

ВАЖКІ МЕТАЛИ В ҐРУНТАХ УРБОЕКОСИСТЕМИ м. КОВЕЛЯ

С.С. Волощинська

Волинський Національний університет імені Лесі Українки кафедра ботаніки і садово-паркового господарства,
Voloschunska@ukr.net

Наведені результати екологічної оцінки сучасного рівня забруднення ґрунтів урбоекосистеми м. Ковеля. Проведений кореляційний аналіз між показниками ґрунтів і вмістом важких металів засвідчив існуючі складні та мультиколеніарні залежності. Запропоновано використовувати коефіцієнт варіації окремих показників ґрунтів для оцінки їх антропогенного перетворення.

Ключові слова: урбоекосистема, важкі метали, кореляційний зв'язок, кластерний аналіз, дерево зв'язків, коефіцієнт варіації, фонові ділянки..

Вступ. Антропогенний вплив на ґрунтовий покрив сприяє деградації всієї природної екосистеми, порушуючи механізми їх самоочищення (Алексеев, 1990; Мольчак, Фесок та ін.). Депонування забруднень та очищення від токсикантів є однією із найважливіших властивостей ґрунту, як складової урбоекосистеми (Кучерявий, 2001). З класичних робіт з геохімії ґрунтів відомо про певні залежності між окремими хімічними елементами. Більш різноманітними є кореляційні залежності між показниками ґрунтів і кількістю важких металів, які дозволяють встановити наявність зв'язків між змінними (Мармоза, 2005). Враховуючи недостатній рівень висвітлення даного питання, метою роботи було проведення багатовимірної аналізу між вмістом важких металів у ґрунтах та властивостями останніх в урбоекосистемі м. Ковеля.

Об'єкт і методи. Досліджувались локальні (фонові) ділянки дерново-підзолистих ґрунтів, розміщені поза межами техногенного впливу в одній ландшафтній зоні (поліській), а також антропогенно змінені ґрунти урбоекосистеми м. Ковеля на вміст важких металів. Для аналізу отриманих даних і визначення тісноти зв'язку між показниками ґрунтів і кількістю важких металів, використано методи кореляційного та кластерного аналізів. Аналізувались парні коефіцієнти кореляції та дерева зв'язків для різних районів урбоекосистеми на основі вмісту важких металів у ґрунтах. Статистичну обробку отриманих результатів проводили в пакеті програм Excel та Statistika 6.0.

Результати та їх обговорення. Антропогенний тиск на урбоекосистему призводить до змін показників ґрунтів. Аналіз одержаних нами даних дозволив одержати достовірні результати про наслідки імпаکتів. Насамперед, виявлено істотне підлучення ґрунтового середовища ур-

боекосистеми. Так, рН дерново-підзолистих ґрунтів фонових ділянок навколо міста в середньому складає 4,41, що власне характерне як для цього типу ґрунтів, так і загалом для зони Полісся (табл. 1). Проте міські ґрунти характеризуються лужною реакцією середовища (7,38), яке формувалося за час існування урбоекосистеми. Таке інтенсивне підлучення може призвести до низки екологічних проблем, насамперед стосовно зменшення рухомості важких металів і їх фіксації ґрунтами. Порівняно з фоновими ґрунтами, в яких метали накопичуються рідко, в урбоекосистемі їх акумуляція вірогідніша.

Таблиця 1
Середні значення показників ґрунтів фонових ділянок і урбоекосистеми

Показники	Фон	Урбо-екосистема	Урбо-екосистема/фон
Pb, мг/кг	0,82*	9,56	11,7
Cu, мг/кг	0,38	5,01	13,2
Zn, мг/кг	1,15	9,41	8,18
Cd, мг/кг	0,04	0,10	2,50
Co, мг/кг	0,76	1,42	1,87
Mn, мг/кг	33,5	17,0	0,51
N, мг/100 г	4,93	7,56	1,53
P мг/100 г	7,62	16,4	2,15
K мг/100 г	4,29	9,32	2,17
Ca мг/100 г	76,3	84,4	1,11
Mg мг/100 г	4,64	5,23	1,13
Гумус, %	1,36	1,65	1,21
pH	4,41	7,38	1,67

Нами також виявлено підвищений вміст у ґрунтах урбоекосистеми м.Ковеля фосфору (про явище «фосфатизації» міських ґрунтів є чимало даних в літературі), як і накопичення в них калію та, менше, азоту. Спостерігається і дещо більший вміст гумусу в ґрунтового покриві міста Ковеля, порівняно з ґрунтами природних екосистем. І тільки кількість обмінних катіонів кальцію та ма-

гнію практично тотожна у фонових і міських грунтах. Отже, процеси, які відбуваються в урбоєкосистемі, істотно впливають на показники ґрунтів міст, що прямо та опосередковано може впливати на характер забруднення, рослинний покрив і власне процеси самоочищення ґрунтового покриву. Функції останнього, очевидно будуть докорінно змінюватися, а тому ґрунти не забезпечуватиме повною мірою діяльність екосистеми.

