

3. Truskavetskyi S.R., Hichka M.M., Byndych T.Yu. (2010). *Metodyka kilkisnoi otsinky stanu eroziino nebezpechnykh gruntiv za dopomohoiu metodiv dystantsiinoho zonduvannia* [Methodology of quantitative assessment of the dangerous erosion of soils using remote sensing methods]. Kharkiv: NNTs IHA Publ., 57 p. (in Ukrainian).
4. Truskavetskyi S.R. (2011). *Metodychni pidkhody do kilkisnoi otsinky stanu eroziino nebezpechnykh gruntiv metodamy dystantsiinoho zonduvannia* [Methodological approaches to the quantitative assessment of soil erosion dangerous methods of remote sensing]. Ahrokhimii i gruntoznavstvo [Agricultural Chemistry and Soil Science]. Kharkiv: NNTs «IGA im. O.N. Sokolovskoho» Publ., Iss. 74, p. 19–24 (in Ukrainian).
5. Timchenko D.O., Truskavetskyi S.R., Byndych T.Yu., Hichka M.M. (2005). *Kartohrafuvannia eroziino nebezpechnykh gruntiv za dopomohoiu kosmichnoi znimannia. Metodychni rekomendatsii* [Mapping of the hazardous erosive soils by means of space shooting: Guidelines]. Kharkiv: NNTs IHA Publ., 44 p. (in Ukrainian).
6. Spiridonov A.I. (1975). *Geomorfologicheskoe kartografirovanie* [Geomorphological mapping]. Moscow: Nedra Publ., 184 p. (in Russian).
7. Kuznetsov M.S. (1996). *Eroziya i okhrana pochv* [Erosion and soil protection]. Moscow, MGU Publ., 335 p. (in Russian).

УДК 631.412: 631.415.12

## БУФЕРНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТІВ ЯК ПОКАЗНИК ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ЕДАФОТОПІВ КРИВОРІЗЬКОЇ УРБООКОСИСТЕМИ

І.О. Сіліч

*Криворізький педагогічний інститут ДВНЗ «Криворізький національний Університет»*

*Здійснено оцінювання екологічного стану едафотопів щодо буферності ґрунтового покриву. Встановлено, що для ґрунтів Криворізької урбоєкосистеми характерна лужна реакція та вміст гумусу в межах 2%. Розраховано сумарний показник забрудненості ґрунтів важкими металами (Zc), що відображає інтегральний ефект впливу всієї групи досліджуваних елементів на екологічний стан едафотопу, та за його результатами встановлено помірно небезпечну категорію забрудненості важкими металами — для ґрунтів Саксаганського р-ну і допустиму категорію — для всіх інших досліджуваних територій міста. Отримані дані свідчать про наявність в едафотопіах Криворізької урбоєкосистеми обмежувальних чинників надлишкового залучення хімічних елементів в біологічні цикли.*

**Ключові слова:** ґрунт, буферність, кислотність, гумус, важкі метали.

Інтенсивний розвиток гірничодобувної та металургійної галузей спричиняє незворотні порушення та руйнування екосистем. Особливо це позначається на якості водно-хімічних показників ґрунтів. Тому серед першочергових складових охорони навколишнього природного середовища є періодичний контроль динаміки якісного стану ґрунтів, а також контроль антропогенного тиску на них з метою прогнозування еколого-економічних наслідків деградації земельних ділянок та розробки і впровадження відповідних охоронних заходів [1].

Загальні аспекти нинішнього стану забрудненості ґрунтів Криворізької обл. важкими металами (ВМ) різної форми рухливості досліджували такі вчені, як І.Д. Маяков, І.М. Малахов, В.М. Савосько, В.М. Гришко, В.О. Гапон [2–4]. Однак досі залишаються недостатньо висвітленими питання вмісту ВМ у ґрунтах міської агломерації щодо їх буферних властивостей — кислотності ґрунтового розчину та кількості органічної речовини. Адже чим нижчі ці показники, тим більшу небезпеку для ґрунту становлять забруднювальні речовини, зокрема ВМ [5].

© І.О. Сіліч, 2015

Саме тому метою роботи було вивчення регіональних особливостей міграційної активності ВМ з урахуванням буферних властивостей ґрунтів.

**МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Дослідження проводили на території п'яти районів м. Кривий Ріг – Жовтневого, Саксаганського, Тернівського, Держинського та Інгулецького, у межах кожного було виділено 8 моніторингових полігонів. Контрольний моніторинговий полігон створено в с. Олександрівка Долинського р-ну Кіровоградської обл. Контрольна ділянка розташована на значному віддаленні від промислових підприємств (понад 50 км).

