



УДК 502.521:504.5:711.55(477.72)+631.44(084.3)

Хохрякова А.І.,  
аспірант кафедри земельного кадастру  
Одеський державний аграрний університет,  
старший науковий співробітник  
Інститут виноградарства і виноробства імені В.Є. Таїрова

Куліджанов Е.В.,  
кандидат сільськогосподарських наук, доцент, директор  
Одеська філія ДУ «Інститут охорони ґрунтів України»

## ОЦІНКА РІВНЯ ХІМІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ ПАРКОВИХ ЗОН МІСТА ОДЕСИ

У статті наведено основні фізико-хімічні властивості ґрунтів парків міста Одеси, проаналізовано показники вмісту поживних речовин, гумусу, рНН<sub>2</sub>O, гранулометричний склад ґрунтів. Визначено рівні вмісту важких металів Pb, Cd, Zn, Cu. Встановлено склад солей у ґрунтах, коефіцієнти концентрації хімічних елементів та сумарний показник забруднення (Kс та Zс). Визначено рівень хімічного забруднення паркових зон міста Одеси.

**Ключові слова:** важкі метали, міські ґрунти, хімічне забруднення, засолення, коефіцієнт концентрації, сумарний показник забруднення, місто Одеса.

В статье приведены основные физико-химические свойства почв парков города Одессы, проанализированы показатели содержания питательных веществ, гумуса, рНН<sub>2</sub>O, гранулометрический состав почв. Определены уровни содержания тяжелых металлов Pb, Cd, Zn, Cu. Установлен состав солей в почвах, коэффициенты концентрации химических элементов и суммарный показатель загрязнения (Kс и Zс). Определен уровень химического загрязнения парковых зон города Одессы.

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, городские почвы, химическое загрязнение, засоление, коэффициент концентрации, суммарный показатель загрязнения, город Одесса.

### Khokhryakova A.I., Kulidzhanov E.V. ASSESSMENT OF CHEMICAL POLLUTION OF SOIL IN ODESA CITY PARKS

The basic physical and chemical properties of soils Parks of Odesa are given in the article, indicators of nutrient content, humus rНN<sub>2</sub>O, soil particle size distribution are analyzed. The levels of heavy metals Pb, Cd, Zn, Cu are identified. The content of salts in soil, concentration ratios of chemical elements and total index of pollution (Ks and Zs) is established. The level of chemical pollution of Odesa parks is identified.

**Key words:** heavy metals, urban soils, chemical pollution, salinity, concentration ratio, the total index of pollution, Odesa city.

**Постановка проблеми.** Усі компоненти урбосистеми зазнають значного антропогенного впливу. Корінному перетворенню піддається і ґрунтовий покрив міських територій. Ґрунти міст мають здебільшого порушений профіль, деформовану структуру, відносно менший вміст органічної речовини – основного структуроутворюючого компонента ґрунту, меншу чисельність популяцій та активність ґрунтових мікроорганізмів і безхребетних як наслідок дефіциту органічної речовини, трансформовані практично всі фізико-хімічні властивості ґрунтів [1; 2].

Антропогенні та техногенні фактори ґрунтоутворення зумовлюють забруднення ґрунтів хімічними речовинами, побутовими відходами, будівельними матеріалами. Одним з основних джерел забруднення ґрунтів у містах є автотранспорт. У вихлопних газах міститься майже 40 хімічних речовин, більшість яких є токсичними. Надзвичайно велика загроза полягає у тому, що вони можуть бути вільно включені у трофічні ланцюги живих організмів, а це, у свою чергу, може призвести до порушення біологічної рівноваги доквілля [3]. Індикатором глибоких функціональних порушень

міських ґрунтів є забруднення важкими металами, які надходять до навколишнього середовища поблизу автомобільних доріг у результаті згоряння палива, стирання механічних частин транспортних засобів та дорожнього покриття. У результаті у ґрунтово-вбирному комплексі у верхній частині профілю міських ґрунтів закріплюється більша частина рухомих форм важких металів. Серед основних важких металів, які виявляють уздовж транспортних магістралей у значних кількостях, вирізняють Pb, Cd, Zn, Cu, Ni, Cr, Co [4]. Забруднення ґрунтів гальмує процес ґрунтоутворення, знижує продуктивність ґрунтів, викликає накопичення забруднювачів у рослинах, з яких вони часто надходять в організм людини прямо або опосередковано (через рослинні й тваринні продукти), послаблює процеси самоочищення ґрунтів від хвороботворних організмів [5].

Значний вплив на міські ґрунти має застосування різних реагентів проти ожеледиці. Накопичення солей у ґрунтах може спостерігатися на віддалі 100 метрів від дороги, але суттєвим воно буває на віддалі перших 5–10 метрів. Максимум вмісту солей у ґрунтах припадає на ранню весну, мінімум – на вересень–жовтень. Посипання доріг сіллю призводить до посилення диспергованості, погіршення вологопроникності й аерації ґрунтів [6; 7].