Особливо вагомо збільшилась у грунтах урбоєкосистеми м.Ковеля кількість важких металів, найперше цинку, свинцю та міді – на порядок і більше, порівняно з фоном. Це зумовлено як промисловими викидами ВАТ «Ковельсьільмаш», так й наслідками інших видів діяльності, найперше автотранспортом (табл. 1). Зріс (у 2,5 рази) вміст кадмію, небезпечного токсиканта, моніторинг якого проводиться повсемісно, а також кобальту (близько двох разів). Кількість марганцю зменшилась практично вдвічі (табл. 1), що не тільки характеризує відсутність забруднення ним від антропогенної діяльності, але й може пояснюватись змінами властивостей ґрунтів, перш за все кислотності. Відомо, що марганець має змінну валентність, а його вміст у грунтах тісно корелює з окисно-відновним потенціалом та реакцією середовища. Тобто, підлучення ґрунтів могло спричинити зменшення вмісту марганцю через зміну форм перебування цього елемента у ґрунті. Отже, загалом еколого-геохімічний статус (Дмитрук, 2006) ґрунтів м. Ковеля істотно змінений антропогенезом. Моніторинг досліджуваної урбоєкосистеми потребує корекції, зокрема, обов'язкового включення в програму спостереження за компонентами доквілля, насамперед ґрунтом, цинку та міді.

Пропонується також оцінювати можливі антропогенні перетворення у грунтах на основі не абсолютних величин, а варіабельності показників: чим більший коефіцієнт варіації, порівняно з фоновими екосистемами, тим істотніше вплинула господарська діяльність на відповідні показники. Як встановлено, істотніші антропогенні зміни спостерігаються стосовно вмісту важких металів таких як свинець, мідь та цинк і, що характерно, майже всіх властивостей ґрунтів. З останніх максимальної трансформації зазнали вміст фосфору і калію (табл.1).

Порівняння показників ґрунтів між окремими районами міста свідчить про їх найбільші перетворення в ареалі навколо залізниці, де кількість свинцю, міді, цинку та марганцю – з важких металів, а також вмісту калію і гумусу максимально відрізняються від середніх для урбоєкосистеми. Другою за ступенем перетвореності є територія парку, у грунтах якої підвищена кількість цинку, порівняно з середньою в урбоєкосистемі, а також

істотно вищий вміст фосфору, калію та магнію. Найменші, порівняно з середніми для урбоєкосистеми, значення показників ґрунтів на вулиці Заводській (свинцю, міді, цинку і марганцю – з важких металів і фосфору та калію) та в районі автотранспорту (свинцю, міді, а також фосфору, калію і магнію). Ґрунти вулиці Т. Боровця характеризуються найближчими до середніх величинами показників ґрунтів, тобто, саме цей ареал можна рекомендувати як еталонний для порівняльного аналізу при моніторингу показників ґрунтів урбоєкосистеми м. Ковеля.

Кластерний аналіз, проведений за всіма показниками ґрунтів урбоєкосистеми, показує найбільшу спорідненість між автотранспортом, вулицями Заводською та Т. Боровця, які, до речі, і просторово розміщені найближче. Парк займає проміжне положення, а залізниця – найвіддаленіший за показниками ґрунтів район, що характеризується значними їх особливостями, особливо щодо вмісту важких металів.

Аналогічний аналіз тільки на основі кількості важких металів свідчить про існування двох груп районів: перша – пониженого вмісту важких металів – це автотранспорт, вул. Заводська та парк; друга – підвищеного вмісту металів – залізниця та вул. Т. Боровця. Кластерний аналіз тільки на основі властивостей ґрунтів виявляє максимальні аналогії між автотранспортом, вул. Т. Боровця та вул. Заводською, тоді як окрему групу утворили залізниця та парк. Отже, просторово близькі перші три райони мають аналогічні показники ґрунтів та, очевидно, генетичний їх тип, що й зумовлює їхнє групування в один кластер. Відповідно, залізниця та парк також розміщені на однотипних грунтах із близькими за величиною властивостями. Антропогенна діяльність певним чином вплинула на абсолютні величини показників ґрунтів, проте кардинально не змінила природних передумов, або ж ці зміни були однотипними. Максимальної трансформації геохімічного статусу зазнав ґрунтовий покрив району залізниці, а тому точки для моніторингу першочергово потрібно розміщувати саме тут.

