhaylyuk V.

The heterogeneity of the soil cover and the properties of the medium-loamy chernozems of the south was analyzed in connection with the increased xeromorphism and the uneven erosion process, which is caused by the redistribution and discharge of moisture through the system of micro-downgrade – the narrow hollow and papillary runoff in the conditions of gently sloping slopes of the southern steppe of Ukraine. Establishing factors of soil heterogeneity on sloping lands can be useful in land cadastral assessment, land management planning (formation of working plots), ampelo-ecological classification, systematics and cartography of lands, etc. The object of the study is the partial contrast of the soil cover (individual soil properties) on the landmass in the Odesa region – a slope of southern exposure, with a steepness of 1.3–1.8°, which has a narrow hollow and wide micro-hollow – drainage papillae. On different elements of the microrelief, the soils were studied - granulometric composition to a depth of 2 m, soil structure, content and reserves of organic matter, composition of absorbed cations, pH, content of total and active carbonates in the soil profile. It was established that the dispersion of surface runoff on gently sloping slopes in the conditions of the southern steppe of Ukraine is a noticeable factor in the agro-ecological differentiation of the soil cover according to individual soil properties. The southern medium-loamy chernozems of flat micro-slopes have a 12–21% shorter humus horizon (H+Hp) and 11% less reserves of organic matter in the profile (H+Hp+Ph) due to the erosion of soil material along the slope. The soils of the slopes of the narrow hollow are formed in conditions of increased xeromorphism and the development of erosion of varying degrees from weak to strong. The soils of the drainage papillae and interpapillary spaces are not differentiated by the composition of absorbed bases and alkalinity. The greatest differentiation of the soil cover is observed by the content of total and active carbonates in the soil. In addition to the differentiating role of the microrelief, the location of the soil on the slope is of some importance. *Key words:* microrelief, dispersed surface runoff, soil erosion, soil heterogeneity, ampelo-ecological assessment of soils.

Постановка проблеми. Складність структури, просторова строкатість ґрунтового покриття є важливими показниками якості сільськогосподарських земель і мають велике практичне значення для їх агроєкологічної типізації. Наявність на робочих ділянках ґрунтів, які відрізняються за властивос-

тями, утруднює технологію вирощування сільськогосподарських культур, призводить до вимушеного порушення агротехніки і, в кінцевому рахунку, до зниження продуктивності земель. На схилі землях, у тому числі на прибережних і прилиманних схилах півдня України із незначною (до 3°) стрім-

кістю провідним фактором ускладнення ґрунтового покриву є нерівномірний розвиток ерозії, зумовлений перерозподілом і скиданням вологи через систему мікрознижень – папіляр стоку [1–3]. Ґрунти схилів в умовах розосередженого формування та скидання вод поверхневого стоку характеризуються виразними морфологічними відмінностями, насамперед кольором поверхні (вмістом органічної речовини), різною потужністю гумусового горизонту та висотою залягання карбонатного горизонту, що може свідчити про їхній різний рівень родючості. Схиліві землі, особливо із ґрунтами полегшеного гранулометричного складу, характеризуються також підвищеною ксероморфністю, що також відображається у зменшенні потужності гумусового горизонту, запасів органічної речовини, більш високому заляганні карбонатного горизонту.

Актуальність дослідження. Більше 50% сільськогосподарських земель України зазнають негативного впливу ерозії, що призводить до значних незворотних еколого-економічних наслідків деградації ґрунтового покриву [4]. Контрастність ґрунтів і ґрунтового покриву території внаслідок ерозійних процесів, особливостей міграції і перерозподілу речовин за елементами мікрорельєфу, перерозподіл вологи в умовах недостатнього вологозабезпечення є важливими факторами для агроекологічної оцінки земель, особливо для виділення ампелоекологічних груп ґрунтів на півдні України і обґрунтування виділення мікрозон вирощування тут винограду, який досить вибагливий до окремих властивостей ґрунтів [5].

