

## УДК 374.2: 577.4.07.3

Корсун С.Г., Бонюк З.Г. (Україна, Київ)

### ТОКСИКОЛОГІЧНИЙ СТАН ҐРУНТІВ УРБОТЕРИТОРІЙ

Кожні 5 років площа земель, які відводяться під міську забудову, збільшується у середньому на 20%, що складає 35-40 тис. га, з яких половина орних [7]. Отже, масштаби техногенних процесів, пов'язаних з функціонуванням урботериторій, з роками також розширюються. При цьому слід зважати на невпинну розбудову приміських агроландшафтів, на яких це позначається найбільшою мірою.

Одним з шляхів формування раціонального процесу урбанізації є дотримання екологічно доцільного співвідношення природної та штучної підстилаючої поверхні. Втім якість міських земель, включаючи приміську зелену зону, має тенденцію до погіршення. Основними причинами цього вважають:

- руйнування ґрунтового покриву підчас будівельних робіт, в тому числі утворення похованих ґрунтів;
- створення штучного ґрунтового покриву із значним вмістом використанням будівельного сміття, так званих насипних ґрунтів;
- зміна властивостей ґрунтів рекреаційних зон у зв'язку з механічним впливом (витоптуванням);
- забруднення ґрунтів побутовим сміттям, та рідкими побутовими і промисловими відходами, викидами автотранспорту.

Враховуючи такі зміни можна передбачати, що ґрунт урботериторій, накопичуючи токсичні сполуки, може стати джерелом вторинного забруднення довкілля.

Метою наших досліджень було встановити токсикологічний стан ґрунтів у місті Києві. Зручним полігоном для таких досліджень є територія Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна. Адже ботанічний сад розміщений в центрі міста, що дозволяє виявити техногенне навантаження, пов'язане з інтенсивним впливом пересувних джерел забруднення (автотранспорт, проведення реставраційних, будівельних робіт тощо) та стаціонарних джерел – завод „Ленінська кузня” (в останнє десятиріччя не функціонує), завод медпрепаратів (нині не функціонує), ТЕЦ тощо.

Особливо цінним для наших досліджень є те, що ботанічний сад закладено у 1839 році і верхній шар ґрунтового покриву, зазнаючи періодично механічного антропогенного впливу (зріз ґрунтів підчас формування терас, завезення торфу, родючого ґрунту, внесення добрив), все ж більшою мірою залишився цілинним або є тривалим перелогом. За таких умов техногенне забруднення довкілля протягом тривалого часу депонувалось ґрунтом урботериторії.

#### Матеріали та методи досліджень

На відкритій території ботанічного саду площею близько 9 га у 2007- 2008 роках було обстежено 100 точок, які облаштовано як стаціонарні пункти для проведення екологічного моніторингу, складовою якого є екотоксикологічні дослідження. Точки розміщено так, щоб була охоплена вся територія ботанічного саду і максимально врахована непорушність природного шару ґрунту.

Серед багатьох токсикологічних характеристик ґрунту звернули особливу увагу на концентрацію важких металів (ВМ). У ґрунті визначали вміст кислоторозчинної фракції (витяжка 1н НСІ) та рухомих форм (витяжка ацетатно-амонійного буферного розчину рН 4,8) ВМ. Оскільки саме кислоторозчинна форма є інтегральною характеристикою інтенсивності антропогенного впливу в екосистемі, а ефективний вплив на біологічні об'єкти едафотопу оцінюють за кількістю рухомих форм ВМ.

Морфологічне обстеження ґрунтового покриву проводили згідно методики, розробленої М.І. Полупаном та ін. [6]. При відборі зразків ґрунту, готуванні їх до аналізу, аналізуванні та оцінюванні результатів користувались чинними в Україні нормативними та методичними документами [1-5].

#### Результати та їх обговорення

Дослідження показали, що за агрохімічними та екотоксикологічними показниками верхній 0-20 см шар ґрунтового покриву відзначався високою пістрявістю залежно від антропогенного впливу,

пов'язаного з доглядом рослин та техногенним пресингом, визначеним процесами, характерними для потужного урбоцентру. В таблиці 1 вказано мінімальні, максимальні та середні значення характеристик ґрунту.

Було встановлено, що кількість ніколу майже у всіх випадках знаходиться в межах фону, визначеного нормативним документом [5], і зафіксовано лише одну точку з накопиченням цього елемента у небезпечній для довкілля кількості. Вміст купруму лише у 20% точок був в межах фону, більшість території ботанічного саду характеризувалась слабким та помірним рівнем забруднення. Виявлено лише окремі випадки середнього (7% точок) та дуже високого забруднення (1% точок).

