

УДК 911.3:549.28(477.82-25)

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.41>

## ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ҐРУНТАХ РІЗНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗОН МІСТА ЛУЦЬКА

**Шепелюк М.О.** – к.с.-г.н., старший викладач,

Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки

Наведено результати експериментальних досліджень вмісту важких металів у ґрунтах різних екологічних зон міста Луцька. Зафіксовано значне перевищення свинцю, кадмію та цинку у таких зонах: центральна вулиця з рухом автотранспорту, центральна пішо-хідна зона та околиця міста біля головної автомагістралі.

Оцінено концентрації рівня забрудненості ґрунтів. У замиській зоні отримано результати, які менше 16 мг / кг і характеризуються вмістом хімічних елементів, що перевищує фоновий, але не вищий за гранично допустиму концентрацію. Помірно небезпечними ґрунтами виявилися всі інші дослідні території, які перевищують і гранично допустиму концентрацію, і фоновий вміст, проте не вищі за транслокаційний показник шкідливості.

**Ключові слова:** важкі метали, ґрунти, місто Луцьк, забруднення, гранично допустима концентрація.

### **Шепелюк М.А. Определение содержания тяжелых металлов в почвах разных экологических зон города Луцка**

Приведены результаты экспериментальных исследований содержания тяжелых металлов в почвах разных экологических зон города Луцка. Отмечено значительное превышение свинца, кадмия и цинка в таких зонах как: центральная улица с движением автотранспорта, центральная пешеходная зона и окраина города у главной автомагистрали. Оценены концентрации уровня загрязненности почв. В загородной зоне получены результаты, менее 16 мг / кг – характеризуются содержанием химических элементов, который превышает фоновый, но не превышает предельно допустимую концентрацию. Умеренно опасными почвами оказались все остальные исследование территории, где превышают и предельно допустимую концентрацию, и фоновое содержание, однако не выше транслокационного показателя вредности.

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, почвы, город Луцк, загрязнения, предельно допустимая концентрация.

### **Shepeliuk M.O. The Determination of Heavy Metals Content in Soils of Different Ecological Zones of Lutsk City**

The results of experimental studies of heavy metals content in soils of various ecological zones of Lutsk city are presented. It is noted the significant excess of lead, cadmium and zinc in such areas as the central street with motor traffic, the central pedestrian zone and the outskirts of the city near the main highway. The concentration of contamination level is evaluated. In the suburban area the results that are less than 16 mg/kg are characterized by the content of chemical elements which exceeds the background but not higher than the maximum permissible concentration. Moderately dangerous soils were all other experimental areas – exceeding and maximum permissible concentration, and background content, however, not higher than the translocation rate of harm.

**Key words:** heavy metals, soils, Lutsk city, pollution, maximum permissible concentration.

**Постановка проблеми.** Едафічне середовище – найбільш важливий компонент розвитку зелених насаджень. Попри те, що ґрунт володіє високою буферною здатністю, тобто довгий час може не змінювати своїх властивостей під впливом забруднювачів, у місті це один з найбільш забруднених компонентів середовища [1]. За останні століття на урбанізованих територіях, порівняно з природними, важливим фактором ґрунтоутворення став антропогенний [2]. Ґрунти міських екосистем характеризуються нерівномірним профілем, сильним ущільненням,

зміною реакції ґрунтового розчину в лужне середовище, забрудненням різними токсичними речовинами [3].

Історично у місті Луцьку формувались такі типи ґрунтів: торфво-болотні, торф'яники низинні, чорноземи опідзолені легкосуглинкові, сіро-опідзолені супіщані та легкосуглинкові на лесових породах [4, с. 5]. Всі наведені види території міста повністю антропогенно трансформувались, у зв'язку з періодом його розвитку та розбудови відбулося переушільнення ґрунтів та їх забруднення різноманітними хімічними ксенобіотиками і побутовим сміттям [6; 7]. Серед забруднювачів одним із найнебезпечніших є забруднення важкими металами.