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Локальне протікання ґрунтоутворювальних процесів є одним із факторів корегування моделей родючості ґрунтів. Облік неоднорідності ґрунтового покриву у зв'язку із локальними проявами ерозії та ксероморфності ґрунтів є актуальним питанням, в тому числі при кадастровій оцінці земель, землепорядному проектуванні – формуванні робочих ділянок, при ампелоекологічній класифікації, систематичі і картографії земель тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Суттєвим чинником диференціації ґрунтового покриву на схилах є його морфографічні особливості мікрорельєфу. Нерівномірний ерозійний процес на схилових землях зумовлений у тому числі перерозподілом і скиданням вологи через систему мікрознижень – папіляр стоку [1; 2]. При цьому, система мікрознижень, як апарат розосередженого формування та скидання вод поверхневого стоку, є одночасно природним механізмом захисту схилових ґрунтів від ерозії [2]. У той же час вважається, що суттєвим фактором формування ґрунтів на схилах є їхній ксероморфізм [2; 3]. Внаслідок впорядкованого природою ксероморфізму на схилах формуються вкорочені профілі ґрунтів порівняно з плато і, в той

же час, змиті ґрунти в днищах папіляр як природних маршрутах руху поверхневого стоку. Різноманітна будова схилів, їхня крутизна, експозиція, гранулометричний склад ґрунтів, характер атмосферних опадів і сніготанення тощо зумовлюють певну строкатість території за вологозабезпеченістю, потужністю ґрунтів і запасами органічної речовини, розподілом по профілю карбонатів, кислотно-основними властивостями, вмістом елементів живлення.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Для умов південного степу України – у так званій «північній» зоні виноградарства – приділяється значна увага ампелоекологічному зонуванню території на мезорівні з оцінкою часткової контрастності ґрунтового покриву [5]. Дана робота виконана з метою встановлення часткової контрастності ґрунтового покриву в умовах підвищеного ксероморфізму слабопологих схилів і ерозійного процесу різного ступеня інтенсивності на різних мікроформах рельєфу, в тому числі зумовленого перерозподілом та скиданням вологи через розгалужену систему мікрознижень.

Новизна. Проаналізована неоднорідність ґрунтового покриву і властивостей середньосуглинкових ґрунтів у зв'язку із підвищеним ксероморфізмом і нерівномірним ерозійним процесом, що зумовлений перерозподілом і скиданням вологи через систему мікрознижень – улоговин і папіляр стоку в умовах слабопологих схилів південного степу України.

Методологічне або загальнонаукове значення. Діагностика і картографування слабозмитих ґрунтів є вкрай проблематичною; в окремих класифікаціях вони навіть не виділяються через незначні відмінності їх будови і властивостей порівняно з повнопрофільними ґрунтами. Особливо проблемним є виділення слабозмитих ґрунтів в умовах локальних процесів змиву-намиву на фоні відносної укороченості профілів ґрунтів через більшу ксероморфність схилових земель [3]. Неврахування локального характеру ґрунтоутворення може призвести до помилкових висновків при картографуванні ґрунтів, агроекологічної оцінки земель тощо.

Викладення основного матеріалу. Об'єктом дослідження є часткова контрастність ґрунтового покриву (окремих властивостей ґрунтів) на земельному масиві площею 48 га, що знаходиться на східній околиці с. Калаглія Одеського району і примикає до еродованої долини Дністровського лиману. Територія є слабопологим схилом південної експозиції, стрімкістю 1,3–1,8°, із слабохвилястою поверхнею – з розлогими мікроулоговинами із відсутніми ознаками розмиву і вузькою улоговиною стоку, глибиною 0,4–0,6 м, з ознаками ерозійного процесу, а також стрімкими обочинами і короткими улоговинами стоку вздовж балки на західній межі ділянки (рис. 1, табл. 1).