Тому актуальною задачею сьогодні є визначення основних джерел надходження важких металів (ВМ), аналіз розподілу їх у природному середовищі, особливо в ґрунтах, створення системи моніторингу екологічного стану ґрунтів міста. Окрім вивчення стану забруднення міських ґрунтів ВМ у зв'язку з можливим впливом на здоров'я населення, доцільним є вивчення процесів трансформації хімічних елементів у природних міських ґрунтах, де збереглися морфологічні ознаки ґрунтового профілю, характерні для цієї природної зони порівняно із зональними природними ґрунтами фонових територій. Оцінка рівня хімічного забруднення ґрунтів дає можливість встановити розмір реальної і потенційної небезпеки забруднення території та її придатності до використання у тих чи інших цілях [8].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В умовах урбанізації ґрунти перебувають під дією антропогенного впливу, у результаті

чого змінюються їхні фізико-хімічні властивості, збільшується концентрація небезпечних хімічних речовин. У зв'язку з цим необхідна організація контролю за вмістом важких металів у ґрунтах та їх надходженням. Сьогодні активно вивчаються процеси накопичення, трансформації та динаміки вмісту важких металів у міських ґрунтах різних функціональних зон [9–11]. Створюються просторові бази даних геохімічних показників міських ґрунтів, що є ефективним інструментом моніторингу та оцінки екологічного стану урбоєкосистем [12].

У різних містах України ґрунти неоднаково змінені антропогенним впливом. Ці зміни стосуються різних показників: фізико-хімічних, хімічних, вмісту макро- і мікроелементів (особливо накопичення Cu, Zn, Pb, Cd, Mn, Fe, Co, As, Ni та інших токсичних металів), цілісності будови ґрунтового профілю та окремих горизонтів. Важливо оцінити зміни показників порівняно з показниками природних екосистем.

**Постановка завдання.** Метою дослідження є аналіз фізико-хімічних показників ґрунтів парків Одеси, оцінка рівня хімічного забруднення ґрунтів важкими металами (Cd, Pb, Cu, Zn). Для досягнення мети вирішувались такі завдання: 1) дослідження основних фізико-хімічних властивостей ґрунтів парків; 2) визначення показників вмісту важких металів у ґрунтах; 3) оцінка екологічного стану ґрунтів парків міста Одеси за основними показниками (коефіцієнт концентрації Кс, сумарні показники забруднення Zс, буферність ґрунту (в балах), сума токсичних солей у ґрунті).

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Для визначення інтенсивності антропогенного впливу на паркові території було закладено 8 повнопрофільних розрізів та дві прикопки за загальноприйнятими методиками. Об'єктом дослідження обрано ґрунти найбільш великих парків міста Одеси, які перебувають у зонах впливу автотранспортних магістралей, різних за інтенсивністю руху та навантаженням. Було відібрано 27 ґрунтових зразків із різних генетичних горизонтів у розрізах: Р1 – схилі землі біля санаторію ім. Чкалова; Р3 – сквер біля Одеської обласної ради, під деревами; Р4 – сквер біля Одеської обласної ради, газон; Р5 – парк Дюківський сад, вул. Розкидайлівська, 69; Р6 – парк Дюків-



ський сад; P7 – меморіал 411 берегової батареї; P8 – парк біля аеропорту; P9 – парк Перемоги; у прикопках: П1 – парк ім. Горького; П2 – парк ім. Шевченка (рис. 1).

У випробувальному центрі Одеської філії ДУ «Інститут охорони ґрунтів України» були проведені аналітичні дослідження. Визначали вміст гумусу за Тюрінім (ДСТУ 4289:2004), азоту за нітрифікаційною здатністю (ГОСТ 26951-86), фосфору і калію за Мачигінім (ДСТУ 4114-2002); рНН<sub>2</sub>O, склад сольової витяжки (за ГОСТ 26423-85); гранулометричний склад за Качинським (ДСТУ 4730:2007); склад увібраних основ Ca, Mg, Na (за ГОСТ 26487-85, ГОСТ 26950-86); вміст рухомих форм важких металів Cd, Pb, Cu, Zn (за ДСТУ 4770.3:2007, ДСТУ 4770.9:2007, ДСТУ 4770.6:2007, ДСТУ 4770.2:2007 амонійно-ацетатним буфером рН 4.8 на атомно-абсорбційному спектрофотометрі ААС 115); вміст карбонатів (ДСТУ ISO 10693-2001).

Для порівняння проведених нами досліджень щодо фізико-хімічних властивостей ґрунтів міста Одеси використовувалися усереднені дані, отримані в ході моніторингового спостереження за станом ґрунтів Одеською філією Державної установи «Інститут охоро-

ни ґрунтів України», а саме моніторингова ділянка (МД) № 17 у с. Мізікевича Овідіопольського району, яка представлена зональними ґрунтами – чорноземами південними важко-суглинковими (агровиробнича група ґрунтів 71е). Статистичну обробку отриманих результатів виконано за допомогою пакету MS Excel.

Для характеристики забруднення об'єктів навколишнього середовища використано коефіцієнт концентрації (K<sub>c</sub>) і сумарний показник забруднення (Z<sub>c</sub>) [13]:

$$K_c = C_i / C_f,$$

де: C<sub>i</sub> – вміст хімічного елементу в ґрунті, C<sub>f</sub> – його фоновий вміст, n – кількість хімічних елементів, що входять у досліджувану асоціацію.

$$Z_c = (K_{c1} + \dots + K_{cn}) - (n-1),$$

де: n – число речовин, які визначаються; K<sub>c1</sub> – коефіцієнт концентрації i-го компонента забруднення.

