

УДК 504.4.06(477.54):665.66

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА АНТРОПОГЕННО ПЕРЕТВОРЕНИХ ҐРУНТІВ М. ХАРКОВА**Кривицька І.А., Іванов О.В., Стріян К.О.**

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Представлено екологічні дослідження антропогенно перетворених ґрунтів міста Харкова хімічними та біологічними методами. Встановлено, що хімічний аналіз не показав жодних перевищень ГДК на всіх ділянках, що досліджувалися; біологічний аналіз показав, що усі проби ґрунту виявили токсичні властивості тобто встановлено достовірне ($P=0,05$) зниження довжини коренів та паростків використаних тест об'єктів, що підтверджує ефективність біологічних методів як таких, що дають інтегральну оцінку якості навколишнього середовища.

Ключові слова: хімічний аналіз, біологічний аналіз, біоіндикація, тест-об'єкти, ґрунти.

Постановка проблеми. Інформація про стан довкілля отримується за допомогою численних методів контролю, спостереження та оцінки. Об'єктивна та своєчасна інформація формує правильне розуміння проблеми та є основою для прийняття ефективних управлінських рішень щодо покращення стану довкілля. Сучасна концепція якості ґрунту розвинулася від розуміння різноманітних функцій, які виконує ґрунт в екосистемі. Якість ґрунту визначається як ключова у стійкості екосистеми. На відміну від функцій води та повітря, які прямо пов'язані із здоров'ям людини, функції ґрунту чинять опосередкований вплив. Екологічний погляд на ґрунт розглядає вплив його функцій на інші компоненти екосистеми (наприклад, воду, атмосферне повітря і біоту), а також прилегли до них екосистеми. Таким чином ґрунт змінює хімічний склад опадів і перерозподіляє воду в навколишньому середовищі, бере участь у підтриманні балансу води і тепла, газів атмосфери і служить в якості резервуара для біорізноманіття та генетичного матеріалу [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Антропогенно-перетворені ґрунти розглядаються як певний етап природно-антропогенної еволюції ґрунтів, що супроводжується генетично зумовленим зміною режимів, процесів, будови і властивостей на всіх стадіях перетворень. Проблему антропогенного перетворення ґрунтів та особливості ґрунтоутворення в містах вже досить тривалий час досліджують різні вчені, зокрема Беляєв В.А., Василевська В.Д., Калишева О.В., Копчик Г.М., Гришина Л.А., Касимов М.С., Перельман О.І. та ін.

Мета роботи: провести екологічні дослідження антропогенно перетворених ґрунтів міста Харкова хімічними та біологічними методами.

Природний ґрунтовий покрив міста Харкова на більшій частині території знищений. Міські почвогрунти мають ряд характерних особливостей, що відрізняють їх від зональних ґрунтів природних ландшафтів. Відмінності насамперед стосуються великого розкиду величин хімічних показників. В цілому для почвогрунтів характерні підвищений вміст органічного вуглецю та високі значення рН. Дуже часто спостерігається великий вміст органічного вуглецю в пробах ґрунтів, відібраних поблизу доріг. У ґрунтах міста переважають поклади піску,

великого та середнього піску. Це пов'язано як з особливостями ґрунтоутворюючих порід так і з використанням великої кількості піску для боротьби з ожеледицею, який потім, в результаті роботи збиральних машин і діяльності вітру, виявляється на прилеглих до доріг ділянках [3].

Виклад основного матеріалу. Методика дослідження якості та хімічного складу ґрунту включає в себе сукупність методів вибору місць проведення досліджень, методів відбору та транспортування і зберігання проб, методів визначення вмісту хімічних елементів та методів обробки результатів досліджень.

Відбір проб ґрунту та їх підготовку до аналізу проводили згідно ДСТУ ISO 10381-4:2005 Якість ґрунту [4]. Відбирання проб. Для визначення вмісту забруднюючих речовин у ґрунтах використовували атомно-абсорбційний метод [5].

З метою визначення інтегральної токсичності було проведено дослідження ґрунтів методом біотестування. Використовували показники токсичності водних витяжок з ґрунтів. В якості тест-культур нами були обрані вищі рослини кукурудза (р. *Zea*) та редька (р. *Raphanus*), які мають ранню схожість та найменший період вегетації. Як тест-реакції враховувалися енергія проростання насіння, довжина проростка і довжина кореня [6].