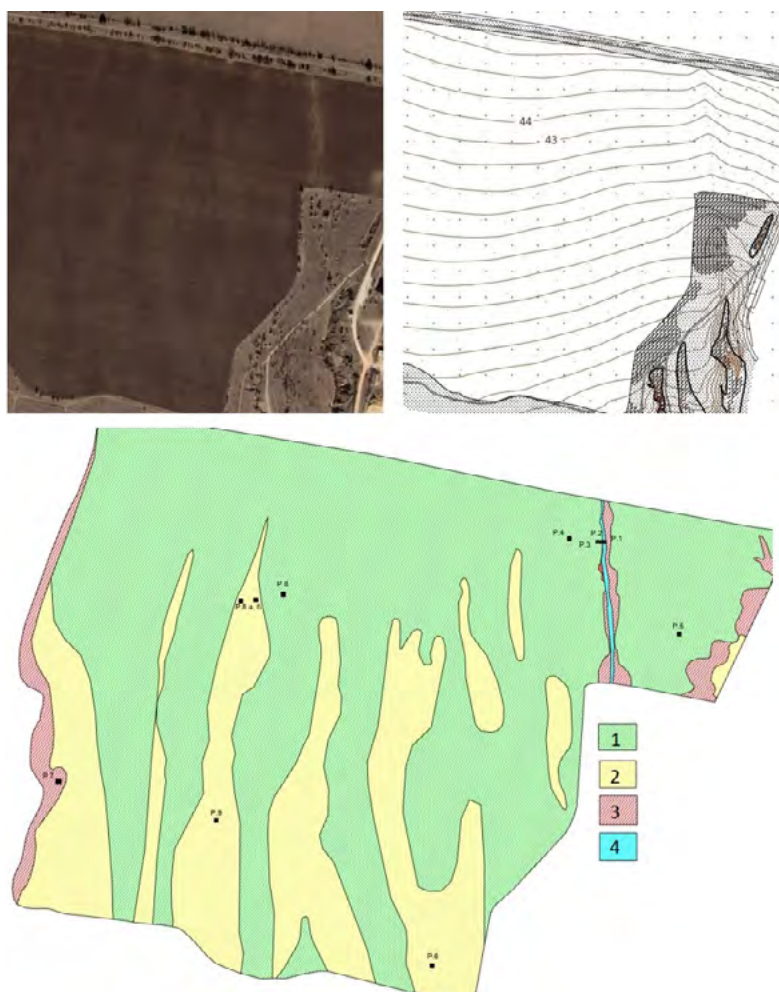


Рис. 1. Рельєф і ґрунти території обстеження:

1. Повнопрофільні ґрунти міжпапілярних просторів із грубизною гумусового горизонту 48–55 см; 2. Укорочені ґрунти папіляр стоку із грубизною гумусового горизонту 79–88% від повнопрофільних; 3. Короткопрофільні ґрунти, у тому числі схилів улоговин стоку із грубизною гумусового горизонту 38–61% від повнопрофільних ґрунтів; 4. Повнопрофільні ґрунти днища улоговини стоку із ознаками наміву ґрунтового матеріалу

Таблиця 1

Характеристика основних ґрунтових розрізів

№	Назва ґрунту	Форма рельєфу	Координати
1	Чорнозем південний слабогумусний середньосуглинковий мулувато-крупнопилуватий на шаруватому намівному суглинку	Днище улоговини стоку	46°16'55" пн.ш. 30°23'20" с.д.
5	Чорнозем південний слабогумусний неглибокий середньосуглинковий піщано-пилуватий	Прямолінійний схил	46°16'53" пн.ш. 30°23'21" с.д.
6	Чорнозем південний слабогумусний неглибокий (укорочений) середньосуглинковий піщано-пилуватий	Мікро-уловина (папіляр стоку)	46°16'37" пн.ш. 30°23'11" с.д.
7	Сильнозмитий карбонатний середньосуглинковий піщано-пилуватий ґрунт	Схил улоговини стоку	46°16'45" пн.ш. 30°23'21" с.д.
8	Чорнозем південний слабогумусний неглибокий середньосуглинковий піщано-пилуватий	Міжпапілярний простір схилу	46°16'52" пн.ш. 30°22'47" с.д.

Використаний порівняльно-аналітичний метод при закладанні 14 ґрунтових розрізів і напіврозрізів. Ґрунтовий покрив території представлений чорноземом південним, в тому числі повнопрофільним (порівнюючи з ґрунтами плакору) і укороченим по розлогих мікроулоговинах, а також слабо-, середньо- і сильнотимитими ґрунтами на схилах улоговин стоку і обочині ділянки, що примикає до балки.