Серед визначених нами елементів основними носіями токсикологічної небезпеки виявились цинк, плюмбум, кадмій. Кількість точок, що відповідали фоновому вмісту цинку складала 1%, слабко забрудненим був ґрунт в 7% точок, основна ж територія ботанічного саду характеризувалась помірним рівнем забрудненості. Хоча відмічено випадки середнього (10%), підвищеного (7%), високого (1%) та дуже високого рівнів (4%).

Таблиця 1

**Токсикологічна характеристика ґрунтового покриву Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна (шар 0-20 см)**

| Характеристики ґрунтового покриву            | Мінімальне значення | Максимальне значення | Середня величина |
|--|---------------------|----------------------|------------------|
| Кислотність обмінна, рНсол                   | 4,33                | 7,76                 | 6,19             |
| Кислоторозчинна форма купруму, мг/кг         | 3,2                 | 83,6                 | 12,1             |
| Кислоторозчинна форма цинку, мг/кг           | 9,3                 | 354,3                | 43,0             |
| Кислоторозчинна форма плюмбуму, мг/кг        | 5,0                 | 230,1                | 24,1             |
| Кислоторозчинна форма ніколу, мг/кг          | 1,0                 | 7,4                  | 3,21             |
| Кислоторозчинна форма кадмію, мг/кг          | 0,1                 | 1,5                  | 0,39             |
| Манган, витяжка ацетат.-амоній. буфер, мг/кг | 1,0                 | 187,7                | 38,25            |

Найбільш однорідним було забруднення ґрунтів кадмієм. Більшість точок відзначалась слабким рівнем забрудненості. Лише у 13% точок відмічено підвищення до помірного та у 1% точок - до середнього. Надвисоких концентрацій елемента не виявлено.

На території ботанічного саду не вдалось виявити точок з фоновим вмістом плюмбуму. Слабким рівнем забрудненості характеризувались лише 11% точок. Основна ж їхня кількість відповідала середньому та підвищеному рівню, а у 9% точок відмічено високий і у 15% - навіть дуже високий вміст металу.

Ґрунти території ботанічного саду мають найчастіше нейтральну або близьку до нейтральної реакцію середовища (рНсол.). Лише у 8% точок ґрунти відносилися до групи сильно кислих та кислих. За таких умов більш показовим при виявленні забрудненості ґрунту манганом є ацетатно-амонійної витяжки з рН4,8. Основна частина території ботанічного саду не забруднена манганом, відсоток забруднених точок складає 35%.

Загалом, при дослідженні верхнього шару ґрунту території ботанічного саду виявлено, що точки з найвищим вмістом ВМ у кислоторозчинній формі знаходяться у різних частинах обстеженої території. Екстремальні точки ВМ виникли поблизу шляхопроводів та місць колишніх звалищ побутового сміття.

З метою дослідження процесів міграції хімічних елементів у ґрунтовому профілі було закладено п'ять розрізів ґрунту у північно-східній частині ботанічного саду: **розріз № 1** – це ділянка Пінетуму (III розсадник (K2), тип ґрунту - дерновий опідзолений на давньоалювіальних псевдофібрових пісках; **розріз 2** - ділянка Пінетуму (III розсадник (K2), тип ґрунту - дерновий опідзолений на давньоалювіальних псевдофібрових пісках; **розріз 3** - „Федорова Гора” (ділянка кизильників, середня частина схилу північно-східної експозиції (K7), тип ґрунту - дерновий опідзолений глеюватий; **розріз № 4** - квітково-декоративна ділянка В6, тип ґрунту – сірий лісовий на давньоалювіальних псевдофібрових пісках; **розріз 5** - північна частина ділянки кизильників („Федорова гора”, пониззя північного схилу (K10-K11), тип ґрунту – сірий лісовий.

Встановлено, що профілі №1 і 2 (Пінетум) у верхньому горизонті мали відповідно помірне та слабке забруднення цинком, середнє та підвищене плюмбумом, слабке кадмієм (табл. 2). Дерновий ґрунт „Федорової гори” (профіль №3) у верхньому горизонті мав перевищення фону за купрумом (слабке забруднення), цинком (помірне забруднення), плюмбумом (підвищений рівень забруднення), кадмієм (слабке забруднення).

Ґрунт в акумулятивній зоні „Федорової гори” (профіль №5) відзначається слабким забрудненням купрумом, кадмієм, помірним - цинком, дуже високим – плюмбумом. Причому кількість свинцю перевищує загально - санітарну норму, встановлену щодо ґрунту [3].