За коефіцієнтом концентрації визначають співвідношення між кількістю хімічного елемента в об'єктах, що порівнюються між собою, тобто коефіцієнт концентрації характеризує ступінь накопичення елементів у системі (компоненті) щодо будь-якого обраного еталона.

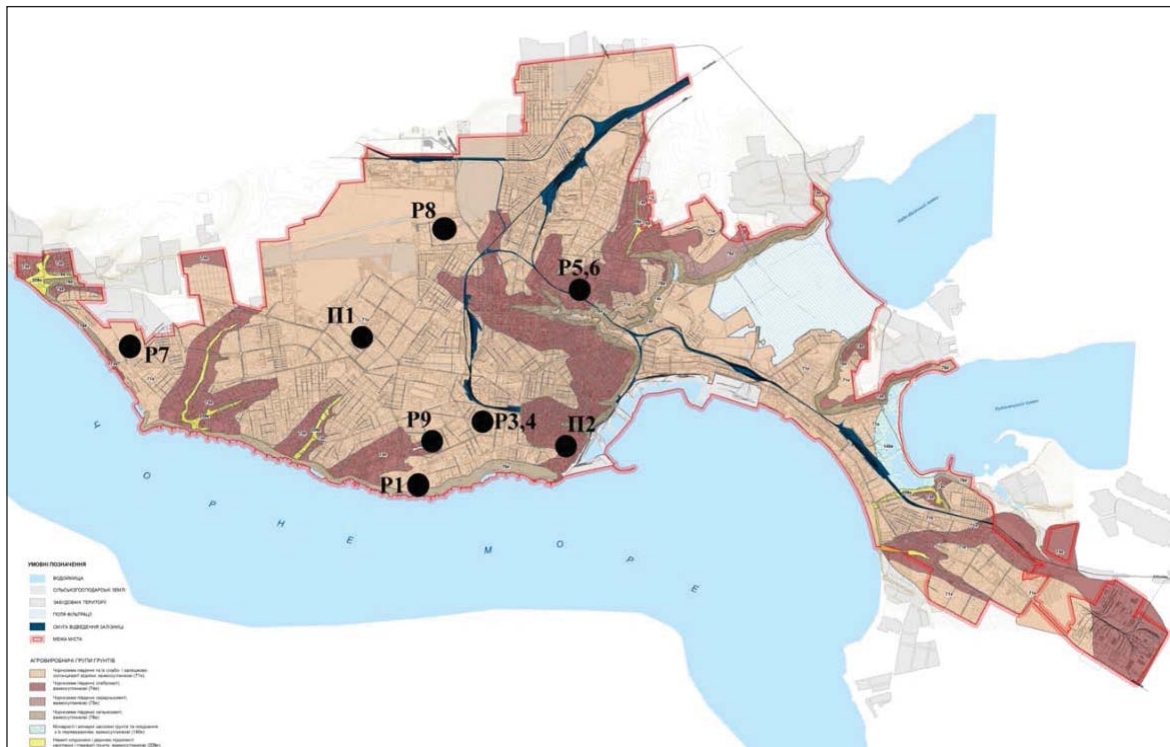


Рис. 1. Місця відбору зразків ґрунту

Відповідно до нового фізико-географічного районування України територія міста Одеси розташована в межах південно-західної частини Східноєвропейської рівнини в Іллічівсько-Комінтернівському районі Дністровсько-Бузької низовинної області середньостепової підзони Степової зони [14; 15].

Місто простягнулось уздовж узбережжя Одеської затоки на відстані 50 км від житлового масиву ім. Котовського на півночі до смт Чорноморки на півдні. До моря терито-

рія міста примикає східними південно-східним узбережжям із ступінчатими обривами або піщаними пересипами. На південному заході місто межує із Сухим лиманом, на північному сході – з Хаджибейським і Куяльницьким лиманами, які в минулому були з'єднані з морем, а нині відділені від нього пересипами.

Зональними ґрунтами є чорноземи південні в основному слабогумусовані важкосуглинисті (агровиробнича група ґрунтів 71е).

