

УДК 911.375.1 [628.516]

**В. В. СНІТИНСЬКИЙ**, доктор біологічних наук, академік НААН

**О. В. СМАЛЬ**, аспірант

Львівський національний аграрний університет

вул. В. Великого, 1, м. Дубляни, Жовківський р-н, Львівська обл., 80381,

e-mail: [smaloksana@meta.ua](mailto:smaloksana@meta.ua)

## **ВМІСТ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ҐРУНТАХ НАСАДЖЕНЬ РІЗНОГО ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕННЯ ЗЕЛЕНОЇ ЗОНИ М. ЛЬВОВА**

*Представлено результати досліджень ґрунтового покриву паркових, вуличних та заміських насаджень урбанізованої екосистеми. Наведено агрохімічні та екотоксикологічні показники верхнього шару ґрунту зелених насаджень Львова та приміської зони. Проаналізовано зміни основних агрохімічних показників та вмісту рухомих форм важких металів у ґрунтовому покриві вуличних, паркових та заміських насаджень залежно від ступеня антропогенного навантаження. Отримані результати свідчать, що урбоземі м. Львова внаслідок порушення їхньої стійкості та забруднення важкими металами не можуть повністю виконувати своїх екологічних функцій.*

**Ключові слова:** важкі метали, ГДК, рухомі форми, ґрунтові зразки, зелена зона м. Львова, зелені насадження.

**Вступ.** Внаслідок зростаючого антропогенного і техногенного забруднення міського середовища спостерігається значна трансформація та надходження поллютантів у систему “ґрунт - рослина”. Ця природна складова, а зокрема верхній шар ґрунту з кореневою системою дерев, виступають важливими біогеохімічними бар’єрами для фітотоксичних сполук [6] та місцями концентрації небезпечних забрудників, основними з яких є важкі метали. Сполуки важких металів, здебільшого їх органічні комплекси, характеризуються значною стійкістю у навколишньому середовищі, кумуляцією та високою токсичністю щодо живих організмів [4]. Ці речовини, а особливо їх рухомі форми, здатні накопичуватися у верхніх ґрунтових горизонтах, зменшуючи продуктивність рослин та асиміляційний потенціал фітомаси, що призводить до руйнування фітоценозів та складає загрозу для нормального функціонування міських біогеоценотичних систем [4].

Наведені у літературі дані [1, 4–6] свідчать про те, що в

міському середовищі ґрунти набувають нових характеристик, які позначаються на функціональному стані зелених насаджень [3] та екологічних зв'язках у біотопі. Викиди автотранспорту і промислових підприємств, внесення у ґрунт будівельного сміття і побутових відходів та ін. призводять до формування специфічної трансформованої урбопедосистеми, для якої характерні зміни агрохімічних показників, деградація та часткова втрата функціональних екологічних властивостей ґрунтів (забезпечення життєвим простором ґрунтових організмів та наземних рослин, постачання поживних речовин та перетворення токсикантів у нешкідливі сполуки або їх депонація, а також екранування специфічного ґрунтового середовища) [2, 6].

Ґрунт характеризується високою адсорбційною поверхнею і накопичує у собі "наслідки" господарської діяльності на багато років та визначає хід трансформаційних процесів у урбоєкосистемі [2]. У свою чергу він виступає базовою системою формування біотопів та середовищем забезпечення їх основними елементами живлення. Останніми у трансформованих урбоєкологічних умовах часто виступають забруднюючі речовини, особливо сполуки важких металів. Розглядаючи ґрунт як систему «ґрунт - рослина», саме зелені насадження стають кінцевою ланкою концентрації поліутантів, вплив яких на рослини є однозначно негативний. Тому забезпечення сприятливих умов та підбір оптимальних заходів зниження негативного взаємовпливу забруднених ґрунтів і деревних рослин є актуальним для зеленого господарства великих міст, таких як Львів.

Метою роботи є вивчення ґрунтового покриву зелених насаджень різного функціонального призначення на предмет забруднення важкими металами та порівняння агрохімічних і екотоксикологічних (забруднення важкими металами) показників залежно від ступеня антропогенного навантаження.

