

Біологічні науки

УДК 574.64:504.064

**Кривицька Іветта Анатоліївна**

*кандидат біологічних наук,  
доцент кафедри екологічної безпеки та екологічної освіти,  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна*

**Kryvytska Ivetta**

*PhD in Biology, Associate Professor  
V.N. Karazin Kharkiv National University*

**Крайнюков Олексій Миколайович**

*доктор географічних наук, професор,  
професор кафедри екологічної безпеки та екологічної освіти  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна*

**Krainiukov Oleksii**

*Doctor of Geographical Sciences, Professor  
V.N. Karazin Kharkiv National University*

**ПРИНЦИПИ ТА МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ ТА МОНІТОРИНГУ  
ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ҐРУНТІ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ  
PRINCIPLES AND METHODS OF DIAGNOSTIC AND MONITORING  
OF HEAVY METALS IN THE SOIL OF URBANIZED AREAS**

*Анотація.* Обґрунтовано необхідність удосконалення моніторингу забруднення важкими металами ґрунтів урбанізованих територій з використанням комплексу хіміко-аналітичних та біодіагностичних методів. Доведено, що для ґрунтів урболандшафтів недостатньо оцінювати рівень забруднення тільки за перевищенням вмісту важких металів, а необхідно доповнювати методи хіміко-аналітичних досліджень методами біодіагностики, зокрема, даними фітотоксичності.

**Ключові слова:** ґрунти, урбанізовані території, забруднення, важкі метали, фоновий вміст, моніторинг, біодіагностика.

**Summary.** *The necessity of improving the monitoring of heavy metal contamination of the soils of urbanized areas using a complex of chemical-analytical and biodiagnostic methods is substantiated. It has been proven that for the soils of urban landscapes it is not enough to assess the level of pollution only by the excess of the content of heavy metals, and it is necessary to supplement the methods of chemical and analytical research with biodiagnostic methods, in particular, phytotoxicity data.*

**Key words:** *soils, urbanized territories, pollution, heavy metals, background content, monitoring, biodiagnostics.*

**Актуальність проблеми.** Традиційним методом оцінки забруднення ґрунтів, що знаходяться під сукупним техногенним впливом, є визначення запропонованого Ю. Ю. Саєтом так званого сумарного показника забруднення ( $Z$ ), який розраховується шляхом складання  $n$ -ї кількості так званих коефіцієнтів концентрації ( $K_c$ ), тобто перевищень вмісту хімічних елементів у ґрунті над їхніми фоновими значеннями. Основу цього методу складає відношення фактичного вмісту потенційно небезпечного елемента (або речовини) до його природного вмісту (або нормованого значення, наприклад ГДК). Аналогічний підхід передбачено і в національному стандарті ДСТУ 7243, призначеного для техногенно забруднених земель, що знаходяться у сільськогосподарському використанні.

Ландшафтам усіх урбанізованих територій завжди притаманна певна аномальність, яка зазвичай є неоднорідною та розподіляється на низку дрібних аномалій, прив'язаних до сучасних або колишніх джерел емісії хімічних елементів. Ґрунти урбанізованих територій характеризуються набагато більшою мінливістю хімічного складу, ніж ґрунти земель

сільськогосподарського призначення, оскільки до природної варіабельності додаються інтенсивні потоки міграції, пов'язані із атмосферним осадженням, наявністю твердої міської поверхні та виділенням відходів [1].

Активно перерозподіляються за профілем такі елементи, як As, Ba, Cd, Cr, Cu, Ga, Ge, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, W, Y и Zn. Дослідження в зоні впливу металургійних підприємств показали, що криві розподілу валового вмісту та рухомих форм важких металів у профілі забруднених ґрунтів значно відрізняються від незабруднених аналогів, що можна охарактеризувати як техногенно-акумулятивний тип розподілу.

**Мета.** Обґрунтувати удосконалення моніторингу забруднення важкими металами ґрунтів урбанізованих територій з використанням комплексу хіміко-аналітичних та біодіагностичних методів.

**Виклад основного матеріалу.** Дослідники проблеми міграції важких металів наголошують, що ґрунти – це не тільки середовище для вирощування рослин та резервуар для захоронення відходів, але й потужне джерело надходження багатьох забруднюючих речовин до поверхневих та підземних вод, атмосфери та продуктів харчування людини [1].

Відомо, що реакція середовища також безпосередньо впливає на рухомість хімічних елементів. У кислому середовищі більшість катіоногенних елементів (Cd, Hg, Pb, Ni, Co, Mn, Zn, Cu тощо) легко мігрує, а підвищення рН призводить до різкого зниження інтенсивності міграційних процесів унаслідок утворення малорозчинних сполук цих елементів. Завдяки цій особливості можливим є прогнозування виникнення осередків найбільшої небезпеки міграції потенційних токсикантів до джерел водопостачання в межах міської території [2].