Ґрунти території обстеження сформовані на однорідному лесі, що характеризується на глибині 180-200 см середньосуглинним піщано-пилуватим гранулометричним складом і містить 20–21% вуглекислого кальцію. Поверхневі горизонти чорноземів мають той же гранулометричний склад при зменшенні вмісту фізичної глини на 4-6% за рахунок зменшення мулистості і збільшення піщаної фракції. Винятком є ґрунти в днищі вузької улоговини стоку, де їхній поверхневий горизонт за гранулометричним складом ідентичний ґрунтоутворюючій породі (табл. 2).

Головною і виразною відмінністю території є поширення повнопрофільних і укорочених відмін чорнозему південного на різних формах мікрорельєфу (рис. 2). Відносно більш потужні ґрунти сформовані в днищі улоговини стоку, явно через більшу вологозабезпеченість і намів ґрунтової маси у минулому (до прокладання дороги по північній межі поля). Про останнє свідчать шарувата плямистість у нижній частині профілю – с глибини

40 см і, особливо виразна, з 60 см. Найменш потужними є ґрунти схилів улоговини стоку із грубизною гумусового горизонту біля 32 см (розріз 2) і ґрунти розлогих видолінок із гумусовим горизонтом, товщиною біля 41–42 см (розрізи 8.2, 6). Однозначно еродованими і відносно ще менш потужними є ґрунти стрімких обочин балки і коротких улоговин стоку із вмістом органічної речовини менше 2% (розріз 7). Ґрунти міжпапілярних просторів мають потужність гумусового горизонту 48–55 см, а всього профілю – 62–70 см.

Аналізуючи структуру ґрунтового покриву схилів земель у залежності від їх орографії можна допустити, що короткопрофільність ґрунтів на відносно стрімких схилах вузької улоговини може бути результатом ксероморфності, але більш короткі профілі на розлогих мікронизженнях із однаковою стрімкістю порівняно з міжпапілярними просторами і, певно, кращим вологозабезпеченням засвідчують змив ґрунтової маси по схилу. Отже, ерозійний процес є провідним в даному випадку в розлогих мікронизженнях на пологому схилі із відносно легким гранулометричним (середньосуглинковим піщано-пилуватим) гранулометричним складом. Про це може додатково свідчити розподіл мулистості фракції у поверхневих горизонтах ґрунтів – меншої кількості мулу у верхніх горизонтах ґрунтів видолінок і міжпапілярних просторів, порівняно з ґрунтоутво-

Таблиця 2

Гранулометричний склад чорноземів південних слабогумусних

№ розрізу	Генетичні горизонти	Глибина, см	Розмір фракцій в мм; вміст, %						
			1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	<0,01
1	H	0-20	0,18	19,91	40,32	6,75	12,78	20,06	39,59
5	H	0-20	0,14	25,58	38,29	7,89	11,62	16,48	35,99
6	H	0-20	0,16	22,85	43,03	5,23	12,97	15,76	33,96
	Pk	180-200	0,06	19,78	40,40	3,26	16,34	20,16	39,76
7	HPk	0-21	0,25	21,10	45,93	7,51	11,76	13,45	32,72
8	H	0-20	0,14	18,46	46,19	7,08	12,10	16,03	35,21
	Pk	180-200	0,04	14,84	45,64	4,11	13,98	21,39	39,48

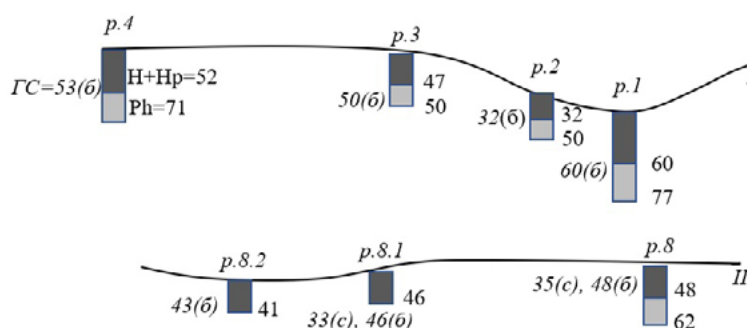


Рис. 2. Структура ґрунтового покриву схилу залежно від його орографії:
I. Поперечний розріз схилу із улоговиною стоку; II. Поперечний розріз із папіляром стоку. H+Hp – гумусовий горизонт ґрунту, його нижня межа, см; Ph – нижня межа гумусованої частини профілю, см; ГС – глибина скипання ґрунту (см) від 10% HCl із слабким ступенем (с) і бурхливим (б)