**Матеріали і методи.** Для вивчення ґрунту на вміст важких металів вибрано 3 групи дослідних ділянок, які характеризуються різними екологічними умовами: 1-ша група – це вуличні насадження у центральній частині міста (вул. Глибока), 2-га – це типові паркові (Ботанічний сад НЛТУ України) та 3-тя контрольна – заміські насадження (парк на вул. Зелений, м. Дубляни).

Відбір проб ґрунту проводили наприкінці червня 2014 р. Ґрунтові зразки відбирали з глибини біологічно активного гумусо-аккумулятивного шару природних та антропогенних ґрунтів: для визначення вмісту рухомих форм важких металів – з глибини 0–10 см, для агрохімічних показників – 0–20 см [3]. Середній зразок ґрунту з

дослідної точки отримували, змішуючи 3–5 окремих зразків, які були відібрані з характерної ділянки площею до 25 м<sup>2</sup>, за винятком зразка, відібраного на вулиці. Його відбір здійснювали по всій довжині вулиці з котловин, де ростуть дерева, оточені бетонними плитами, бордюрами та асфальтом на щебені та піску. Кожна експериментальна ділянка відповідала типовим умовам антропогенного навантаження на стан ґрунту – екологічно несприятлива (вулиця), умовно сприятлива (парк) та сприятлива (заміське насадження), про що йдеться далі.

Дослідження проводили в умовах експериментальної бази Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН (с. Оброшино). Вміст у зразках азоту легкогідролізованого визначали за Корнфільдом (ГОСТ 26211-84); рухомі форми фосфору й обмінного калію - за Кірсановим (ДСТУ 44505:2005), вміст гумусу – згідно з ДСТУ 4286:2004; гідролітичну кислотність – згідно з ГОСТом 26483-85. Вміст рухомих форм важких металів визначали методом атомно-адсорбційної спектроскопії за стандартною методикою. Диференціацію ґрунтів за ступенем забруднення проведено на основі домінуючих забруднювачів, виявлених у дослідних зразках.

Опрацювання експериментальних даних проведено з використанням програми Microsoft Excel.

**Результати та обговорення.** Для Львова характерні сірі (темно-сірі та сірі опідзолені) переважно на лесоподібних відкладах, рідше дерново-підзолисті на давньо алювіальних і водно-льодовикових відкладах й трансформовані ґрунти, т. з. урбоземи [1, 7].

Основними чинниками, які регулюють надходження та накопичення поллютантів у ґрунті, є його тонкодисперсні частини, органічні компоненти та рН ґрунтового розчину [4]. Тому при оцінюванні екологічного стану міських ґрунтів важливо не лише досліджувати вміст токсикантів, а й агрохімічні властивості.

Результати дослідження агрохімічних показників у ґрунтовому покриві представлено у табл. 1.

Як показують результати досліджень на усіх трьох експериментальних ділянках, значення основних агрохімічних показників ґрунту відрізняються. Вміст гумусу у дослідних зразках коливається в межах 2,28–3,27 % (за норми 3,5 % для відповідного типу ґрунту), найвищі значення цього показника спостерігали у зразках, відібраних за містом. Кислотність (рН сольове) ґрунту коливається у межах 4,95–6,13. Причому найбільш близьким до оптимального значення (5,60–6,00) є ґрунт із заміських умов, рН якого становить 5,10.

**1. Агрохімічні показники ґрунтового покриву зеленої зони м. Львова, 2014 р., шар 0–20 см**

Місце відбору зразка	Гідролітична кислотність, мг-екв/100 г ґрунту	Сума ввібраних основ, мг-екв/100 г ґрунту	pH сольове	Гумус, %	Легкогідролізований N, мг/кг	Рухомий P, мг/кг	Обмінний K, мг/кг	Ca, мг/кг	Mg, мг/кг
Ботанічний сад НЛТУУ, вул. Ген. Чупринки, 99	4,05	13,75	4,95	2,28	100,80	62,00	101,0	6,70	1,00
вул. Глибока	2,74	30,00	6,13	2,74	103,60	128,00	175,00	5,00	0,70
Міський парк, м. Дубляни, вул. Зелена	4,92	13,75	5,10	3,27	109,20	125,00	115,00	8,50	1,80