Таблица 1

**Фізико-хімічні властивості ґрунтів парків міста Одеси**

| № ґрунтового розрізу, місце відбору | Глибина взяття зразку, см | pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub> | Гумус за Тюрнімом, % | Вміст ґрунтових часток <0,01мм, % | Елементи живлення, мг/кг ґрунту     |                               |                  |
|-------------------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|------------------|
|                                     |                           |                              |                      |                                   | N-NO <sub>3</sub> за нітриф. здатн. | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
|                                     |                           |                              |                      |                                   |                                     | за Мачигінім                  |                  |
| P1                                  | 0–10                      | 7,10                         | 4,76                 | 36,11                             | 13,62                               | 22,27                         | 332,13           |
|                                     | 10–16                     | 7,30                         | 2,32                 | не визнач.                        | 7,80                                | 4,00                          | 121,37           |
|                                     | 16–34                     | 7,40                         | 0,96                 | – « –                             | 0,86                                | 6,33                          | 70,50            |
|                                     | 34–57                     | 7,70                         | 0,57                 | – « –                             | 0,29                                | 9,33                          | 71,83            |
| P3                                  | 0–8                       | 7,20                         | 2,88                 | 36,85                             | 2,37                                | 54,97                         | 332,55           |
|                                     | 8–25                      | 6,90                         | 5,27                 | не визнач.                        | 62,50                               | 74,33                         | 475,88           |
|                                     | 25–47                     | 6,90                         | 3,28                 | – « –                             | 56,11                               | 50,52                         | 378,24           |
|                                     | 47–65                     | 7,00                         | 2,32                 | – « –                             | 38,47                               | 60,17                         | 245,61           |
| P4                                  | 0–7                       | 7,10                         | 5,08                 | 34,89                             | 68,73                               | 71,41                         | 674,17           |
|                                     | 7–35                      | 7,20                         | 4,40                 | не визнач.                        | 21,80                               | 58,56                         | 413,52           |
|                                     | 35–72                     | 7,40                         | 2,70                 | – « –                             | 6,44                                | 29,20                         | 146,29           |
|                                     | 72–82                     | 7,40                         | 1,93                 | – « –                             | 3,85                                | 19,51                         | 129,06           |
| P5                                  | 0–25                      | 7,10                         | 3,09                 | 37,62                             | 10,12                               | 32,82                         | 311,76           |
|                                     | 25–65                     | 7,40                         | 3,47                 | не визнач.                        | 4,06                                | 12,53                         | 281,81           |
|                                     | 65–75                     | 7,10                         | 3,28                 | – « –                             | 1,64                                | 9,67                          | 450,65           |
| P6                                  | 0–21                      | 6,80                         | 3,96                 | 43,09                             | 16,03                               | 71,91                         | 1032,59          |
|                                     | 21–47                     | 7,20                         | 1,16                 | не визнач.                        | 67,42                               | 24,66                         | 1076,25          |
|                                     | 47–60                     | 7,30                         | 1,16                 | – « –                             | 1,33                                | 25,33                         | 960,37           |
| P7                                  | 0–45                      | 6,80                         | 3,67                 | 37,64                             | 30,24                               | 5,52                          | 317,59           |
|                                     | 45–75                     | 6,60                         | 2,32                 | не визнач.                        | 4,78                                | 4,67                          | 118,11           |
| P8                                  | 0–30                      | 6,70                         | 3,28                 | 46,86                             | 11,35                               | 2,98                          | 172,89           |
|                                     | 30–58                     | 6,30                         | 3,67                 | не визнач.                        | 3,51                                | 4,00                          | 171,64           |
|                                     | 58–80                     | 6,90                         | 1,93                 | – « –                             | 1,63                                | 4,33                          | 136,23           |
| P9                                  | 0–50                      | 6,90                         | 2,61                 | 33,62                             | 2,58                                | 24,21                         | 213,53           |
|                                     | 50–87                     | 7,10                         | 2,51                 | не визнач.                        | 4,90                                | 5,41                          | 130,98           |
| П1                                  | 0–20                      | 6,80                         | 3,18                 | 39,74                             | 48,99                               | 52,55                         | 359,72           |
| П2                                  | 0–20                      | 6,70                         | 5,79                 | 28,69                             | 12,97                               | 73,21                         | 604,72           |
| МД № 17                             | 0–40                      | 7,1                          | 3,19                 | 45,2                              | 2,19                                | 94,46                         | 411,15           |



Встановлено, що відносно не порушені ґрунти парків близькі до природних ґрунтів за агрохімічними показниками (табл. 1).

Виявлено, що ґрунти мають середній (45% відібраних зразків), підвищений (45% зразків) та дуже високий (10%) рівні вмісту органічної речовини. Поясненням варіативності показників, можливо, є те, що в парках накопичення органічної речовини перевищує виніс через малу інтенсивність використання території (засвоєння рослинами, адже рослинність переважно багаторічна, а трав'яний покрив не завжди суцільний і має місце накопичення органічної речовини у вигляді нерозкладених органічних решток). Ґрунти в парках мають різні рівні рН. Збільшення величини показника рН пов'язане з привнесенням великої кількості вуличного пилу, що містить карбонати кальцію та магнію, які надходять здебільшого з автомобільних доріг, а також від застосування сумішей від ожеледиці (хлориди натрію, кальцію) у зимовий період (рис. 2).

Статистично опрацьовані результати вказують на високі значення коефіцієнту варіації, що може свідчити про наявність сторонніх впливів на забезпеченість ґрунтів елементами живлення рослин. Загалом вміст поживних елементів у досліджуваних ґрунтах не дуже збалансований: вміст фосфору дуже низький та середній, вміст калію середній та дуже високий, тоді як забезпеченість азотом за нітрифікаційною здатністю дуже низька (12 зразків мають показники від 0,29 до 4,90 мг/кг).

Низький вміст нітратів може бути наслідком активного поглинання доступного азоту рослинами, солонцюватості ґрунтів, погіршенням агрофізичних показників. Високі рівні варіабельності показників вмісту фосфору та калію також можуть бути пов'язані з різним ступенем антропогенного впливу на ґрунти.