На кожному полігоні здійснювали відбір зразків ґрунту методом конверта з глибини 0–20 см, підготовку яких проводили за стандартними методиками. Рухомі форми ВМ (Pb; Cd; Zn; Ni; Cu; Fe; Mn) визначали методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії в амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8. Гумус визначали методом Тюріна в модифікації ЦІНАО [6, 7]. Актуальну та обмінну кислотності ґрунтових витяжок – за допомогою лабораторного іономіра, для визначення останньої використовували 1,0 н. розчину КСІ. Всі дослідження проводили у трикратній повторності. Отримані результати опрацьовували методами варіаційної статистики на рівні значущості  $P \leq 5\%$  [8].

**РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ**

Високу чутливість та уразливість ґрунтового покриву зумовлено його обмеженою буферністю. Буферність – це властивість ґрунту перешкоджати зміні реакції (рН) під дією кислот і лугів. Так, наявність солей, утворених слабкими основами і сильними кислотами, зумовлює буферну здатність ґрунту до шкідливих чинників. З огляду на те що ґрунтовий розчин перебуває в постійній взаємодії із твердою фазою ґрунту, остання також впливає на буферність. Тому нами було досліджено не лише актуальну та обмінну кислотності ґрунтових розчинів, а й уміст органічної речовини в ґрунті (таблиця).

За результатами досліджень в ґрунтах Держинського р-ну виявлено найбільшу кількість органічної речовини – у межах  $3,29 \pm 0,36\%$ . Загалом, кількість гумусу в районах міста варіювала у межах 2%: від  $2,01 \pm 0,41\%$  – у Саксаганському до  $2,45 \pm 0,56\%$  – у Тернівському. Відповідно до сучасних наукових даних, така кількість органіч-

**Буферні властивості ґрунтів м. Кривий Ріг\***

№ пор.	Назва району міста	Гумус, %						Кислотність, рН								
		актуальна			обмінна			актуальна			обмінна					
		min	M	m	V, %	min	M	m	V, %	min	M	m	V, %			
1.	Тернівський	1,36	4,44	2,45	0,56	50,62	7,20	8,51	8,10	0,24	6,68	4,59	7,82	6,92	0,78	22,48
2.	Жовтневий	0,99	3,06	2,20	0,31	39,33	7,42	9,27	8,47	0,19	6,37	6,62	7,94	7,58	0,16	5,79
3.	Саксаганський	1,23	2,84	2,01	0,41	40,86	8,19	8,80	8,44	0,13	3,09	7,67	8,27	7,89	0,14	3,47
4.	Держинський	1,90	3,95	3,29	0,36	24,61	8,23	8,65	8,46	0,07	1,87	7,50	7,76	7,66	0,05	1,39
5.	Інгулецький	0,84	3,44	2,32	0,56	48,70	8,24	8,95	8,55	0,15	3,50	7,60	8,09	7,77	0,11	2,85
6.	Контроль	2,10	3,10	2,67	0,27	43,71	8,31	8,87	8,48	0,17	2,07	7,48	7,78	7,67	0,18	1,56

Примітка: \*min – мінімальне, max – максимальне, M – середнє значення вибірки; m – абсолютна похибка середнього значення; V – коефіцієнт варіації.

ної речовини є типовою для досліджуваної місцевості.

Показники актуальної кислотності варіюють у межах 8 одиниць. Так, для Тернівського р-ну  $pH = 8,1 \pm 0,24$ , що є найнижчим значенням серед досліджуваних районів, а для Інгuleцького  $pH = 8,55 \pm 0,15$  – відповідно найвищим.

Лужні показники обмінної кислотності варіюють від  $7,58 \pm 0,16\%$  – у Жовтневому р-ні до  $7,89 \pm 0,14\%$  – у Саксаганському. Найнижчий показник зафіксовано у Тернівському р-ні –  $pH = 6,92 \pm 0,78\%$ .

Тому можна зробити висновок, що ґрунти міста мають лужну реакцію як щодо актуальної, так і щодо обмінної кислотності.