Таблиця 3

Характеристика хімічних і фізико-хімічних властивостей ґрунтів

№ розрізу	Генетичні горизонти	Глибина, см	Органічна речовина, %	КВАГ	Увібрані катіони			рН
					Сума, ммоль/100 г ґрунту	Na ⁺ , % від суми	Ca ²⁺ / Mg ²⁺	
1	H	0-20	2,22	0,56	19,22	1,1	4,4	7,7
	H	20-40	1,93					
	Hp	40-60	1,93		19,97	1,1	2,4	
	PhK	60-80	1,74		16,46	1,3	5,5	7,8
5	H	0-20	2,42	0,67	18,21	1,2	4,5	7,6
	H	20-37	2,12					
	Hp	37-55	1,35		19,53	1,4	3,1	
	Phk	55-70	1,35		18,01	1,4	3,4	7,9
6	H	0-20	2,32	0,68	17,71	1,2	2,5	7,6
	Hp	20-42	1,93		18,23	1,3	6,2	
	Phk	42-63	1,35		15,18	1,2	4,5	7,9
7	HPk	0-21	1,74	0,53	16,19	1,2	3,9	7,8
	Phk	21-33	1,16					8,0
8	H	0-20	2,42	0,69	19,43	0,9	5,4	7,9
	H	20-35	2,22					
	HPk	35-48	1,93		18,69	1,0	5,2	7,9

Таблиця 4

Кількісні показники родючості чорноземів південних середньосуглинкових в умовах розосередженого поверхневого стоку

Назва ґрунту і місцезнаходження	Горизонт	Нижня межа, см	Запаси гумусу, т/га	Фізична глина, %	CaCO ₃ , %	Активні карбонати, %
Чорнозем південний міжпапілярних просторів	H+Hp	48-55	133-164	36	2-11	1-9 (11)
	Phk	62-71	27		17-18	15-17
	PK	115		39,5-39,8	20-21	15-17
Чорнозем південний папілярів стоку	H+Hp	41-42	106-131	34-35	9-10	1-9
	Phk	62-63	38		11-18	16-19
	PK	107-115		39,5-39,8	20-21	15-17
Чорнозем південний сильнозмитий схилу улоговини стоку	HPk	21	42	33	15	15
	Phk	33	17			10
	PK	72			20	15-17
Чорнозем південний днища улоговини стоку	H+Hp	60	151	39,6	0-7	10-12
	PhK	80	47		37	18

рюючою породою, і верхніми горизонтами ґрунтів днища вузької улоговини із ознаками наміву ґрунтового матеріалу в профілі.

Орні шари досліджуваних повно- і короткопрофільних середньосуглинкових відмін чорнозему південного характеризуються відносно невисоким вмістом органічної речовини – 2,22–2,42%. При цьому найменший вміст гумусу виявлений в середньо- і сильнозмитих ґрунтах крутосхилів (1,74%), але й також в ґрунтах днища вузької улоговини з ознаками наміву ґрунтової маси (2,22%). За запасами органічної речовини в гумусовому горизонті (106-164 т/га) ґрунти папілярів стоку і міжпапілярних просторів із різною потужністю розрізняються більш виразно (табл. 3, 4). В цілому, гумусовий стан ґрунтів засвідчує низький гумусоутворювальний

і гумусонокопичувальний потенціал їхнього середньосуглинкового піщано-пилюватого гранулометричного складу, про що засвідчує коефіцієнт відносної акумуляції гумусу (КВАГ), який відповідає типовим значенням для чорноземів південних слабогумусоакумулятивних зони Степу Південного помірно-сухого і знаходяться у межах 0,55–0,66.

Повнопрофільні і укорочені ґрунти досліджуваного масиву не солонцюваті при підвищеному вмісті увібраного натрію і невиразно вузькому співвідношенні увібраних кальцію і магнію (4,4–5,4). При цьому ґрунти мають більш високі рівні лужності порівняно з модальними чорноземами південними зони дослідження: в їх гумусовому горизонті рН становить 7,6–7,9, в підгумусовому біля 7,9, в ілювіально-карбонатному типові значення – 8,0–8,2.