Забруднення ґрунтів хімічними сполуками антропогенного походження призводить до погіршення основних властивостей ґрунтів. Наприклад, кальцій, що міститься у будівельному смітті, пил, цементна крихта і подібні матеріали сприяють підлугуванню ґрунту, а розкладання інших субстратів (пластика та ін.) призводять до вивільнення токсичних речовин і газів, які заміщують кисень у ґрунтовому повітрі. Підвищується екологічна небезпека збільшення рухомості важких металів та їх проникнення у ґрунтові води та суміжні середовища. ГДК рухомих форм хімічних елементів, що вилучаються ацетатно-амонійним буферним розчином із рН, 4,8 для Pb 6,0; Cd – 0,7; Zn – 23; Cu – 3,0 [9]. Середні показники вмісту важких металів показує, що майже у всіх парках спостерігається підвищення їх вмісту. Не перевищують показники лише у міді. У зразках ґрунту, відібраних зі схилів територій біля санаторію ім. Чкалова (P1), відзначається перевищення ГДК за середнім значенням вмісту Zn у 6 разів (табл. 2). Перевищення ГДК за середнім значенням вмісту Zn у зразках, відібраних із парку «Перемоги» (P9), у 3 рази; із парку біля аеропорту (P8) та ім. Шев-

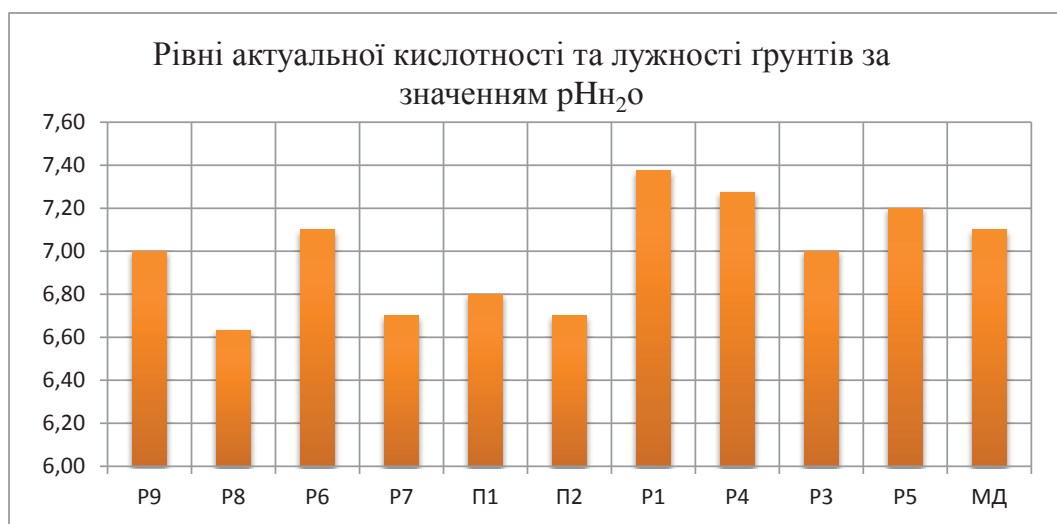


Рис. 2. рН<sub>N<sub>2</sub>O</sub> ґрунтів парків

ченка (П2) – у 1,5 рази; із парку «Дюківський сад» (Розкидайлівська, 69) (P5) – у 3 рази. Перевищення ГДК за середнім значенням вмісту Pb: парк ім. Горького (П1) – у 8 разів, парк «Дюківський сад» (P6 та P6) – у 3 та 5 разів відповідно, парк ім. Шевченка (П2) – у 6,5 разів, сквер біля ООР (клумба, газон) (P4) – у 1,7 разів. Незначне перевищення вмісту кадмію має місце у ґрунтових зразках із парків ім. Горького та ім. Шевченка.

Групуванням ґрунтів за вмістом рухомих форм важких металів визначено, що до 15%

зразків мають високий дуже високий рівень вмісту свинцю та цинку (P1, П1, П2, P6, P5). Важливо відзначити, що коефіцієнт варіації щодо вмісту всіх важких металів понад 33%, це свідчить про неоднорідність розподілення елементів територією міста.

Сольовий склад водної витяжки вказує на те, що ґрунти за типом засолення на основі загального вмісту солей содово-сульфатні (P8, P6, P1, P3). Ступінь засолення слабкий (сухий залишок 0,162–0,207%). Відомо, що на слабо-засолених ґрунтах пригнічення рослинності

