

- ta Koncha-Zaspivskoi zelenykh zon m. Kyieva [Ecological monitoring in recreation landscapes of 'Holosiyiv-Pheophania' and 'Koncha-Zaspa' green parks in Kyiv]. *Ekolohichni nauky – Ecological sciences*, 10 (3), 202–225 [in Ukrainian].
6. Bondar, O.I. & Ryzhenko, N.O. (2010). Ekolohichni monitorynh m. Kyieva [Ecological monitoring of Kyiv]. *Ahroekolohichnyy zhurnal – Agroecological Journal*, 2, 41–46 [in Ukrainian].
 7. Scherbachenko, O.I. (2014). Vazhki metaly yak toksychnyi faktor zabrudnennia pryrodnoho sere-dovyshcha: stiikist i adaptatsiia roslyn do yikh vplyvu [Heavy metals as a toxic factor of environ-ment pollution: stability and adaptation of plants to their influence]. *Naukovi zapysky derzhavnogo pryrodoznavchoho muzeiu – Scientific notes of the State Natural History Museum*, 30, 157–182 [in Ukrainian].
 8. Mamatha, P., Salamma, S., Swamy, A.V.N. & Ravi Prasad Rao, B. (2014). Quantitative and risk analy-sis of heavy metals in selected leafy vegetables. *Der Pharma Chemica*, 6 (3), 179–185. Retrieved from <http://derpharmachemica.com/archive.html> [in English].
 9. Brian J. (2005). *Alloway. Heavy metals in soils. Trace elements and Metalloids in Soils and their Bioavail-ability*. (3d ed.). UK: Springer [in English].
 10. Dospheov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta [Methodology of field experiment]*. Moscow: Agro-promizdat [in Russian].
 11. Kavetsky, V.N., Makarenko, N.A., Lishchuk, A.M., Bu-ogis, A.M. & Kavetsky, S.V. (2001). Metodychni vkazivky po vyznachenniu Hg, Zn, Co, Cd, Cu, Ni v gruntі, roslynakh, u vodi metodom tonkosharovoї khromatohrafii [Chromatography Methods of the Hg, Zn, Co, Cd, Cu, Ni determination in soil, plant and water]. *Methodic of determination pesticides residues in food, forage and environment*. (Vol. 29). Kyiv: Minekolohiyi Ukrainy [in Ukrainian].
 12. Ivanter, Je.V., Korosov, A.V. (2010). *Jelementarnaja biometrija: ucheb. Posobie [Elementary biometrics: Textbook]*. Petrozavodsk: PetrGU [in Russian].
 13. Cempel, M. (2006). Nickel: A Review of Its Sources and Environmental Toxicology. *Polish J. of Environ. Stud.*, 15, 3, 375–382 [in English].
 14. Kucenko, S.A (2004). *Osnovy toksikologii: nauchno-metodicheskoe izdanie [Principles of Toxicology: sci-entific and methodologic edition]*. Sankt-Peterburg: Folyant [in Russian].

УДК 550.4 : 502.56/568

ЕКОЛОГО-ГЕОХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА МІКРОЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОГЕННО ЗАБРУДНЕНИХ АГРОСЕЛІТЕБНИХ ЛАНДШАФТІВ УКРАЇНИ

I.B. Кураєва¹, Ю.Ю. Войтюк¹, А.І. Самчук¹, О.П. Локтіонова¹, О.Г. Мусіч²

¹ Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України

² ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища України»

Досліджено закономірності розподілу мікроелементів у ґрунтах під впливом про-мислових підприємств (Маріупольська та Шосткинська ділянки). За геохімічними критеріями виділено техногенні асоціації важких металів у забруднених ґрунтах агро-ландшафтів під впливом підприємств чорної металургії (Pb 23,2 > Cu 8,4 > Zn 5,5 > Cr 3,9 > Mn 2,5) та хімічної промисловості (Pb 23 > Ni 16 > Cr 9 > Co 5 > Ag 4 > Cu 2). Встановлено, що на техногенно-забруднених територіях змінюються фізико-хімічні показники ґрунтових відкладів; збільшується рухливість важких металів. Обґрунтовано біогеохімічні критерії виділення техногенно забруднених ділянок за на-явністю мікроорганізмів у ґрунтах, не характерних для фонових територій.