В якості показника ступеня небезпеки геохімічної деструкції ґрунтів унаслідок техногенного надходження важких металів М. А. Глазовською було запропоновано розраховувати час, необхідний для подвоєння їхньої маси у верхньому шарі. За оцінкою Л. М. Дмитракова та Д. Л. Пинського,

для міських ґрунтів приватної забудови, що використовуються як городи, цей час складає від 410 до 1066 років.

Таким чином, міграція важких металів у зонах техногенного забруднення істотно впливає на перебіг екологічної обстановки і залежить від функціональної структури міста, рельєфу, рослинності, кислотно-основних та відновно-окислювальних умов. Разом з тим кількісно оцінити внесок міграційних процесів у акумуляцію або розсіяння важких металів у ґрунтовому покриві складно через їх повільний перебіг, що є завданням організації довгострокового моніторингу.

Найчастіше для дослідження забруднення ґрунтового покриву урбанізованих територій застосовують еколого-геохімічну методологію, провідником якої в Україні був Е. Я. Жовинський та його учні, які визначали геохімічні параметри ґрунтів за 13 класами геохімічних ландшафтів України, особливо в межах східної частини України. Еколого-геохімічні дослідження агроландшафтів більше зорієнтовано на взаємозв'язок ґрунтів із рослинністю та поверхневими і підґрунтовими водами, що визначає збалансованість мікроелементного складу для живлення рослин і тварин. Оскільки в межах урбанізованих територій компоненти агроландшафтів і урболандшафтів часто дуже тісно пов'язані, дослідники неминуче змушені поєднувати геохімічні підходи із агрохімічними [3] та екотоксикологічними [4]. Незважаючи на наявні розбіжності в оцінках забруднення за різними методами, більшість дослідників вважає, що оцінка біодоступності забруднюючих речовин у міському середовищі може пояснити складні відносини між урбоґрунтами, впливом забруднювачів та станом здоров'я населення.

**Висновки.** Найбільш інформативним і стабільним компонентом ландшафту вважаються ґрунти, структура яких справляє відчутний вплив на суміжні компоненти. Серед трьох структурних елементів біосфери (атмосфери, гідросфери, літосфери) центральною ланкою є ґрунти, які

відіграють визначальну роль у їх формуванні і суттєво впливають на перерозподіл речовини і енергії в інших компонентах природного середовища. Контроль процесів деградації і відтворення ґрунтів повинен здійснюватися під час ведення комплексного моніторингу як системи спостережень за екологічним станом ґрунтів з метою їх раціонального використання та охорони. На сьогодні потрібно створювати систему ґрунтово-екологічного моніторингу, адаптовану до умов комплексного антропогенного впливу на ґрунти.

Очевидно, що для ґрунтів міських урболандшафтів, які знаходяться під сукупною дією різних поллютантів, недостатньо оцінювати рівень забруднення тільки за перевищенням вмісту важких металів, а необхідно або значно розширювати перелік хімічних речовин, які контролюються, або долучати для моніторингу методи біодіагностики. На нашу думку, останнє є реалістичнішим та економічно обґрунтованішим.

### **Література**

1. Urban Soil Geochemistry of Glasgow – Main Report. Edinburg: British Geological Survey. 2012. 374 s. URL: [http://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/18009/3/App3-6\\_OR08002.pdf](http://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/18009/3/App3-6_OR08002.pdf) (дата звернення: 02.07.2023)
2. Тітенко Г. В., Клещ А. А. Особливості геохімічної міграції елементів та сполук у природних та природно-антропогенних комплексах річкової долини р. Лопань. Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2015. № 1-2. С. 35-45. URL: [http://journals.uran.ua/ludina\\_dov/article/view/49124](http://journals.uran.ua/ludina_dov/article/view/49124) (дата звернення: 02.07.2023)
3. Мірошниченко М. М., Фатєєв А. І. Агрогеохімія мікроелементів в ґрунтах України. Агрохімія і ґрунтознавство. Спецвипуск до VIII з'їзду УТГА. Книга перша. С. 98-107. URL:

[https://knau.kharkov.ua/miroshnichenko\\_.html](https://knau.kharkov.ua/miroshnichenko_.html) (дата звернення: 02.07.2023)

4. Мислива Т. М. Екотоксикологічна оцінка компонентів агро- та урболандшафтів Житомирського Полісся за вмістом ряду важких металів : автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук. Київ : НУБІП, 2012. 46 с. URL: [http://dglib.nubip.edu.ua/bitstream/123456789/6189/1/Bylugin\\_Monitoring%20yakosti%20gruntiv.pdf](http://dglib.nubip.edu.ua/bitstream/123456789/6189/1/Bylugin_Monitoring%20yakosti%20gruntiv.pdf) (дата звернення: 02.07.2023)