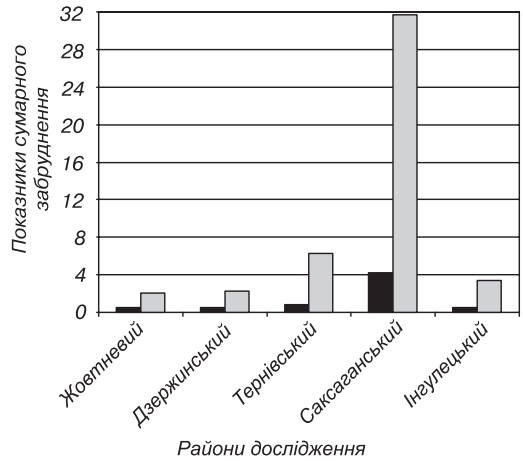
Оскільки оцінювання забруднення ґрунтового покриву здійснювалось за вмістом семи видів ВМ (Pb; Cd; Zn; Ni; Cu; Fe; Mn) [9], нами був розрахований сумарний показник забрудненості ( $Z_c$ ) за формулою [10]:

$$Z_c = \left( \sum_{i=1}^n K_{C_i} \right) - (n - 1),$$

де  $Z_c$  – сумарний показник забрудненості ґрунтів;  $K_{C_i}$  – коефіцієнт концентрації  $i$ -го хімічного елемента в пробі ґрунту;  $n$  – кількість врахованих хімічних елементів.

Так, показник демонструє інтегральний ефект впливу на екологічний стан едафотопу всієї групи ВМ (рисунок). Оціночна шкала небезпечності забруднення ґрунтів за сумарним показником  $Z_c$  базується на показниках стану здоров'я населення, яке проживає на різних за рівнем забруднення територіях. Для порівняння вмісту хімічних інгредієнтів у досліджуваних зразках нами використано відповідні нормативні показники ГДК для рухомих форм ВМ у ґрунті ( $Z_c$  ГДК) та отримано в експериментальний спосіб дані із контрольної ділянки ( $Z_c$  фон) [10].

Порівняно із показниками контрольної ділянки, найвищий рівень забрудненості зафіксовано в Саксаганському р-ні, де  $Z_c = 31,66$ , найнижчий –  $2,09$  виявлено на території Жовтневого р-ну (рисунок). Порівняно із нормативними показниками ГДК, найвищий оціночний бал встановлено для



Порівняльні показники сумарного забруднення ґрунту за вмістом важких металів ( $Z_c$  ГДК та  $Z_c$  фон): ■  $Z_c$  ГДК; ■ фон

Саксаганського р-ну –  $4,19$ , а найнижчий –  $0,47$  для Держинського.

Згідно з оціночною шкалою [8], ґрунти Саксаганського р-ну відносяться до категорії помірно небезпечних. Всі інші показники забрудненості ґрунтів м. Кривий Ріг відносяться до допустимої категорії.

## ВИСНОВКИ

На основі проведених досліджень можна стверджувати, що для ґрунтів м. Кривий Ріг характерною є лужна реакція як для актуальної, так і для обмінної кислотностей. Кількість органічної речовини варіює у межах, характерних для дослідного регіону.

Забруднення едафотопів досліджуваного регіону ВМ спричинено аеральними емісіями гірничих підприємств. Основними та особливо небезпечними є рухомі форми таких ВМ, як Pb, Cd, Zn, Ni, Cu, Fe, Mn. Буферні властивості (pH ґрунту та гумус) істотним чином впливають на рівень концентрації ВМ у едафотопіх міста. Тому в районах, де ґрунти урбоєкосистем за своїми показниками буферності вимірюються на рівні показників фонові ділянки, категорія забрудненості ґрунту відноситься до помірно небезпечної. Отже, в екологічному вимірі Саксаганський р-н має найвищий показник сумарного забруднення. Всі інші показники перебувають у межах норми.

Отримані результати можуть бути використані в організації екологічного моніторингу промислових регіонів. У подальших дослідженнях доцільно провести кореляційно-регресійні розрахунки вмісту ВМ від показників буферності ґрунтів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Досвід комплексної оцінки та картографування факторів техногенного впливу на природне середовище міст Кривого Рогу та Дніпродзержинська / І.Д. Багрії, А.М. Білоус, Ю.Г. Вілкул та ін. — К.: Фенікс, 2000. — 110 с.
2. Гапон В.А. Особенности загрязнения территории санитарно-защитной зоны металлургического комбината тяжелыми металлами техногенного происхождения / В.А. Гапон // Довкілля і здоров'я. — 2000. — № 3 (14). — С. 25–27.
3. Важкі метали: надходження в ґрунти, транслокація у рослинах та екологічна небезпека / В.М. Гришко, Д.В. Сищиків, О.М. Піскова та ін. — Донецьк: Донбас, 2012. — 302 с.
4. Савосько В.М. Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почвах, прилегающих к Северному горнообогатительному комбинату (Кривбасс) / В.М. Савосько // Вісник ДДУ. — 2000. — Вип. 8, Т. 2. — С. 64–69. — (Серія: Біологія. Екологія).
5. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами (МР № 5174-90) / [Б.А. Ревич, Ю.Е. Саєт, Р.С. Смирнова, Е.П. Сорокина]. — М.: ИМГРЭ, 1982. — 112 с.
6. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина. — М.: Издательство Московского ун-та, 1970. — 490 с.
7. Практикум по почвоведению / под. ред. И.С. Кауричева. — М.: Агропромиздат, 1986. — 336 с.
8. Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. — М.: Высш. школа, 1990. — 528 с.
9. Сіліч І.О. Вміст рухомих форм важких металів в едафотобах рекреаційних та промислових зон Криворіжжя / І.О. Сіліч // Ґрунтознавство. — 2013. — Т. 14, № 3–4. — С. 35–42.
10. Тарасова В.В. Екологічна стандартизація і нормування антропогенного навантаження на природне середовище / В.В. Тарасова, А.С. Малиновський, М.Ф. Рибак; заг. ред. проф. В.В. Тарасової. — К.: Центр учбової літератури, 2007. — 276 с.