Ключові слова: мікроелементи, агроландшафти, мікроорганізми.

Ландшафтно-геохімічні умови України сприяють розвитку аграрної галузі. Однак

насиченість території країни промислови-ми підприємствами різного профілю іс-тотно вплинула на мікроелементний склад ґрунтового і рослинного покриву. Особли-ву роль для розуміння процесів міграції та

концентрації хімічних елементів у життєво важливих для людини об'єктах довкілля відіграє сучасна екологічна геохімія. Встановлення закономірностей зміни хімічного складу навколишнього природного середовища загалом та його компонентів, зокрема в умовах техногенного впливу, є важливим завданням природознавства, вирішенням якого і займається екологічна геохімія.

Велика роль фундатора сучасної екологічної геохімії належить В.І. Вернадському. Подальші ідеї та підходи до вивчення техногенної міграції були розроблені провідними геохіміками і спеціалістами природничих наук — О.Є. Ферсманом, О.П. Виноградовим, Б.Б. Полиновим, О.О. Беусом, О.І. Перельманом, В.А. Ковдою, М.О. Глазовською, М.С. Касимовим, К.І. Лукашевим, В.К. Лукашевим, В.В. Добровольським, Ю.Ю. Саєтом, Ю.А. Израєлем, В.В. Ковальським, Е.В. Собоновичем, Е.Я. Жовинським, Г.О. Іутинською, В.В. Медведєвим, А.І. Фатєєвим, Т.М. Єгоровою, В.Б. Ільїним, Дж. Фортеск'ю та ін. Проте геохімічні особливості міграції та акумуляції мікроелементів у геологічному середовищі, що зазнає техногенного впливу, вивчено не всебічно. Особливо, це стосується дослідження форм знаходження мікроелементів у ґрунтах та їх біогеохімічних особливостей, що впливають на умови ведення аграрної діяльності.

Метою наших досліджень було визначення закономірностей розподілу мікроелементів у ґрунтах агроселітебних ландшафтів у зоні впливу підприємств чорної металургії та хімічної промисловості.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для визначення вмісту мікроелементів у ґрунтах використовували фізико-хімічні (атомно-абсорбційний, спектральний) та хімічний (силікатний) аналізи. Для розділення форм знаходження мікроелементів у ґрунті застосовували метод постадійних витяжок [1]. Карти розподілу мікроелементів у ґрунтах побудовано у програмі MapInfo 9 відповідно до методичних рекомендацій Н.К. Андросової [2]. Еколого-геохімічну оцінку за сумарним показником

забруднення здійснювали за методикою Ю.Ю. Саєта [3]. Чисельність ґрунтової мікрофлори визначали загальноприйнятими методами [4, 5]. Відбір проб ґрунту здійснювали відповідно до вимог ГОСТ 17.4.4.02–84 паралельно з опробуванням рослинності.

Об'єктами дослідження були ґрунти, ґрунтові мікроорганізми та рослинність «Маріупольської ділянки», що зазнає впливу підприємств чорної металургії, та «Шосткинської ділянки», на якій позначився вплив підприємств хімічної промисловості. Для Маріупольської ділянки за фонову територію було прийнято с. Мелекіне, для Шосткинської — с. Ображівка. На ділянках досліджень вирощують сільськогосподарську продукцію, яку споживає місцеве населення. Загалом, було відібрано 450 зразків ґрунтів та 60 зразків рослинності.

Місцерозташування Маріупольської ділянки — південь Донецької обл. біля гирла р. Кальміус, що впадає в Азовське море. Поверхня — рівнинна, слабохвиляста, до моря обривається крутим уступом, уздовж моря — вузька смуга піщаного узбережжя. Ділянка досліджень розміщується у південній частині Приазовського мегаблоку — східна частина Українського щита. Дослідження проводили, в основному, на чорноземах звичайних і приазовських потужних малогумусних. Ґрунтоутворювальними породами на цій території є лесоподібні важкі суглинки. Маріупольська ділянка належить до ландшафтів кальцієвого геохімічного класу; перебуває під впливом ВАТ «Маріупольський металургійний комбінат (ММК) ім. Ілліча» та ВАТ «Металургійний комбінат (МК) «Азовсталь», які характеризуються підвищеними обсягами повітряних викидів та водних скидів [4].