Фітотоксичний ефект визначається у відсотках щодо довжини кореневої або стеблової системи, кількості сходів. Величина фітотоксичного ефекту показує ступінь токсичності зразків ґрунту по відношенню до рослини, що дає можливість судити про ступінь екологічної безпеки чи небезпеки існування людини на досліджуваній території. Критерієм токсичності є зниження на 20 і більше відсотків довжини проростків і коренів рослин у досліді порівняно з контролем за 96 год. біотестування [7].

Розрахунки проводилися за допомогою формули:

$$A = \frac{X_k - X_d}{X_k} * 100\%, \quad (1)$$

Де А – довжина коренів(паростків) у досліді відносно контролю; X_k – середнє арифметичне довжини коренів (паростків) у контролі, см; X_d – середнє арифметичне довжини коренів (паростків) у досліді.

Статистичну обробку даних проводили з використанням «Microsoft Excel». Як критерій оцінки значущості спостережуваних змін використовували t-критерій Стьюдента.

Проби ґрунту відбирали восени 2017 року з 4-х різних зон м. Харкова, які знаходяться під впливом автотранспорту різної інтенсивності і промисловим впливом. У місцях відбору проб ґрунтів була підрахована інтенсивність руху автотранспорту. Підрахунок проводився в робочі дні в години пік протягом 20 хвилин з перерахунком на кількість автомобілів на годину. Вміст рухомих форм найбільш поширених важких металів представлений у таблиці 1.

Пункт 1. Територія, прилегла до заводу імені Малишева. Проби ґрунту бралися на газонах, поблизу дороги. Інтенсивність руху – 840 од / год.

Пункт 2. Перехрестя пр. Гагаріна і Нетеченської набережній. Проби ґрунту бралися на центральній клумбі з круговим рухом автотранспорту. Інтенсивність руху – 2354 од / год.

Пункт 3. Перехрестя вул. Клочківська – вул. Полтавський шлях. Проби ґрунту бралися на газонах поблизу доріг. Інтенсивність руху автотранспорту – 1632 од / год.

Пункт 4. Перехрестя вул. Сумська – вул. Свободи (колишня вул. Іванова). Проби ґрунту бралися біля входу в парк ім. Шевченко, протягом 100 метрів. Інтенсивність руху автотранспорту – 610 од / год.

Бачимо, що концентрації важких металів найбільші на вул. Плеханівській та на пр. Гагаріна. Але жодних перевищень ГДК не спостерігається. Є лише перевищення фонових значень за залізом на усіх ділянках від 1,95 до 3,45 разів, за цинком від 3 до 4 разів, за міддю майже в 4 рази та за кадмієм в 3 рази.

Для оцінки сукупної дії політантів був використаний сумарний коефіцієнт техногенного забруднення, що розраховується на основі складання коефіцієнтів техногенного забруднення окремих елементів. Рівень забруднення поверхневого шару ґрунтів оцінюється за шкалою Саста [9].

Показники коефіцієнту концентрації свідчать про значні концентрації важких металів у ґрунтах.

Таким чином, бачимо, що найбільший сумарний показник забруднення є на пр. Гагаріна, а найменший на вул. Сумській. Але згідно шкали рівнів забруднення усі досліджувані ґрунти відносяться до слабо забруднених.

Токсикологічну оцінку ґрунтів проводили шляхом визначення їх фітотоксичних властивостей за допомогою методики біотестування водних витяжок з ґрунтів на вищих рослинах різних систематичних груп.

На підставі підрахунку довжини коренів у контролі і досліді ми розраховували середні арифметичні, котрі використовують для роз-

Таблиця 1

Вміст важких металів в урбоґрунтах м. Харкова

№ п/п	Елемент	Вміст, мг/кг					
		Пункт 1	Пункт 2	Пункт 3	Пункт 4	Фонова концентрація [8]	ГДК для ґрунту
1	Fe	6,9	6,6	4,21	3,9	2	-
2	Mn	13,4	12,9	10,4	10,5	43	100,0
3	Zn	4,11	3,72	3,3	3,0	1	23,0
4	Cu	1,61	2,0	2,0	1,9	0,5	3,0
5	Cd	0,31	0,3	0,29	0,3	0,1	-