Між ґрунтами різного ступеня ксероморфності і еродованості спостерігаються виразні відмінності за вмістом загальних і активних карбонатів, який є важливим показником при ампелоекологічній оцінці земель. Глибина сильного скипання ґрунтів від 10% НСІ в цілому характеризує грубізну їх гумусового горизонту. Середньо- і сильноеродовані ґрунти (розріз 7) скипають з поверхні і в орному шарі містять біля 15% загальних і біля 15% активних карбонатів. Повнопрофільні і укорочені ґрунти міжпапілярних просторів і розлогих видолинків в гумусовому горизонті містять вуглекисле вапно в кількості від 1–2% до 10–11%; більш карбонатні ґрунти приурочені до нижньої третини схилу досліджуваного масиву. Ґрунти днища вузького папіляру стоку в гумусовому горизонті не карбонатні, а в підгумусовому вміст карбонатів типовий для ілювіально-карбонатних горизонтів чорноземів південних (у основному розрізі, що характеризував ці ґрунти, визначили 37% CaCO_3). Вміст активних карбонатів у гумусовому горизонті (Н+Нр) повнопрофільних і укорочених ґрунтів складає максимально 11% і тримається в діапазоні 1–11%. У перехідному горизонті (Phk) ґрунтів міститься 16–19%, а в ілювіально-карбонатному горизонті (РК) – 15–17% активних карбонатів. У гумусовому горизонті (Н+Нр) ґрунтів днища вузького папіляру стоку активного вапна 10–12%, а в ілювіально-карбонатному горизонті (РК) – до

18%. Таким чином, наявність на слабоболотних схилах складної системи мікронизень – улоговин і папіляр стоку, в тому числі плоских із відсутніми ознаками розмиву, зумовлює у середньосуглинкових піщано-пилуватих ґрунтах високу строкатість за рівнем залягання карбонатного горизонту, вмістом загальних і активних карбонатів.

Головні висновки. Перерозподіл і скидання вологи на слабоболотних (до 2°) схилах через систему мікронизень – улоговини стоку, глибиною 0,4–0,6 м, і плоских мікронизень (папіляри стоку) – є помітним фактором агроекологічної диференціації ґрунтового покриву за окремими властивостями ґрунтів. Чорноземи південні середньосуглинкові плоских мікронизень мають коротший на 12–21% гумусовий горизонт (Н+Нр) і менші на 11% запаси органічної речовини в профілі (Н+Нр+Ph) завдяки зносу ґрунтового матеріалу по схилу. Ґрунти схилів улоговин стоку формуються в умовах підвищеної ксероморфності і розвитку ерозії різного ступеня від слабкого до сильного. Ґрунти папілярів стоку і міжпапілярних просторів не диференціюються за складом увібраних основ і лужністю. Найбільша диференціація ґрунтового покриву спостерігається за вмістом у ґрунтах загальних і активних карбонатів. Окрім диференціюючої ролі мікрорельєфу певне значення має місцезнаходження на схилі.

Література

1. Волощук М.Д. Ерозійна деградація чорноземів південно-західної частини України і республіки Молдова. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2016. № 42 (4). С. 41–51.
2. Природний механізм захисту схилів ґрунтів від водної ерозії: монографія / М. І. Полупан та інші.; ННЦ «Ін-т ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського»; за ред. М. І. Полупана. К.: Фенікс, 2011. 142 с.
3. Achasov A. B., Achasova A. A., Titenko A. V. Soil erosion by assessing hydrothermal conditions of its formation. *Global J. Environ. Sci. Manage.* 5(SI): 12-21, 2019. <https://doi.org/10.22034/GJESM.2019.05.SI.02>
4. Пічура В.І., Потравка Л.О., Дудяк Н.В., Рутта О.В. Моделювання водно-дефляційної деструкції степових ґрунтів України. *Екологічні науки*. 2022. Вип. 5 (44). С. 121–129. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.5-44.17>.
5. Власов В.В. Экологические основы формирования виноградных ландшафтов. Арциз : ФОП Петров О.С., 2013. 248 с.