Шосткинська ділянка розміщується на території Сумської обл., що входить до зони Новгород-Сіверського Полісся (частина Українського Полісся). На сході територію обмежує Середньоросійська височина, на півдні — Сумська лісостепова зона. У фізико-географічних процесах безпосередньо беруть участь крейдяні,

палеогенові та антропогенові відклади, які залягають вище від місцевого базису ерозії. Потужність антропогенових відкладів у межах м. Шостки становить 20–25 м. Дослідження проводили здебільшого на дерново-підзолистих ґрунтах. Основними забруднювачами на цій площі є три промислові зони міста – ПАТ «Шосткинський завод хімічних реактивів», Шосткинський казенний завод «Зірка», ВАТ «Акціонерна компанія «Свема», що спричиняють небезпечну екологічну ситуацію на досліджуваній території [6].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Маріупольська ділянка. Мікроелементи, що надходять із техногенних джерел, зрештою потрапляють на поверхню ґрунтів. Їх подальша міграційна здатність у глиб профілю залежить від фізико-хімічних властивостей ґрунтів (табл. 1).

Однією з найважливіших еколого-геохімічних характеристик є буферність ґрунтів. Вона залежить від фізико-хімічних властивостей ґрунтового поглинального комплексу, складу органічної речовини ґрунту. Коефіцієнт буферності є прямопропорційним сорбційній ємності і зворотнопропорційним зміні рН. Еколого-геохімічна суть цього показника полягає у відображенні властивостей системи протистояти техногенному впливу [7].

Коефіцієнти концентрації мікроелементів у ґрунтах агроландшафтів під впливом Маріупольської ділянки утворюють ряд – Pb 23,2 > Cu 8,4 > Zn 5,5 > Cr 3,9 > Mn 2,5. За результатами геохімічних досліджень

у м. Маріуполі виявлено дві техногенні аномалії із значно високим рівнем забруднення (рис.) – поліелементне забруднення ґрунтів у зоні впливу підприємств чорної металургії: перша – у центральній (густонаселеній) частині міста, друга – у північно-західній.

Встановлено, що внаслідок забруднення ґрунтів мікроелементами змінюється не тільки валовий уміст, але і їх форми знаходження в ґрунтах [8]. Завдяки методу послідовних витяжок ми виявили, що найменший уміст важких металів є характерним для водорозчинної форми – 0,1–0,15% від валової кількості хімічних елементів. Слід наголосити, що незважаючи на високі рівні забруднення ґрунтів, що значно перевищують фонові значення мікроелементів за валовою кількістю, їх уміст у водній витяжці залишається доволі низьким і перевищує гранично допустимі концентрації лише у найбільш забруднених ґрунтах.

Уміст мікроелементів у обмінній формі досліджуваних ґрунтів становить 8–11%. Для фонових ґрунтів цей показник є нижчим – 1–2,3%. Відмінною рисою чорноземів звичайних є наявність форм мікроелементів, сполучених з карбонатами, що обумовлено специфічною міцелярною формою останніх. Частка мікроелементів, сполучених з карбонатами, у техногенно-забруднених ґрунтах становить 12–14%. Значна частина металів поєднується з оксидами і гідроксидами Fe. Слід зауважити, що більша частина металів поєднується з аморфними сполуками Fe. Частка сполук у цій формі становить 38–42% від валової

Таблиця 1

Фізико-хімічна характеристика ґрунтів Маріупольської ділянки

Місце відбору проб ґрунтів	C _{орг} [*] , мг/кг	рН	Обмінні катіони, мг · екв/100 г						K _б ^{***}
			H ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	E _{сум} ^{**}	
Техногенно забруднена ділянка	4,7	6,8	7,2	2,3	1,2	0,1	1,0	11,8	4,2
Фонова ділянка (с. Мелекіне)	6,4	7,4	8,4	38,2	13,0	0,6	0,5	60,7	55,2

Примітка: * C_{орг} – кількість органічної речовини; ** E_{сум} – сума обмінних катіонів; *** K_б – коефіцієнт буферності.