Джерело: розроблено автором

Таблиця 2

Коефіцієнти концентрації (Kc) важких металів у і сумарний показник забруднення (Zc) ґрунтів урболандшафтів м. Харкова

Місце відбору проб	Коефіцієнти концентрації Kc					Сумарний показник забруднення (Zc)
	Fe	Zn	Mn	Cu	Cd	
Вул. Плеханівська	3,45	4,11	0,31	3,33	3,1	10,99
Пр. Гагаріна	3,3	3,72	0,3	4	3	11,02
Вул. Клочківська	2,1	3,3	0,24	4	2,9	9,3
Вул. Сумська	1,95	3,0	0,24	3,8	3	8,75

Джерело: розроблено автором

Таблиця 3

Токсикологічна оцінка урбоґрунтів м Харків на вищих рослинах

Місце відбору проб ґрунту	Зменшення довжини відносно контролю, на <i>Raphanus sativus</i> L.,%		Зменшення довжини відносно контролю, на <i>Zea mais</i> (L),%	
	Корені	Паростки	Корені	Паростки
Вул. Плеханівська	36,01	28,74	38,27	44,09
Пр. Гагаріна	49,61	44,17	86,30	92,38
Вул. Клочківська	34,52	31,75	69,99	66,67
Вул. Сумська	33,49	36,96	32,30	30,60

Джерело: розроблено автором

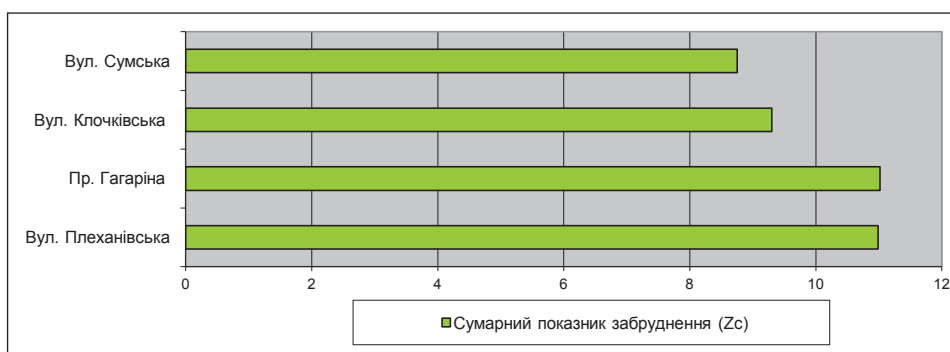


Рис. 1. Сумарний показник забруднення (Zc) ґрунтів м. Харкова

Джерело: розроблено автором

рахунку відхилення довжин коренів у досліді щодо контролю (А),%.

Динаміку токсичності тест-об'єктів можна побачити на рисунку 2.

Як бачимо, визначення фітотоксичності проб ґрунту на тест об'єкті *Zea mays L* виявили фітотоксичність на всіх досліджуваних вулицях міста Харків, так як відхилення довжини коренів та паростків склало більше 20%.

Найбільший показник токсичного ефекту виявлений на проспекті Гагаріна (86,3% зменшення довжини коренів відносно контролю; 92,38% зменшення довжини паростків відносно контролю) та на вул. Клочківській (69,9% зменшення довжини коренів відносно контролю; 66,6% зменшення довжини паростків відносно контролю). Це пов'язано з великим впливом вихлопних газів від потужного автомобільного потоку, що значною мірою підвищує рівень забрудненості даної території.

Згідно проведеного досліді на *Raphanus sativus L* визначено, що також усі проби ґрунту виявилися фітотоксичними. Найбільший показник токсичності за використанням цього тест-об'єкту виявлено на території пр. Гагаріна (49,6% зменшення довжини коренів відносно контролю; 44,17% зменшення довжини паростків відносно контролю).

Як бачимо, у всіх пробах встановлено достовірне (P=0,05) зниження довжини коренів та паростків використаних тест об'єктів, тобто усі проби ґрунту виявили токсичні властивості.

Для отримання комплексної оцінки тестування визначили індекс інтегральної фітотоксичності:

$$IF = \lg \left[\frac{(Dп + Dк + Ep)_{дослід}}{(Dп + Dк + Ep)_{контроль}} \right], \quad (2)$$

де Dп – довжина паростків; Dк – довжина коренів; Ep – енергія проростання.