Важкими металами вважають елементи з порівняно великою атомною масою (свинець, ртуть, цинк, стронцій та інші), накопичення у ґрунті яких веде до зниження рН, руйнує ґрунтово-вбирний комплекс. До особливо токсичних відносяться Ni, Zn, Cd, Pb, Cu, поширення яких на сучасному етапі спостерігається у всіх міських ґрунтах. Накопичення і поглинання важких металів рослинами обумовлене великою кількістю чинників: типу ґрунту, його фізичних і фізико-хімічних властивостей, вмісту органічної речовини, окислювально-відновних реакцій, температурних умов ґрунту, характеристики рослинності, тощо [8; 9; 10; 11].

**Метою роботи** є комплексна оцінка забруднення ґрунтів різних екологічних зон території міста Луцька сукупністю важких металів. Під час наукового дослідження використано загальнонаукові методи, зокрема польовий, кількісно-ваговий, візуальний, лабораторний, розрахунково-порівняльний, математично-статистичний.

**Об'єкт та методи дослідження.** Для дослідження вмісту важких металів у ґрунтах міста Луцька взято такі об'єкти: центральний проспект міста з автотранспортним рухом (просп. Волі), вулиця центральної частини міста без руху автотранспорту (вулиця закритого типу Лесі Українки), території Центрального парку культури і відпочинку імені Лесі Українки (далі – ЦПКіВ імені Лесі Українки) та околиці міста (в районі автомагістралі Рівне–Луцьк і зоні, віддаленій від його меж). Вміст важких металів (далі – ВМ) у ґрунтах різних екологічних зон визначено в атестованій лабораторії Волинського обласного державного проектно-технологічного центру охорони родючості ґрунтів і якості продукції «Облдержродючість».

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Важкі метали наявні у ґрунті як природні домішки, а підвищення їхніх концентрацій є наслідками антропогенного впливу та інтенсивного розвитку промисловості. Найчастіше ґрунт забруднюється сполуками металів та органічними речовинами, олівами, дьогтем, пестицидами, вибуховими й токсичними речовинами, радіоактивними, біологічно активними горючими матеріалами, азбестом та іншими шкідливими продуктами. Джерелом цих сполук найчастіше є промислові або побутові відходи, захороненні у визначених місцях або ж несанкціонованих звалищах. Досить небезпечним є забруднення ґрунту важкими металами такими, як ртуть, кадмій, свинець, хром, мідь, цинк і миш'як (арсен).

Важливим показником, що характеризує кількісний вміст важких металів, за якого навіть впродовж тривалого часу у ґрунті та рослинах, що ростуть на ньому, не виникають будь-які патологічні зміни чи аномалії біологічних процесів, а також не накопичуються токсичні елементи і, відповідно, не порушується біологічний оптимум для людей є гранично допустима концентрація (далі – ГДК) ВМ. Внаслідок перевищення ГДК важкими металами відбувається зменшення продуктивності міських фітоценозів та зниження їх буферних властивостей [12; 13; 14].

Кадмій (Cd) не належить до незамінних елементів та має високу фітотоксичність. При значних концентраціях накопичується у тканинах кореневих систем, викликаючи їх пошкодження, є причиною хлорозу листків, червоно-бурого забарвлення їх країв та прожилків. У всіх дослідних зразках відзначено перевищення ГДК (0,7 мг / кг) у 2,0–14,3 рази, окрім заміської зони. Максимальний вміст виявлено на околиці ЦПКіВ імені Лесі Українки – 10 мг / кг, а мінімальний – 0,5 мг / кг у заміській зоні. Потрапляння кадмію до ґрунту можливе з продуктами горіння.

Цинк (Zn) належить до помірно токсичних хімічних елементів. Водночас має позитивну функцію у ґрунті, оскільки підсилює активність ферментів, підтримує необхідну концентрацію ауксинів у рослинах та є каталізатором реакцій окислення. А надлишок його в ґрунті пригнічує ріст і розвиток рослин [15]. Вміст цинку на території Луцька варіюється від 12 до 140 мг / кг, при цьому перевищуючи ГДК (23 мг / кг) у всіх зонах (окрім заміської) у 1,1–6,1 рази. Максимально – на вулиці Лесі Українки (рис. 1.1). Однією з причин забруднення цинком є викиди міських промислових підприємств. Варто зазначити, що у 2001–2005 роках концентрація Zn у ґрунтах більшості територій Луцька була вмістом менше 1 ГДК, трохи більше 1 ГДК відмічалось у центральній частині міста [16]. Наразі найзабрудненішою є та ж частина, проте вміст концентрації збільшився до 6 ГДК.