Таблиця 2

**Вміст важких металів у ґрунтах**

| № ґрунтового розрізу, місце відбору | Глибина взяття зразку, см | Вміст у ґрунтах (мг/кг) |      |                |      |
|-------------------------------------|---------------------------|-------------------------|------|----------------|------|
|                                     |                           | важких металів          |      | мікроелементів |      |
|                                     |                           | Pb                      | Cd   | Zn             | Cu   |
| P1                                  | 0–10                      | 4,54                    | 0,36 | 241,60         | 0,18 |
|                                     | 10–16                     | 5,92                    | 0,82 | 138,80         | 0,7  |
|                                     | 16–34                     | 9,72                    | 0,60 | 89,27          | 0,53 |
|                                     | 34–57                     | 6,77                    | 0,83 | 64,65          | 1,29 |
| P3                                  | 0–8                       | 6,89                    | 0,15 | 13,22          | 0,92 |
|                                     | 8–25                      | 8,01                    | 0,56 | 12,17          | 0,86 |
|                                     | 25–47                     | 6,52                    | 0,44 | 8,24           | 1,07 |
|                                     | 47–65                     | 8,17                    | 0,49 | 10,83          | 0,52 |
| P4                                  | 0–7                       | 6,14                    | 0,55 | 15,02          | 1,07 |
|                                     | 7–35                      | 26,87                   | 0,25 | 23,78          | 1,34 |
|                                     | 35–72                     | 4,71                    | 0,15 | 20,04          | 0,67 |
|                                     | 72–82                     | 2,92                    | 0,29 | 7,77           | 0,31 |
| P5                                  | 0–25                      | 50,27                   | 0,86 | 37,90          | 1,32 |
|                                     | 25–65                     | 36,19                   | 0,92 | 56,80          | 2,54 |
|                                     | 65–75                     | 3,37                    | 0,27 | 49,34          | 0,46 |
| P6                                  | 0–21                      | 37,79                   | 0,54 | 18,38          | 0,93 |
|                                     | 21–47                     | 8,18                    | 0,75 | 17,56          | 0,79 |
|                                     | 47–60                     | 6,52                    | 0,4  | 18,65          | 1,36 |
| P7                                  | 0–45                      | 2,66                    | 0,22 | 0,89           | 1,36 |
|                                     | 45–75                     | 3,79                    | 0,21 | 0,74           | 0,51 |
| P8                                  | 0–30                      | 4,53                    | 0,21 | 35,58          | 0,49 |
|                                     | 30–58                     | 0,19                    | 0,24 | 38,54          | 0,34 |
|                                     | 58–80                     | 4,77                    | 0,22 | 35,21          | 0,49 |
| P9                                  | 0–50                      | 9,74                    | 0,55 | 87,54          | 1,33 |
|                                     | 50–87                     | 0,14                    | 0,03 | 35,24          | 0,74 |
| П1                                  | 0–20                      | 48,32                   | 0,79 | 25,10          | 1,37 |
| П2                                  | 0–20                      | 38,90                   | 0,94 | 38,29          | 1,58 |
| МД № 17                             | 0–40                      | 1,98                    | 0,99 | 0,63           | 0,32 |



досягає 25%. Нами розраховані гіпотетичні солі (за Н.І. Базилевич та О.І. Панковою [16]) (табл. 3).

Серед гіпотетичних солей є токсичні ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ) та нетоксичні ( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{CaSO}_4$ ) солі. Відповідно до класифікації засоленних ґрунтів за ступенем і хімізмом засолення на основі вмісту токсичних солей ґрунти парків є незасоленими.

Для оцінки екологічного стану ґрунтів розраховується сумарний показник забруднення як сумарна кількість коефіцієнтів концентрації. Величина коефіцієнту концентрації свідчить про активність процесів вилуговування ( $K_c < 1$ ) і накопичення ( $K_c > 1$ ) катіонів та аніонів хімічних елементів у генетичних горизонтах ґрунту [17]. Сумарні показники щодо вмісту свинцю та цинку більш показові (рис. 3).

Відповідно до величини коефіцієнта концентрації на територіях усіх майже парків  $K_c$  Cd (P9, P8, P6, P7, P1, P4, P3, P5) та свинцю (P8, P7) менше 1, вміст цих металів не перевищує ГДК. Накопичення Cd відбувається у зраз-

ках П1, П2, МД № 17; Zn, Cu – в усіх зразках ґрунтів; Pb – в усіх, окрім зазначених P8 та P7.

Оцінка екологічного стану ґрунту проводиться за градацією:  $K_c \geq 5$  – незадовільний стан,  $K_c 3,0-5,0$  – задовільний,  $K_c 1,0-2,9$  – нормальний,  $K_c \leq 1,0$  – оптимальний [18].

Відповідно до градації екологічний стан ґрунтів парків P9, P8, P6, P1, P4, P3, P5 оптимальний, П1, П2 та МД №17 – нормальний за коефіцієнтом  $K_c$  Cd. За  $K_c$  Cu усі парки мають оптимальний екологічний стан. За  $K_c$  Pb екологічний стан ґрунтів парків P9, P8, P7, МД №17 є оптимальним, P1, P4, P3 – нормальним, P6 та P5 – задовільним, П1 та П2 – незадовільним. За  $K_c$  Zn екологічний стан ґрунтів парків P6, P7, P4, P3, МД є оптимальним, P9, P8, П1, П2, P5 – нормальним, а P1 – незадовільним.

Розрахунок комплексного показника сумарного забруднення Zc проводиться з урахуванням середнього геометричного коефіцієнтів концентрації важких металів як на території за геохімічною ознакою, так і для усіх елементів. За розробленою градацією забруднення території із метою вивчення стану здоров'я

Таблиця 3

### Вміст гіпотетичних солей, % до маси ґрунту

| Ґрунтовий розріз | Гіпотетичні солі мг-екв / 100 г ґрунту |                             |                             |                  |                 |                          |                 |               |                 |
|------------------|--|-----------------------------|-----------------------------|------------------|-----------------|--------------------------|-----------------|---------------|-----------------|
|                  | $\text{Na}_2\text{CO}_3$               | $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ | $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ | $\text{NaHCO}_3$ | $\text{CaSO}_4$ | $\text{Na}_2\text{SO}_4$ | $\text{MgSO}_4$ | $\text{NaCl}$ | $\text{MgCl}_2$ |
| P1               | 0                                      | 0,042                       | 0                           | 0                | 0,067           | 0,008                    | 0,071           | 0             | 0,014           |
| P3               | 0                                      | 0,036                       | 0                           | 0                | 0,054           | 0,012                    | 0,028           | 0             | 0,026           |
| P4               | 0                                      | 0,006                       | 0                           | 0                | 0,059           | 0,005                    | 0,057           | 0             | 0,008           |
| P5               | 0                                      | 0,014                       | 0                           | 0                | 0,053           | 0,016                    | 0,034           | 0             | 0,012           |
| P6               | 0                                      | 0,015                       | 0                           | 0                | 0,062           | 0,008                    | 0,069           | 0             | 0,014           |
| P8               | 0                                      | 0,024                       | 0                           | 0                | 0,056           | 0,018                    | 0,061           | 0             | 0,016           |