З результатів визначення вмісту Ca і Mg видно, що саме кількість іонів цих елементів є тим лімітуючим фактором, який визначає величину суми ввібраних основ. Як ми бачимо у табл. 1, найбільші значення цього показника встановлено у ґрунтовому покриві вулиці, в умовах парку та за містом ці значення нижчі в 2 рази (13,75 у двох зразках). Вміст Ca і Mg виявився найвищим у зразках міського парку Дублян (8,50 мг/кг Ca та 1,80 мг/кг Mg), середні їх значення встановлено у Ботанічному саду і найнижчі – в умовах вулиці.

Щодо вмісту рухомого фосфору та обмінного калію, то їх величини сильно коливаються в усіх досліджуваних зразках і характеризуються загальними високими значеннями. Особливо високі їх показники спостерігали в замських (калію – 115 мг/кг та фосфору – 125 мг/кг) та вуличних умовах (відповідно 175 та 128 мг/кг), найнижчі значення виявлено в умовах парку. Вміст легкогідролізованого азоту також високий і коливається в межах 100,8–109,2 мг/кг ґрунту.

Варто зазначити, що досліджувані ґрунти характеризуються достатньо сприятливими агрохімічними показниками, найкращі їх значення виявлено у замських умовах – парку м. Дублян.

Один з основних чинників, який визначає деградацію ґрунтів, є вміст у них важких металів, а зокрема їх рухомих форм. Причому органічні комплекси важких металів характеризуються високими міграційними властивостями і є легкодоступними для рослин. Вважають, що найбільша концентрація цих речовин буде спостерігатися у верхніх горизонтах (до 5 см) [7] і особливо актуальна у штучно створених ґрунтах, де порушена їх природна структура та природні характеристики.

У табл. 2 представлено результати визначення вмісту рухомих форм важких металів у дослідних зразках ґрунту. Як бачимо, вміст рухомих форм важких металів у поверхневих шарах ґрунту коливається на усіх досліджуваних ділянках. У всіх зразках спостерігали перевищення ГДК свинцю. У замських та вуличних насадженнях перевищено гранично допустимі значення більше ніж у 2 рази (відповідно 4,93 та 4,64 мг/кг). У ґрунтах міського парку вміст цього елемента перевищено майже втричі (15,93 мг/кг).

Також відзначено перевищення гранично допустимої концентрації міді та цинку у насадженнях вулиці із фактичним вмістом відповідно 4,60 та 26,80 мг/кг. Кількість марганцю, кадмію та нікелю знаходиться у межах гранично допустимої норми. Кобальту не виявлено у жодному зразку.

**2. Вміст рухомих форм важких металів у зразках ґрунту, 2014 р., шар 0–10 см (ФВ - фактичний вміст)**

Місце відбору зразка	Со, мг/кг	Mn, мг/кг		Cu, мг/кг		Zn, мг/кг		Pb, мг/кг		Cd, мг/кг		Ni, мг/кг	
		ФВ	ГДК	ФВ	ГДК	ФВ	ГДК	ФВ	ГДК	ФВ	ГДК	ФВ	ГДК
Ботанічний парк НЛТУУ, вул. Ген. Чупринки, 99	н/в	59,13	1500,00	1,20	3,00	9,06	23,0	15,95	2,00	0,25	0,7	0,96	4,0
вул. Глибока	н/в	34,87	1500,00	4,60	3,00	26,82	23,0	4,64	2,00	0,40	0,7	1,44	4,0
Міський парк, м. Дубляни, вул. Зелена	н/в	573,23	1500,00	1,09	3,00	2,94	23,0	4,93	2,00	0,20	0,7	1,44	4,0

Такі результати перевищень ГДК міді, цинку, а особливо свинцю, можна пояснити розташуванням насаджень у центральній частині міста, близьким приляганням магістральних автошляхів. Значне перевищення вмісту свинцю у насажденні Ботанічного саду пояснюється рекреаційним навантаженням, і, що не менш важливо, схилом вулиці, оточеної рядом автошляхів, а також особливістю рельєфу – розташування на схилі пагорба, внаслідок чого відбувається постійне спрямоване перенесення поллютантів повітряними масами.