Карта сумарного показника забруднення ґрунтів Маріупольської ділянки важкими металами

кількості мікроелементів. Ймовірно, це обумовлено розвитком відновлювальних процесів і оглеєння в перезволожених ґрунтах, що сприяє збільшенню частки аморфних сполук і відновленню Fe^{3+} до Fe^{2+} .

Проведено еколого-геохімічне дослідження трав'янистої рослинності на прикладі пірїю повзучого (*Elytrigia repens*) [9], що є найпоширенішим представником міських біоценозів. Аналіз коефіцієнтів біологічного переходу дав змогу виявити деякі закономірності у біологічному поглинанні мікроелементів видом із твердої фази ґрунту. Найінтенсивніше пірїя повзучий поглинає Mo і Cu (хімічні елементи сильного біологічного накопичення), менш інтенсивно – Ni , Co , найменше – Cr і V . Коефіцієнт біогеохімічної активності виду, що характеризує інтенсивність поглинання хімічних елементів рослинами, становить 10,4. Зольність – 13,5–14,5%.

За техногенного надходження мікроелементів відбувається різкий вплив на природні біологічні комплекси, що спричиняє зміни рівноважного стану у спільнотах живих організмів, у т.ч. мікроскопічних грибів [5]. Під час дослідження ґрунтів Маріупольської ділянки було виділено та

ідентифіковано 61 штаб, 27 видів і 15 родів мікроскопічних грибів [4]. Домінуючими видами для ґрунтів, відібраних біля «МК «Азовсталь», були *Mucor plumbeus*, *Aspergillus fumigatus* і *Aspergillus flavus*. Останні два види грибів відносяться до III групи патогенності і можуть продукувати мікотоксини та викликати різні захворювання людини і тварин. Так, *Aspergillus flavus* продукує афлатоксин, афлатрем, стеригматоцистину; викликає легеневі інфекції, отомікози, мікотичні синусити, ендокардити. *Aspergillus fumigatus* може продукувати гліотоксин, верукулоген, вірідітоксин, фумігатин, фумігалін, гільвелову кислоту, ерготоксин; є збудником бронхопневмонії; викликає аспергіломи, кератити, оніхомікози, різного роду алергії. Домінуючими видами для ґрунтів, відібраних біля «ММК ім. Ілліча», були *Rhizopus stolonifer* і *Aspergillus niger*. Важливим чинником є те, що *Aspergillus niger* – це меланінвмісний гриб. Часто трапляється *Aspergillus flavus* і *Aspergillus fumigatus* (III група патогенності).

Шосткинська ділянка. Встановлено, що на розподілення важких металів впливають фізико-хімічні показники ґрунтів [7]. Уміст органічної речовини зменшується з 1,61%

Вміст рухомих форм мікроелементів у ґрунтах Шосткинської ділянки

Ділянки досліджень	Вміст рухомої форми, мг/кг				
	Ni	Pb	Cr	Cu	Co
Техногенно забруднена ділянка	5,5	46	7	20	6
Фонова ділянка (с. Ображіївка)	0,4	1,4	0,2	2,2	0,1
Граничнодопустима концентрація	4	2	0,05	3	5

на фонових ділянках до 0,75% для техногенно забруднених ґрунтів. У техногенно забруднених ґрунтах рН варіює у межах 4,8–5,1, у ґрунтах фонових ділянок цей показник підвищується до 6,4–6,5. Уміст поглинутих катіонів у ґрунтах фонових ділянок є вищим порівняно із техногенно забрудненими.

Валові концентрації мікроелементів на Шосткинській ділянці перевищують фонові значення в десятки разів. Наприклад, валовий уміст Cr у гумусовому горизонті ґрунтів ділянки перевищує фон у 30 разів, Ni – у 25, Ag – у 10, Cu – у 6, Pb – у 3, Co – у 4 рази. Було розраховано коефіцієнти концентрації мікроелементів у ґрунтах, на основі яких виділено техногенні геохімічні асоціації. До складу геохімічної асоціації мікроелементів у ґрунтах Шосткинської ділянки входять такі елементи (гумусовий горизонт): Pb 23 > Ni 16 > Cr 9 > Co 5 > Ag 4 > Cu 2. Шосткинська ділянка має різний ступінь техногенного навантаження: від середнього – до дуже забрудненого, сумарний показник забруднення коливається від 16,5 до 177,1.