Таблиця 4

### Оцінка буферності ґрунтів парків до важких металів Pb, Zn, Cd, Cu (у балах)

| Показники         | Ґрунтові розрізи |      |      |      |      |      |      |      |      |    |      |
|-------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|------|
|                   | P1               | P3   | P4   | P5   | P6   | P7   | P8   | P9   | П1   | П2 | МД   |
| Гумус, %          | 2,7              | 3,9  | 3,9  | 3,5  | 2,5  | 3,5  | 3    | 3,5  | 3,5  | 5  | 3,5  |
| Фіз. глина%       | 10               | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   | 15   | 10   | 10   | 10 | 10   |
| pH <sub>H2O</sub> | 13,1             | 10,6 | 12,5 | 12,5 | 11,7 | 10   | 9,2  | 11,3 | 10   | 10 | 12,5 |
| Бал буферності    | 25,8             | 24,5 | 26,4 | 26   | 24,2 | 23,5 | 28,2 | 24,8 | 23,5 | 25 | 26   |

населення [8] визначено, що сумарні показники забруднення Pb, Cd, Cu, Zn перебувають у межах допустимого (слабкого) рівня небезпеки ( $Z_c < 16$ ).

Водночас із вимірюванням вмісту забруднюючих речовин встановили рівень буферної здатності ґрунтів до забруднення, основними показниками якої є кислотність, гранулометричний склад, вміст гумусу (табл. 4).

Ранжування показника буферності проводилось за такими градаціями:  $< 10$  – дуже низька,  $11-20$  – низька,  $21-30$  – середня,  $31-40$  – середня,  $41-50$  – висока,  $> 50$  – дуже висока [8].

#### Висновки з проведеного дослідження.

Результатами досліджень основних фізико-хімічних властивостей встановлено, що за показниками реакції ґрунтового розчину, вмістом гумусу та елементів живлення ґрунти парків міста Одеси є дещо близькими до природних аналогів. Антропогенний вплив на ґрунти парків змінює їхні властивості. Накопичення пилу на поверхні призводить до полегшення гранулометричного складу, подекуди спостерігається інверсійний характер розподілу гумусу у профілі ґрунтів. Варіативність показників вмісту поживних речовин пов'язана з різним ступенем антропогенного впливу на різні парки. Тенденція до підлуження ґрунтового розчину також пов'язана з діяльністю людини.

За цими показниками розрахована буферна здатність ґрунтів, що виявилась у межах середньої. Це означає, що ґрунти не можуть повною мірою виконувати свої функції сорбувати та утримувати від проникнення у ґрунтові води і в повітряне середовище важкі метали. Щодо забруднення хімічними речовинами, то в паркових зонах міста має місце перевищення за декількома показниками – цинку та свинцю. На таких територіях доцільно вирощувати багаторічні трави (газонні трави) з метою створення суцільного трав'яного покриву, щоб зменшити ризик перорального надходження цих елементів. Погіршення екологічної ситуації міста Одеси пов'язане з нерівномірним розміщенням промислових об'єктів у місті, великим навантаженням автотранспортними засобами. Найбільша кількість забруднюючих речовин надходить саме від автошляхів. Загалом екологічна ситуація є задовільною, так як за сумарними показниками забруднення Pb, Cd, Cu, Zn ґрунти парків перебувають у межах допустимого (слабкого) рівня небезпеки.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Хохрякова А.І. Ґрунти міст: особливості генезису, класифікації та діагностики / А.І. Хохрякова // Вісник ОНУ. Серія «Географічні та геологічні науки». – 2016. – Т 28. – Вип. 1(28). – С. 110–125. – [Електронний ресурс]. –