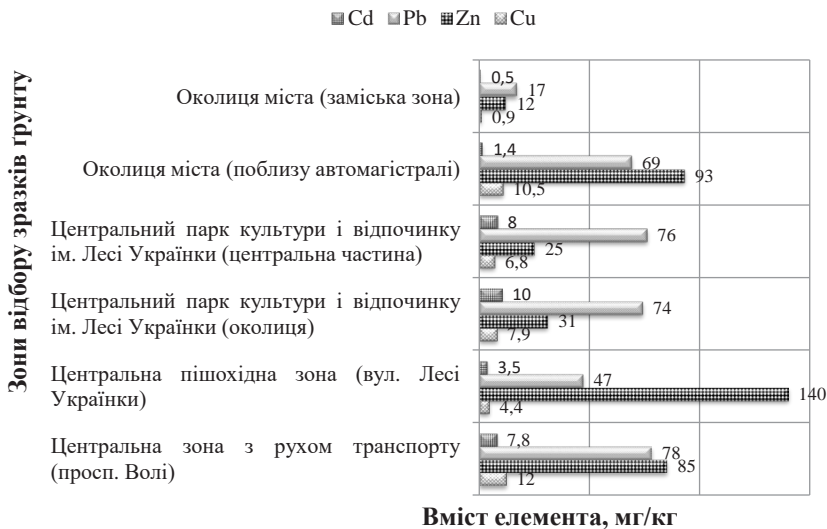


Рис. 1.1. Вміст важких металів у ґрунтах міста Луцька

Мідь (Cu) відіграє значну роль у багатьох фізіологічних процесах, оскільки входить до складу окислювальних ферментів та фотосинтезу. Та незважаючи на це, елемент розглядається як дуже токсичний (удвічі токсичніший за цинк). Перевищення його концентрацій зумовлює пошкодження тканин, витягнутості клітин кореня, зміни проникності мембран та інгібування переносу електронів при фотосинтезі. ГДК рухомих форм Cu становить 3,0 мг / кг, очевидним є перевищення всіх досліджених зон території міста у межах 1,3–4,0 ГДК. Найвищий фон зафіксовано у ґрунтах центрального проспекту Волі. Максимальні показники у 2000–х рр. були близько 2 ГДК, проте середній вміст не перевищував 1 ГДК [16].

Надлишок свинцю (Pb) у ґрунті інгібує процеси дихання, фотосинтезу та ростові процеси. Свинець – єдиний з-поміж досліджених важких металів, котрий перевищив ГДК (6 мг / кг) у всіх зонах, навіть включаючи заміську зону. Його вміст становить від 17 до 78 мг / кг. Значне забруднення цим елементом було зазначено і раніше; у деяких місцях, поблизу основних автомагістралей, концентрація сягала 25 ГДК, наразі вміст варіюється від 2,8 до 13 ГДК досліджених зон. Причинами таких результатів є інтенсивне техногенне навантаження, зокрема велика кількість викидів автотранспортних засобів.

Комплексну оцінку забруднення ґрунтів сукупністю важких металів обчислено згідно формули сумарного показника забрудненості ґрунтів ( $Z_c$ ), враховуючи реальний вміст визначеного хімічного елемента в ґрунті та гранично допустиму концентрацію забрудненої речовини:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n (Kc_i) - (n - 1),$$

де:  $Z_c$  – сумарний показник забрудненості ґрунтів;  $Kc_i$  – коефіцієнт концентрації  $i$ -того хімічного елемента у пробі ґрунту;  $n$  – кількість врахованих хімічних елементів.

Коефіцієнт концентрації визначали за формулою:

$$Kc_i = C / \text{ГДК},$$

де:  $C$  – реальний вміст визначеного хімічного елемента в ґрунті, мг / кг;

ГДК – гранично допустима концентрація забрудненої речовини, мг / кг.