Аналізуючи кореляційні зв'язки для всієї урбоєкосистеми без поділу на окремі райони, встановлено, що визначальними показниками ґрунтів для вмісту важких металів є калійний стан ґрунтового покриву, вміст гумусу і азоту та кислотність середовища. Практично всі вони впливають на рухомість металів і їх форми у грунтах, а тому й на абсолютну кількість. Загалом парні кореляційні зв'язки для аналізу впливу чинників ґрунтового середовища на важкі метали, досить різноманітні та змінюються у просторі. Це потребує детального аналізу в кожному окремому дослідженні, узагальнення провести вельми складно, що пов'язано

з множинністю впливів на метали. Тобто в кожному конкретному випадку визначальними можуть бути ті чи інші властивості ґрунтів. Це, на загал, закономірне явище, бо в більшості досліджень описані різноманітні зв'язки, а тому необхідним є множинний кореляційний аналіз між вмістом важких металів у ґрунтах і властивостями останніх. Для

ґрунтів урбоекосистеми, при врахуванні результатів і кореляційного, і кластерного аналізів дещо підвищилося значення для вмісту важких металів кислотності та калію, не змінилось азоту, трохи зменшилось кальцію, зате істотно зросло обмінного магнію (в 6 разів) та фосфору (вдвічі), а найбільше – вмісту гумусу – з 1 випадку до 11 (табл. 2).

Таблиця 2

Залежність вмісту металів від показників ґрунтів в урбоекосистемі

Показник	Важкі метали в урбоекосистемі					
	Pb	Cu	Zn	Cd	Co	Mn
Залізняця						
N			-0,99			
P	1,0; P-Pb					1,0; P-Mn
K		1,0; K-Cu				
Ca						
Mg						
Гумус			-0,99			
pH			1,0; pH-Zn		pH-Co	
Заводська						
N					0,99; N-Co	-0,99
P			0,99; P-Zn		1,0; P-Co	-0,99
K				1,0; K-Cd		
Ca				-1,0		
Mg				1,0; Mg-Cd		
Гумус				-0,99		
pH		pH-Cu				pH-Mn
Парк						
N		1,0; N-Cu				
P				-0,99		-1,0
K			-1,0			
Ca					-0,99	-1,0
Mg			1,0; Mg-Zn			
Гумус				Гумус -Cd	Гумус -Co	Гумус -Mn
pH			1,0; pH-Zn			
Боровця						
N			P-Zn		1,0; P-Co	
P						
K				-1,0		
Ca		1,0; Ca-Cu				
Mg			-1,0			
Гумус	1,0; Гумус-Pb					1,0; Гумус -Mn
pH						
АЗС						
N						N-Mn
P					-1,0	
K	K-Pb	K-Cu		K-Cd		-0,99
Ca						
Mg					Mg-Co	
Гумус			Гумус -Zn	-1,0		
pH						
Урбоекосистема м. Ковель/фон						
N	0,71/0,58	0,71/-				0,88/-
P					0,55/-	0,72/-
K	0,74/-	0,74/-	0,56/-		-/-0,85	0,92/-
Ca	-/0,79	-/0,73			0,72/-	
Mg				-/0,60	0,67/-	0,66/-
Гумус	0,77/-	0,78/-				0,95/-0,74
pH	0,52/-	0,53/-	0,98/-			

Про роль обмінного магнію для важких металів в урбоекосистемі відомостей досить мало. Ймовірно, його значення зростає в умовах істотного підлуження ґрунтів (і зменшення ролі кальцію). Фосфатизація міських ґрунтів підтверджується і результатами наших досліджень, а тому роль фосфору для кількості важких металів в урбоекосистемі може стати визначальною. Вміст органічної речовини ґрунтів в умовах лужної реакції середовища залишається кардинальним чинником фіксації важких металів і, відповідно, зменшення їх рухомості. Це особливо виявляється при порівнянні з природно кислими ґрунтами фонових ділянок.

Висновки. На основі кореляційного та кластерного аналізів виявлено, що визначальними для кількості важких металів показниками ґрунтів урбоекосистеми є вміст калію, гумусу та азо-

ту, а також кислотність. Всі вони впливають на рухомість важких металів і форми їх знаходження в ґрунтах. Фосфатизація ґрунтового покриву урбоекосистеми кардинально змінює властивості ґрунтів та опосередковано впливає і на кількість важких металів.

Список літератури.

1. Алексеев Т. И. Урбэкология – М.: Наука, 1990. – 312 с.
2. Дмитрук Ю. М. Еколого-геохімічний аналіз ґрунтового покриву агроекосистем – Чернівці: Рута, 2006. – 328 с.
3. Мармоза А. Т. Практикум із статистики – Київ: Кондор, 2005. – 512 с.
4. Мольчак Я. О., Фесок В. О., Картава О. Ф. Луцьк: сучасний екологічний стан та проблеми – Луцьк: РВВ ЛДТУ, 2003. – 486 с.
5. Кучерявий В. П. Урбоекотология: підручник – Львів: Світ, 2001. – 440 с..

HEAVY METALS IN THE KOVEL CITY URBAN ECO SYSTEM SOILS

S. S. Voloschunskа

The results of the Kovel city urban eco system soils pollution modern level ecological valuation are represented. The correlation analysis of the Kovel city urban eco system was carried out to establish relations between exponents of soils and heavy metals. The variation index of soils individual parameters to assess their anthropogenic transformation.

Key words: urban eco system, heavy metals, correlation relation, cluster analysis, the wood of relations, variation index, background plots.

Одержано редколегією 16.10.2011