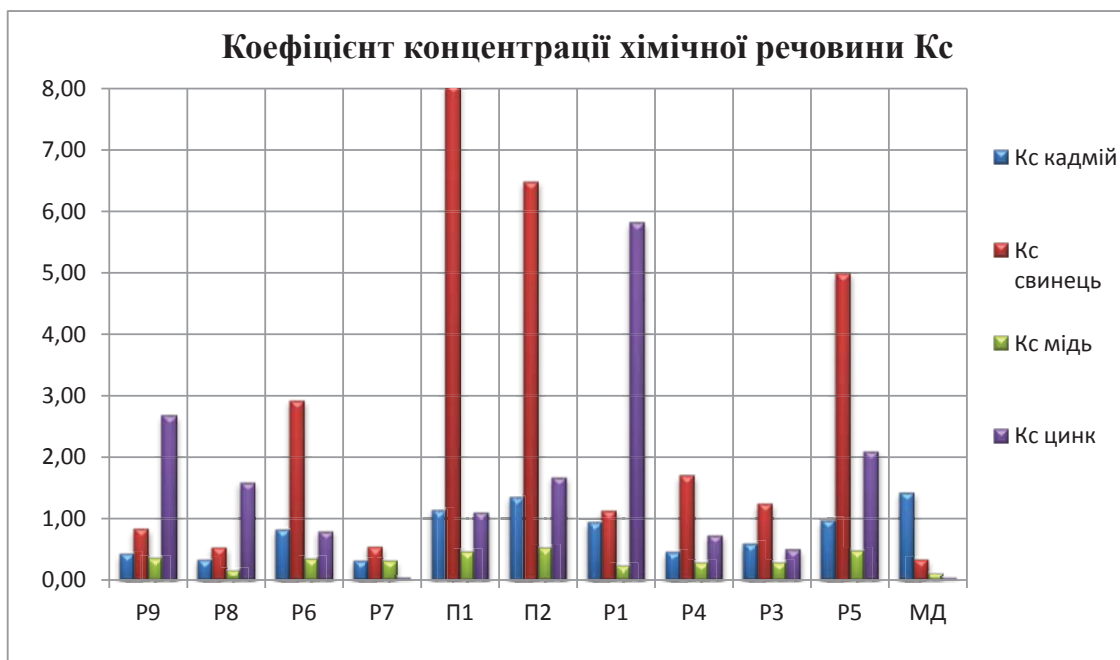


Рис. 4. Коефіцієнт концентрації хімічних речовин





Режим доступу : <http://visgeo.onu.edu.ua/article/view/90336/86051>.

2. Вдовенко О.О. Екологія міських систем / О.О. Вдовенко. – Кам'янець-Подільський : Видавець ПП Д.Г. Зволейко, 2013. – 280 с.

3. Пилипенко Ю.В. Оцінка рівня забруднення ґрунту важкими металами в межах міської системи (на прикладі м. Херсон) / Ю. В. Пилипенко, С.В. Скок // Біологія та валеологія. Збірник наукових праць Харківського національного педагогічного університету імені Г.С. Сковороди. – 2015. – № 17. – С. 138–145.

4. Шунелько Е.В. Экологическая оценка городских почв и выявления уровня токсичности тяжелых металлов методом биотестирования / Е.В. Шунелько, А.И. Федорова // Вестник Воронежского государственного университета. Серия «География и экология». – 2000. – № 4. – С. 77–83.

5. Яковишина Т.Ф. Экотоксикологическая оценка городских почв методом биотестирования / Т.Ф. Яковишина // Universum. Химия и биология. – 2015. – № 8 (16). – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://docs.google.com/viewer?url=http://7universum.com/pdf/nature/8\(16\)/Yakovyshyna.pdf](https://docs.google.com/viewer?url=http://7universum.com/pdf/nature/8(16)/Yakovyshyna.pdf).

6. Гаврюшова О.Є. Екологічні аспекти трансформації міських ґрунтів під штучним покриттям / О.Є. Гаврюшова // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. – 2013. – № 3–4. – С. 164–167.

7. Позняк С.П. Чинники ґрунтоутворення : [навч. посіб.] / С.П. Позняк, Є.Н. Красеха. – Львів : ВЦ ЛНУ ім. Івана Франка, 2007. – 400 с.

8. Проведення ґрунтово-геохімічного обстеження урбанізованих територій. Методичні рекомендації / уклад.: С.А. Балюк, А.І. Фатєєв, М.М. Мірошніченко. – Харків : ННЦ «ІГА ім. О.Н. Соколовського» УААН, 2004. – 62 с.

9. Герещун Г.М. Вплив екологічно небезпечних опадів на властивості міських ґрунтів /

Г.М. Герещун // Науковий вісник НЛТУ України. – 2014. – Вип. 24.8. – С. 106–110.

10. Гомонай В.І. Вміст важких металів в ґрунтах м. Ужгорода / В.І. Гомонай, В.С. Ходаковський, В.Ю. Лобко // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Хімія». – 2005. – Вип. 13. – С. 74–76.

11. Кураева І.В. Форми знаходження важких металів у ґрунтах України / І.В. Кураева, О.В. Яковенко, В.Ф. Філатов // Наукові праці УкрНДМІ НАН України. – 2013. – № 12. – С. 331–338.

12. Мацибора А.В. Геоинформационное моделирование распределения тяжелых металлов в почвах города Киева / А.В. Мацибора, Ф.Н. Лисецкий, И.В. Кураева, Ю.Ю. Войтук // Научные ведомости БелГУ. Серия «Естественные науки». – 2014. – № 23 (194). – Вип. 29. – С. 156–162.

13. Геохимия окружающей среды / [Ю.Е. Саг, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др.]. – М. : Недра, 1989. – 325 с.

14. Маринич О.М. Удосконалена схема фізико-географічного районування України / О.М. Маринич, Г.О. Пархоменко, О.М. Петренко, П.Г. Шищенко // Український географічний журнал. – 2003. – № 1. – С. 16–20.

15. Фізико-географічне районування України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://geomap.land.kiev.ua/zoning1.html>.

16. Інтерпретація даних і якісна оцінка ґрунтів та земель. Методичні рекомендації / уклад.: В.І. Михайлюк. – Одеса : ОДАУ, 2008. – 99 с.

17. Екологічна експертиза технологій вирощування сільськогосподарських культур. Методичні рекомендації / [Н.А. Макаренко, В.І. Бондар, В.В. Макаренко та ін.] ; за ред. Н.А. Макаренко, В.В. Макаренко. – К. : ТОВ «ДІА», 2008. – 84 с.

18. Фурдичко О.І. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище / О.І. Фурдичко, В.П. Славов, А.П. Войцицький. – К. : Основа, 2008. – 356 с.