Таким чином ми бачимо, що найвищий індекс фітотоксичності виявився на пр. Гагаріна, а найменший на вулиці Сумський.

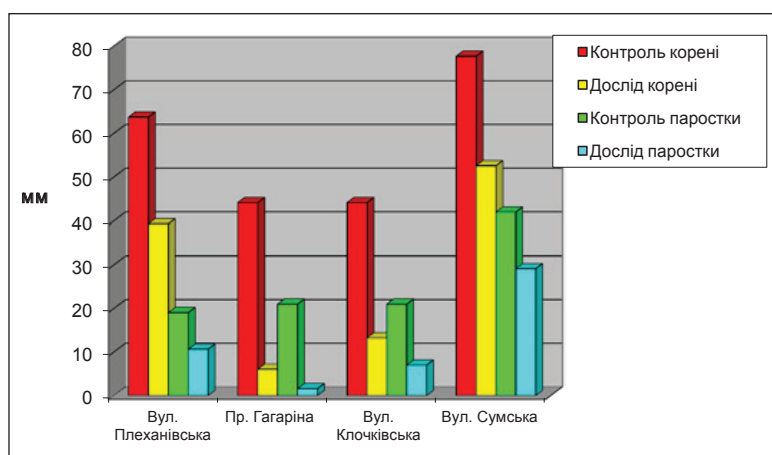


Рис. 2. Зменшення довжини коренів і паростків насіння кукурудзи (*Zea mays L.*) відносно контролю, мм

Джерело: розроблено автором

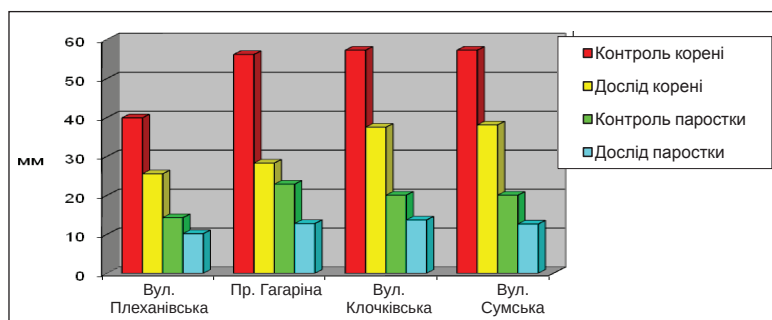


Рис. 3. Зменшення довжини коренів і паростків насіння редьки (*Raphanus sativus L.*) відносно контролю, мм

Джерело: розроблено автором

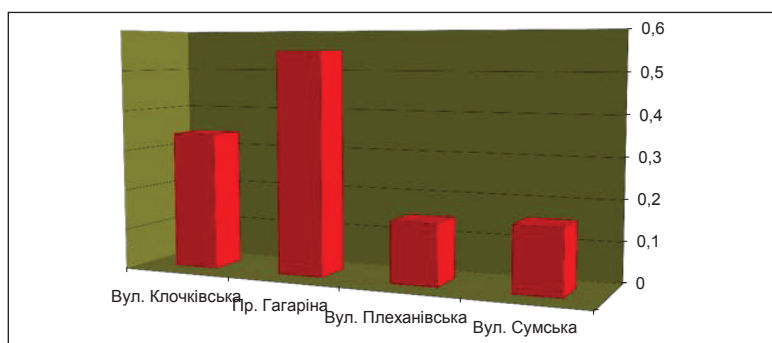


Рис. 4. Значення індексу інтегральної фітотоксичності ґрунтів м. Харків

Джерело: розроблено автором

Індекс інтегральної фітотоксичності при біотестуванні антропогенно перетворених ґрунтів м. Харкова

№	Місце відбору проб	Індекс фітотоксичності (ИФ)		ИФ _{ср}
		<i>Zea mays L.</i>	<i>Raphanus sativus L.</i>	
2.	Вул. Клочківська	0,46	0,23	0,34
3.	Пр. Гагаріна	0,82	0,28	0,55
4.	Вул. Плеханівська	0,13	0,18	0,15
6.	Вул. Сумська	0,16	0,16	0,16

Джерело: розроблено автором

Висновки. Отже, узагальнюючи наші дослідження, бачимо, що хімічний аналіз не показав жодних перевищень ГДК на всіх ділянках, що досліджувалися але біологічний аналіз показав, що усі проби ґрунту виявили токсичні властивості

тобто встановлено достовірне ($P=0,05$) зниження довжини коренів та паростків використаних тест-об'єктів. Це каже про те, що саме біологічні методи є більш ефективними так як дають інтегральну оцінку якості навколишнього середовища.