На квітково-декоративній ділянці (профіль №4) виявлено слабе забруднення купрумом і кадмієм, помірне – цинком, високе – плюмбумом.

Важкі метали є малорухомими у ґрунті і потрапляючи на його поверхню у звичайних умовах концентруються у верхньому 0-10 см шарі ґрунту. Їхня низхідна міграція може відбуватись лише у зв'язку з глибоким обробітком ґрунту, систематичним використанням органічних добрив та достатнім зволоженням.

Аналіз ґрунту з обстежених профілів засвідчив накопичення кислоторозчинних форм плюмбу і кадмію не лише у верхньому, а й нижчих горизонтах. Підвищення міграційної здатності ВМ пов'язано з систематичним поливанням рослин на території ботанічного саду, легким гранулометричним складом ґрунту (в більшості випадків), безперервним надходження цих металів на поверхню ґрунту протягом тривалого періоду.

Встановлено, що обидва профілі Пінетуму (№1 і №2) мали перевищення фону кислоторозчинної фракції за свинцем у всіх генетичних горизонтах, а за кадмієм – лише профіль №1, який розміщений нижче по схилу. Позитивні результати міграції важких металів також встановлено в ґрунтах „Федорової гори”. Ґрунт генетичних горизонтів, включаючи ґрунтоутворювальну породу, в профілі №3 були забруднені плюмбумом та кадмієм, а в профілі підніжжя „Федорової гори” забрудненими виявились лише верхні два горизонти.

При визначенні ефективного забруднення ґрунту (рухома форма ВМ, визначена у ацетатно-амонійному буфері рН 4,8) встановлено небезпечну для біологічних об'єктів концентрацію плюмбу і цинку у верхньому горизонті всіх обстежених профілів. Забруднення ґрунту рухомими формами цинку у профілях №1, 2, 3, 5 було слабким, у профілі №4 – помірним, але перевищення загально-санітарного рівня, встановленого санітарними нормами щодо ґрунту [3], не спостерігалось. Тоді як кількість плюмбу змінювалась від слабого (профіль №1) та середнього (профілі № 2, 4) до підвищеного (профіль №3) та дуже високого (№5) рівня забруднення. У профілів №1, 2, 3, 5 небезпечна кількість рухомого плюмбу накопичувалась не лише у верхньому горизонті, а і в усьому профілі, включаючи верхній шар ґрунтоутворювальної породи.

Дослідження екотоксикологічного стану ґрунтів ботанічного саду не виявило перевищення фонові кількості [5] марганцю та нікелю як у верхньому горизонті обстежених профілів, так і у тих, що розміщені нижче.

Кількість ВМ у ґрунті урботериторій зумовлюється різними факторами. Але в межах ботанічного саду вирішальним є техногенний вплив, пов'язаний з тривалим впливом пересувних джерел забруднення. Територія ботанічного саду обмежена напруженими автомагістралями: бульвар Т.Шевченка, вул. Комінтерну, вул. Ветрова, вул. Толстого. Саме тому верхній шар ґрунту всіх профілів відзначався перевищення фонового вмісту кислоторозчинної фракції деяких ВМ.

Накопичення екстремальних кількостей ВМ у ґрунтах урботериторій може створювати загрозу для довкілля, оскільки, частки забрудненого ґрунту можуть з потоками повітря надходити до приземних шарів атмосфери, забруднюючи повітря, або мігрувати з низхідними потоками вологи за межі ґрунтового профілю та зони аерації ґрунту, забруднюючи гідросферу.

Отже, накопичення хімічних елементів та сполук ґрунтами в межах сучасних урботериторій є реальним вторинним джерелом забруднення довкілля. Зниження інтенсивності накопичення токсичних елементів і сполук ґрунтом рекреаційних зон в межах урботериторій можливо за умови: зменшення техногенного пресингу в межах урботериторії; утилізації листяного опаду за межами рекреаційної зони; підтримання постійного покриття ґрунту трав'янистим фітоценозом; розширення територій рекреаційних зон міста Києва.