Для повної характеристики забруднення території досліджень були враховані форми знаходження мікроелементів (табл. 2).

Дослідження вмісту рухомих форм металів на вказаній території під впливом підприємств хімічної промисловості підвищується порівняно з фоновими ділянками, що є критерієм забрудненості ґрунтових відкладів. Наприклад, зростає рухомість: Cr – у 35 разів, Pb – у 33, Ni – у 13, Cu – у 9, Co – у 2 рази.

Спеціальні біогеохімічні дослідження ґрунтів на видовий склад мікроскопічних

грибів засвідчили, що найчастіше у значній кількості трапляються представники роду *Penicillium*. Серед них багато видів зі значною біохімічною активністю: *P. hazzianum* Rifai, *P. thomii* Zalesky, *P. godlevsky* Zalesky, *P. decumbens* Thom. Мабуть, саме ці види пеніцилії та *Trichoderma harzianum* Rifai можуть бути індикаторами наявності мікроелементів у ґрунті. Із зразка, взятого на глибині 100 см, виділено такі види грибів: *Trichoderma* – *Tr. hamatum* Bainier і *Tr. koningii* Oudem, а також *P. notatum* Westling і *P. kursanovii* Chalab, що є специфічними тільки для ґрунтових відкладів досліджуваного промислового району. Існують й інші види – *Alternaria*, *Aspergillus*, але ці представники є типовими для багатьох промислових районів [10].

ВИСНОВКИ

Забрудненість ґрунтів мікроелементами спричиняє зміни їх фізико-хімічних властивостей (рН, катіонно-обмінна ємність), які відрізняються від властивостей фонових ділянок. У досліджуваних ґрунтах під впливом підприємств чорної та хімічної промисловості значно підвищується валовий уміст мікроелементів порівняно з умовно безпечними ґрунтами. Техногенне надходження мікроелементів у навколишнє природне середовище негативно впливає не тільки на ґрунти, але і на рослини, які по-різному адаптуються до екстремальних еколого-геохімічних умов довкілля. Проведені мікробіологічні дослідження свідчать, що індикаторами забруднення ґрунтів мікроелементами слугують певні види мікроорганізмів у досліджених відкладах. Результати можуть бути використані як

для прогнозування екологічної ситуації на локальному та регіональному рівнях, так і для виробництва та проведення агроекологічних досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Физико-химические условия образования мобильных форм токсичных металлов в почвах / А.И. Самчук, Г.Н. Бондаренко, В.В. Долин [и др.] // Минералогический журнал. — 1998. — № 2. — С. 48–59.
2. Андросова Н.К. Геолого-экологические исследования и картографирование (Геоэкологическое картирование): учеб. пос. / Н.К. Андросова. — М.: Издательство Российского университета дружбы народов, 2000. — 98 с.
3. Сает Ю.Е. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Сает, Б.А. Ревич, Е.П. Янин. — М.: Недра, 1990. — 335 с.
4. Важкі метали у компонентах навколишнього середовища м. Маріуполь (еколого-геохімічні аспекти): монографія / С.П. Кармазиненко, І.В. Кураєва, А.І. Самчук [та ін.]. — К.: Інтерсервіс, 2014. — 168 с.
5. Іутинська Г.О. Ґрунтова мікробіологія: навч. пос. / Г.О. Іутинська. — К.: Арістей, 2006. — 282 с.
6. Heavy Metals in Soils Under the Heel of Heavy Industry / G. Lysychnko, I. Kuraieva, A. Samchuk [et al.] // Soil Science Working for a Living. Applications of soil science to present-day problems. — National Center for Biotechnology Information, U.S. National Library of Medicine, 2017. — P. 203–211.
7. Жовинський Э.Я. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины: монография / Э.Я. Жовинский, И.В. Кураева. — К.: Наук. думка, 2002. — 213 с.
8. Форми знаходження важких металів у техногенно забруднених ґрунтах міських агломерацій / А.І. Самчук, І.В. Кураєва, Ю.Ю. Войтюк [та ін.] // Мінералогічний журнал. — 2016. — Т. 38, № 4. — С. 66–74.
9. Войтюк Ю.Ю. Поглинання важких металів із ґрунту рослинністю зони техногенезу / Ю.Ю. Войтюк // Вісник Дніпропетровського університету. — 2016. — Т. 24, № 2. — С. 11–17. — (Серія: Геологія. Географія).
10. Біогеохімічні критерії оцінки екологічного стану ґрунтового покриву міських агломерацій / І.В. Кураєва, Ю.Ю. Войтюк, О.В. Матвієнко, О.Г. Мусіч // Пошукова та екологічна геохімія. — 2015. — № 1 (16). — С. 3–8.