## REFERENCES

1. Bahriy I.D., Bilous A.M., Vilkul Yu.H. (2000). *Dosvid kompleksnoyi otsinky ta kartohrafuvannya faktoriv tekhnogenoho vplyvu na pryrodne seredovyshche mist Kryvoho Rohu ta Dniprodzerzhyns'ka* [Experience of comprehensive assessment and mapping of factors of anthropogenic impact on the environment of Kryvyi Rih and Dniprodzerzhynsk regions]. Kyiv: Feniks Publ., 110 p. (in Ukrainian).
2. Gapon V.A. (2000). *Osobennosti zagryazneniya territorii saniatrno-zashchitnoy zony metallurgicheskogo kombinata tyazhelymi metalami tekhnogenogo proiskhozhdeniya* [Features of contamination of the sanitary and protection zone of metallurgical combine by heavy metals of anthropogenic origin]. *Dovkillya i zdorov'ya* [Environment and health], No. 3 (14), pp. 25–27 (in Ukrainian).
3. Hryshko V.M., Syshchykov D.V., Piskova O.M. (2012). *Vazhki metaly: nadkhodzheniya v ґrunty, translokatsiya u roslinakh ta ekolohichna nebezpeka* [Heavy metals: entering to the soil, translocation into plants and environmental hazards]. Donets'k: DonbasPubl., 302 p. (in Ukrainian).
4. Savosko V.M. (2000). *Soderzhanie podviznykh form tyazhelykh metallov v pochvakh, prilegayushchikh k Severnomu gornoobogatitelnomu kombinatu (Krivbass)* [The content of mobile forms of heavy metals in the soil adjacent in the North mining and processing Combine (Kryvbass)]. *Visnik DDU (Seriya: Biologiya. Ekolohiya)* [Bulletin of DDU], Iss. 8, vol. 2, pp. 64–69 (in Ukrainian).
5. Rевич B.A., Saet Yu.Ye., Smirnova R.S., Sorokina Ye.P. (1982). *Metodicheskie rekomendatsii po geokhimicheskoy otsenke zagryazneniya territoriy gorodov khimicheskimi elementami (MR No. 5174-90)* [Methodical recommendations on the geochemical assessment of contamination zones by chemical elements of urban areas (MR № 5174-90)]. Moscow: IMGRE Publ., 112 p. (in Russian).
6. Arinushkina Ye.V. (1970). *Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv* [Guidance on chemical analysis of soil]. Moscow: Izdatelstvo Moskovskogo un-ta Publ., 490 p. (in Russian).
7. Kauricheva I.S. (1986). *Praktikum po pochvovedeniyu* [Workshop on Soil science]. Moscow: AgropromizdatPubl., 336 p. (in Russian).
8. Lakin G.F. (1990). *Biometriya* [Biometrics]. Moscow: Vyssh. Shkola Publ., 528 p. (in Russian).
9. Silich I.O. (2013). *Vmist rukhomykh form vazhkykh metaliv v edafotopakh rekreatsinykh ta promyslovykh zon Kryvorizhzhya* [The content of mobile forms of heavy metals in edafotopah recreational and industrial zones of Kryvorizhzhya region]. *Ґрунтознавство* [Soil Science], Vol. 14, no. 3–4, pp. 35–42 (in Ukrainian).
10. Tarasova V.V., Malynovskyy A.S., Rybak M.F. (2007). *Ekolohichna standartyzatsiya i normuvannya antropogenoho navantazheniya na pryrodne seredovyshche* [Environmental standardization and regulation of anthropogenic load on the environment]. Kyiv: Tsentр uchbovoyi literaturyPubl., pp. 203–206 (in Ukrainian).