**Вміст кислоторозчинної фракції важких металів у генетичних горизонтах ґрунтових профілів (Ботанічний сад ім. акад. О.В.Фоміна)\***

| Генетичні<br>горизонти<br>профілів<br>ґрунту | Важкі метали, мг/кг ґрунту |             |       |             |            |  |       |
|--|----------------------------|-------------|-------|-------------|------------|--|-------|
|  | купрум                     | цинк        | нікол | плюмбум     | кадмій     | манган                                       | ферум |
|  | витяжка 1 Н НСІ            |             |       |             |            | витяжка 0,1 Н Н <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |       |
| Профіль № 1                                  |                            |             |       |             |            |  |       |
| Нек  | 6,2                        | <b>23,0</b> | 3,4   | <b>17,3</b> | <b>0,4</b> | 55,4   | 126,9 |
| Нр(i)  | 4,5                        | 11,3        | 1,9   | <b>17,9</b> | <b>0,2</b> | 24,2   | 42,2  |
| Pi(h)  | 1,7                        | 3,0         | 1,5   | <b>6,7</b>  | <b>0,2</b> | 8,0  | 15,1  |
| Pf   | 0,1                        | 0,6         | 0,4   | 0,9         | 0          | 3,5  | 87,7  |
| Профіль № 2                                  |                            |             |       |             |            |  |       |
| Не   | 6,3                        | <b>19,4</b> | 2,4   | <b>21,1</b> | <b>0,3</b> | 36,9   | 46,1  |
| Нр(i)  | 4,5                        | 10,3        | 1,8   | <b>15,3</b> | 0,1        | 21,7   | 32,4  |
| Pi(h)  | 1,9                        | 3,8         | 1,3   | <b>7,5</b>  | 0,1        | 5,7  | 22,7  |
| Pf   | 6,4                        | 0,8         | 0,2   | 1,0         | 0          | 3,2  | 6,3   |
| Профіль № 3                                  |                            |             |       |             |            |  |       |
| Не(k)  | <b>11,3</b>                | <b>28,5</b> | 6,6   | <b>24,8</b> | <b>0,5</b> | 62,5   | 63,8  |
| Нigl(k)                                      | 4,0                        | 5,9         | 6,7   | <b>14,8</b> | <b>0,4</b> | 22,2   | 17,2  |
| Pgl(k)                                       | 1,8                        | 3,6         | 6,0   | <b>12,6</b> | <b>0,3</b> | 16,6   | 13,6  |
| PGL(k)                                       | 2,3                        | 4,2         | 5,7   | <b>11,3</b> | <b>0,4</b> | 16,5   | 13,3  |
| Профіль № 4                                  |                            |             |       |             |            |  |       |
| НЕ   | <b>11,7</b>                | <b>34,8</b> | 2,1   | <b>26,5</b> | <b>0,2</b> | 59,0   | 59,2  |
| Іh   | 1,5                        | 4,2         | 0,5   | 3,0         | 0,1        | 11,7   | 27,3  |
| Pi   | 0,5                        | 2,0         | 0,3   | 1,0         | 0          | 8,2  | 24,5  |
| P <sub>1</sub> f                             | 0,4                        | 1,1         | 0,4   | 0,9         | 0          | 5,2  | 16,9  |
| P <sub>2</sub> f                             | 0,7                        | 2,0         | 0,7   | 1,7         | 0,1        | 3,7  | 38,5  |
| Профіль № 5                                  |                            |             |       |             |            |  |       |
| НЕ   | <b>12,5</b>                | <b>21,3</b> | 3,0   | <b>30,1</b> | <b>0,3</b> | 44,4   | 48,7  |
| Іh   | 2,2                        | 4,6         | 1,2   | <b>8,5</b>  | <b>0,2</b> | 11,2   | 45,0  |
| I  | 0,9                        | 2,6         | 1,1   | 4,4         | 0,1        | 6,3  | 31,4  |
| PIf  | 0,7                        | 2,5         | 0,9   | 2,1         | 0,1        | 4,6  | 20,2  |
| PGL  | 4,3                        | 6,0         | 2,8   | 8,2         | 0,2        | 18,2   | 40,8  |

\* в таблиці виділено кольором величини, що перевищують фоновий вміст кислоторозчинних форм елементів у ґрунті відповідно до нормативного документу [5].

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ 4362:2004 Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів.
2. ДСТУ ISO10390 :1994, IDT Якість ґрунту. Визначення рН.
3. Збірник важливих офіційних матеріалів з санітарних і протиепідемічних питань. У 10 томах. Том V. Частина 3, К.: „МОЗ України”, 1999. – 274 с.
4. Методи аналізів ґрунтів та рослин. Методичний посібник. За ред. С.Ю. Булигіна – Харків, 2000.- 157с.
5. Методика суцільного ґрунтового-агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України (Керівний нормативний документ)/ Під. ред. О.О. Созінова, Б.С. Прістера. – К. - 1994.
6. Полупан М.І., Соловей В.Б. та ін. Визначник еколога генетичного статусу та родючості ґрунтів України. – К.: «Колбіг». – 2005. – 303с.
7. Чайка В.Є. Урбоекологія. – Вінниця: 1999. 368 с.