REFERENCES

1. Samchuk, A.I., Bondarenko, G.N., Dolin, V.V., Sushchik, Ju.Ja., Shramenko, I.F., Mickevich, B.F., & Egorov, O.S. (1998). Fiziko-himicheskie usloviya obrazovaniya mobil'nyh form toksichnyh metallov v pochvah [Physico-chemical conditions for the formation of mobile forms of toxic metals in soils]. *Mineralogichnyj zhurnal — Mineralogical journal*, 2, 48–59 [in Russian].
2. Androsova, N.K. (2000). *Geologo-jekologicheskie issledovaniya i kartografirovaniya (Geojekologicheskoe kartirovaniya)* [Geological and Ecological Studies and Mapping (Geoecological Mapping)]. Moscow: Yzd-vo RUDN [in Russian].
3. Saet, Ju.E., Revich, B.A., & Janin, E.P. (1990). *Geohimija okruzhajushhej sredy* [Environmental Geochemistry]. Moscow: Nedra [in Russian].
4. Karmazynenko, S.P., Kurajeva, I.V., Samchuk, A.I., Vojtjuk, Ju.Ju., & Manichev, V.J. (2014). *Vazhki metaly u komponentah navkolyshn'ogo seredovyshha m. Mariupol' (ekologo-geohimichni aspekty)* [Heavy metals in the components of the environment. Mariupol (ecological and geochemical aspects)]. Kyiv: Interservis [in Ukrainian].
5. Iutyńska, G.O. (2006). *Ґрунтова мікробіологія [Soil microbiology]*. Kyiv: Aristej [in Ukrainian].
6. Lysychnko, G., Kuraieva, I., Samchuk, A., Manichev, V., Voitiuk, Yu., & Matvienko, O. (2017). Heavy Metals in Soils Under the Heel of Heavy Industry. *Soil Science Working for a Living. Applications of soil science to present-day problems*. National Center for Biotechnology Information, U.S. National Library of Medicine [in English].
7. Zhovinskij, Je.Ja., & Kurajeva, I.V. (2002). *Geohimija tjazhelyh metallov v pochvah Ukrainy [Geochemistry of heavy metals in soils of Ukraine]*. Kyiv: Naukova dumka [in Russian].
8. Samchuk, A.I., Kurajeva, I.V., Vojtjuk, Ju.Ju., Matvienko, O.V., & Vovk, K.V. (2016). Formy znahodzennja vazhkyh metaliv u tehnogenno zabrudnenykh ґruntah mis'kyh aglomeracij [Forms of finding heavy metals in technogenically polluted soils of urban agglomerations]. *Mineralogichnyj zhurnal — Mineralogical journal*, 38 (4), 66–74 [in Ukrainian].
9. Vojtjuk, Ju.Ju. (2016). Poglynannja vazhkyh metaliv iz ґruntu roslыnnistju zony tehnogenezu [Absorption of heavy metals from the soil by vegetation in the technogenic zone]. *Visnyk Dnipropetrovs'kogo universytetu. Geologija. Geografija — Bulletin of the University of Dnepropetrovsk. Geology, geography*, 24 (2), 11–17 [in Ukrainian].
10. Kurajeva, I.V., Vojtjuk, Ju.Ju., Matvienko, O.V., Musich, O.G. (2015). Biogeohimichni kryterii' oцinky ekologicznego stanu ґruntovogo pokryvu mis'kyh aglomeracij [Biogeochemical criteria for assessing the ecological status of the soil cover of urban agglomerations]. *Poshukova ta ekologichna geohimija — Exploration and environmental geochemistry*, 1 (16), 3–8 [in Ukrainian].