Для центральної зони міста з рухом автотранспорту (просп. Волі)  $Z_c$  становить 28,3 мг / кг; для центральної пішохідної зони (вул. Лесі Українки) – 17,4 мг / кг; для околиці ЦПКіВ імені Лесі Українки – 27,5 мг / кг; а в центральній його частині – 24,5 мг / кг; на околицях міста: біля автомагістралі –  $Z_c = 18,0$  мг / кг, а в заміській зоні – 1,3 мг / кг.

**Висновки і пропозиції.** Таким чином, можна оцінити перевищення концентрацій над фоновим рівнем забрудненості: допустимі результати, які менше 16 мг / кг (заміська зона), характеризуються вмістом хімічних елементів, що перевищує фоновий, але не вищий за ГДК; помірно небезпечні ґрунти (належать всі інші дослідні території) – перевищують і ГДК, і фоновий вміст, проте не вищі за транслокаційний показник шкідливості.

Результати аналізів свідчать про значне перевищення ВМ, зокрема свинцю, кадмію та цинку у центральній частині міста та околиці міста поблизу головної автомагістралі. Такий розподіл даних повністю відображається у стані зелених насаджень на досліджених об'єктах. Типовою є негативна динаміка, порівняно з попередніми роками, що вказує на збільшення концентрацій важких металів у ґрунтах території міста Луцьк.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Чуков С.Н. Устойчивость почв к естественным и антропогенным воздействием // Тезы докладов Всероссийской конференции посвященной 75-летию Почвенного института им. В.В. Докучаева. Москва. 2002. С. 91–92.
2. Машинский Л.О. Город и природа. Москва : Стройиздат, 1973. 225 с.
3. Методики визначення складу та властивостей ґрунтів / за ред. С.А. Балюка. Харків, 2004. Книга 1. 212 с.
4. Чорний І.Б. Географія ґрунтів з основами ґрунтознавства. Київ : Вища школа, 1995. 240 с.
5. Шевчук М.Й., Зінчук П.Й., Колошко Л.К. та ін. Ґрунти Волинської області. Луцьк, 1999. 160 с.

6. Стольберг Ф.В. Екологія міста. Київ : Лібра, 2000. 464 с.
7. Шепелюк М.О. Едафічні умови зростання зелених насаджень міста Луцька // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2016. Вип. 26.3. С. 204–208.
8. Бреславець А.І. Техногенно забруднені ґрунти та шляхи їх поліпшення. Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки / під ред. Г.Д. Коваленко. Харків : Райдер, 2009. С. 189–202.
9. Довгалюк А. Забруднення довкілля токсичними металами та його індикація за допомогою рослинних тестових систем // Біологічні студії. 2013. № 1. С. 197–204.
10. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва–растение. Новосибирск : Наука, 1991. 150 с.
11. Stoliar O.V., Lushchak V.I. Environmental Pollution and Oxidative Stress in Fish. In Book: Oxidative Stress – Environmental Induction and Dietary Antioxidants. InTech. 2012. P. 131–166.
12. Діагностика стану хімічних елементів системи ґрунт–рослина / за редакцією А.І. Фатєєва, В.Л. Самохвалової. Харків : Міськдрук, 2012. 146 с.
13. Кисель В.И. Агроекологическая оценка земель Украины и размещение сельскохозяйственных культур / за ред. В.В. Медведева. Київ, 1997. С. 114–125.
14. Кураєва І.В., Рого І.В., Сорокіна Л.Ю., Голубцов О.Г. Оцінка вмісту важких металів та умов їх міграції в агроландшафтах Тернопільської області // Український географічний журнал. 2012, № 3. С. 25–33.
15. Бессонова В.П. Цитофизиологические эффекты воздействия тяжелых металлов на рост и развитие растений : монография. Запорожье, 1999. 208 с.
16. Ковальчук Н.П. Еколого-біологічні проблеми зелених насаджень м. Луцька: монографія; Луцький нац. техн. ун-т. Луцьк : РВВ ЛНТУ, 2011. 187 с.