Список літератури:

1. Коваленко Г.Д. Екологічний ризик погіршення стану навколишнього природного середовища України при збереженні існуючих тенденцій антропогенного навантаження / Г.Д. Коваленко, Г.В. Півень, О.В. Рибалова // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення. – 2009. – № 1. – С. 52–56.
2. Давидов О.В. Антропогенно перетворені ґрунти солонцевих комплексів Новотроїцького району: генезис, еволюція та сучасний стан / О.В. Давидов, І.С. Польова // Наукові записки Херсонського відділу Українського географічного товариства. Зб. наук. праць / [За ред. І.О. Пилипенка, Д.С. Мальчикової]. 2016 – Вип. 8. – Херсон: ПП. Вишемирський В.С. – С. 19–23.
3. Черваньов І.Г. Вплив забруднення на якість і стан ґрунтів великого міста (на прикладі Харкова) / І.Г. Черваньов, Л.М. Боржнік. – Укр. географічний журнал. – Х., 1996. – 54 с.
4. Балюк С.А. Проведення ґрунтово-геохімічного обстеження урбанізованих територій / С.А. Балюк, А.І. Фатєєв, М.М. Мірошніченко. – Харків: ННЦ «ІГА ім. О.Н. Соколовського» УААН, 2004. – 62 с.
5. ДСТУ ISO 10381-4:2005 Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 4. Настанови щодо процедури дослідження природних, майже природних та оброблюваних ділянок. – 23 с.
6. Глухов О.З. Фітоіндикація метал пресингу в антропогенно трансформованому середовищі / О.З. Глухов, А.І. Сазонов, Н.А. Хижняк. – Донецьк: Норд-Прес, 2006. – 360 с.
7. Біотестування у природоохоронній практиці. Збірник методик під ред. д.б.н. А.М. Крайнюкової. – К.: Мінекобезпеки, 1997. – 233 с.
8. Фоновий вміст мікроелементів у ґрунтах України [за ред. А.Т. Фатєєва, Я.В. Пащенко. – Харків: ННЦ ІГА ім. О.Н. Соколовського. – Х., 2003. – 117 с.
9. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саєт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин [и др.]. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
10. Гуральчук Ж.З. Фітотоксичність важких металів та стійкість рослин до їх дії : монографія / Ж.З. Гуральчук. – К.: Логос, 2006. – 208 с.

Кривицкая И.А., Иванов О.В., Стриян К.А.

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННО ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ПОЧВ Г. ХАРЬКОВА

Аннотация

Представлены экологические исследования антропогенно преобразованных почв города Харькова химическими и биологическими методами. Установлено, что химический анализ не показал никаких превышений ПДК на всех исследуемых участках; биологический анализ показал, что все пробы ґрунта выявили токсичные свойства – установлено достоверное ($P = 0,05$) снижение длины корней и побегов использованных тест-объектов, что подтверждает эффективность биологических методов, как дающих интегральную оценку качества окружающей среды.

Ключевые слова: химический анализ, биологический анализ, биоиндикация, тест-объекты, почвы.

Kryvytska I.A., Ivanov O.V., Striian K.A.

V.N. Karazin Kharkiv National University

IMPACT ASSESSMENT OF ANTHROPOGENICALLY TRANSFORMED SOILS OF KHARKIV

Summary

Ecological studies of anthropogenically transformed soils of Kharkiv city by chemical and biological methods are presented. It was established that the chemical analysis did not show any exceedances of MPC in all investigated areas; biological analysis showed that all soil samples revealed toxic properties, ie a reliable ($P = 0,05$) decrease in the length of the roots and germs of the used test objects, which confirms the effectiveness of biological methods as providing an integral assessment of the quality of the environment.

Keywords: chemical analysis, biological analysis, bioindication, test objects, soils.