Щодо вмісту рухомих форм важких металів (у повітряно-сухому стані ґрунту) досліджувані ґрунти можна диференціювати: за вмістом Pb, Cu, Zn та Cd «вуличні» ґрунти належать до сильно забруднених, за вмістом нікелю – до середньозабруднених; «паркові» ґрунти за вмістом Cu, Pb, Cd віднесено до середньозабруднених, за Zn, Ni – до сильно забруднених; ґрунти замських умов за вмістом Zn, Cu та Ni належать до середньозабруднених, за вмістом Pb та Cd – до сильно забруднених.

**Висновки.** Експериментальними дослідженнями виявлено, що агрохімічні показники ґрунтового покриву зеленої зони Львова, незважаючи на сильну трансформацію, є досить сприятливими: високі значення азоту, фосфору і калію. Забезпеченість гумусом ґрунтів також близька до оптимальних значень. Співвідношення вмісту Ca і Mg практично однакове на усіх ділянках. У цілому найкращі показники виявлено у замському парку (м. Дубляни), де спостерігали оптимальні для рослин екологічні умови, найменш сприятливими є ґрунти на вулицях м. Львова.

Підтверджено, що у значних кількостях у міських ґрунтах спостерігається перевищення ГДК міді, свинцю та цинку, особливо у штучно створених шарах, що ми бачимо у ґрунтах вуличних насаджень. Дещо менше забруднення поллютантами виявлено у Ботанічному саду, проте ці значення також високі за рахунок близького розташування до автомагістралей, рекреаційного навантаження та «невдалого» рельєфу. Встановлено перевищення ГДК свинцю у замських ґрунтах. Цей факт скоріше за все пояснюється тим, що закладання парку здійснювали на антропогенних ґрунтах, забруднених вказаним елементом.

**Подальші дослідження.** З метою вивчення транспортування рухомих форм важких металів у системі «ґрунт – рослина» передбачено дослідження рослин на вміст важких металів та розроблення оптимальних шляхів знешкодження забрудненої продукції, зокрема опалого листя, обрізних гілок та інших утворених внаслідок догляду за зеленими насадженнями відходів.

### Список використаної літератури

1. Вовк О. Б. Еколого-функціональні особливості ґрунтового покриву міських парків (на прикладі м. Львова) / О. Б. Вовк // Ґрунтознавство. – 2004. – Т. 5, № 1/2. – С. 86–92.
2. Генік Я. В. Вплив антропогенних навантажень на стан ґрунтового покриву паркових і лісопаркових насаджень міст Карпатського регіону України / Я. В. Генік, А. П. Дида // Науковий вісник НЛТУ України. – 2013. - Вип. 162. – С. 110–114.
3. Гнатів П. С. Функціональна адаптація деревних рослин до умов урбанізованого середовища на Заході України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра біол. наук : спец. 03.00.16 «Екологія» / П. С. Гнатів. – Чернівці, 2006. – 43 с.
4. Мислива Т. М. Важкі метали в урбоземах агроселітебних ландшафтів південно-західної частини м. Житомира / Т. М. Мислива, Л. О. Герасимчук // Наук. вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. – 2011. – Вип. 162. – С. 155–164.
5. Мірзак О. В. Фізичні параметри міських ґрунтів (на прикладі міста Дніпропетровська) / О. В. Мірзак // Екологія та ноосфера. – 1999. – Вип. 6, № 1/2. – С. 208–211.
6. Фізико-хімічні властивості ґрунтів в умовах Київського мегаполісу / О. Г. Луцишин, В. Г. Радченко, Н. В. Палапа, П. П. Яворовський // Доповіді Національної академії аграрних наук України. – 2011. – Вип. 3. – С. 197–204.
7. Чорна Г. Порівняння мікрофлори ґрунтів м. Львова / Г. Чорна, Г. Яворська // Біологічні студії / Studia Biologica. – 2011. – Т. 5, № 1. – С. 25–36.

Отримано 06.09.2016

Рецензент – перший заступник директора з наукової роботи ІСГКР НААН, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник Г. С. Коник.