



УДК 631. 46:582.28

## ПОРІВНЯННЯ МІКРОФЛОРИ ҐРУНТІВ м. ЛЬВОВА

**Д. Чорна, Г. Яворська**

*Львівський національний університет імені Івана Франка  
вул. Грушевського, 4, Львів 79005, Україна  
e-mail: DXLexx@yandex.ru*

Вивчення складу мікрофлори ґрунтів має важливе значення для оцінки мікробіологічних процесів в урбоземах, впливу ксенобіотиків на екосистему міста і контролю за санітарним станом середовища існування жителів міста. Вперше проведено порівняльну характеристику чисельності основних фізіологічних груп мікроорганізмів урболандшафтних ґрунтів м. Львова, досліджено фізико-хімічні показники урбоземів та основні санітарно-мікробіологічні показники. Отримані результати свідчать, що урбоземи м. Львова не можуть повністю виконувати своїх екологічних функцій, оскільки відзначено порушення їхньої стабільності та високий ступінь забрудненості важкими металами, а визначені загальна чисельність мікроорганізмів і санітарно-мікробіологічні показники свідчать про порушення природного складу та високий рівень фекального забруднення, що може становити небезпеку для населення міста.

**Ключові слова:** мікрофлора ґрунту, урбоземи, чисельність мікроорганізмів.

За останні 50 років розвиток людської цивілізації набув урбанізованого характеру [1], що має низку специфічних рис. У процесі урбанізації формується природно-міська система, що складається з фрагментів природних екосистем, промислових зон, транспортних магістралей та ін. Вона характеризується створенням нових типів штучних систем у результаті деградації, знищення або заміщення природного середовища [13]. Але як частина біосфери дана система має ті самі компоненти, провідне місце серед яких займають ґрунти.

Урбаноландшафтні ґрунти, як і природні, формуються та існують під впливом таких факторів ґрунтоутворення, як клімат, рельєф, материнські породи, рослинний і тваринний світ, час. Однак визначальним є антропогенний чинник, який впливає на ґрунт прямо або опосередковано, змінюючи природні фактори ґрунтоутворення. Особливості дії антропогенного фактора визначаються типом господарського використання та історією розвитку території. У результаті формуються специфічні типи ґрунтів, виділені в окремий тип – урбоземи, які мають змінені фізико-хімічні параметри і, як наслідок, змінений біокомпонент [9]. Особливості якісного та

кількісного складу мікрофлори у ґрунтах міст досі вивчалися тільки з точки зору наявності в них санітарно-показових мікроорганізмів. Ґрунтові мікроорганізми становлять значну частину будь-якої біогеосистеми. Вони мають високу чутливість до антропогенного впливу і в умовах міста їхній склад змінюється. Тому їх використовують як індикатори забруднення навколишнього середовища.

Дослідження асоціацій мікроорганізмів урбоземів є актуальним питанням урбоекотології та санітарної мікробіології, оскільки при правильному трактуванні такі результати можуть бути функціональною ознакою змін в екосистемі міст.

Метою роботи було проаналізувати і порівняти мікробіологічні та фізико-хімічні показники в урбоземах функціональних зон міста Львова.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Спираючись на загальноприйняте зонування міст як структури, а також на карту урбоземів м. Львова, розроблену кафедрою ґрунтознавства ЛНУ імені Івана Франка [7, 8], були вибрані 10 найхарактерніших точок для дослідження. Вибрані точки мали різне антропогенне навантаження на ґрунти.

Контроль (точка № 3): лісовий масив – Брюховицький ліс розташований за 5 км від м. Львова. У ландшафтному плані Брюховицький ліс розташований на пагорбах Давидівської гряди (інша назва – Розточчя) і має дерново-підзолисті та сірі лісові ґрунти.

Рекреаційна зона (точки № 7, 10): точка № 7 – Парк Погулянка як місцевість і природо-заповідний лісопарк у Личаківському районі Львова. Парк Погулянка розташований у південно-східній частині міста між вулицями Погулянка, Зелена та Пасічна. Погулянка лежить у межах піднесеної ландшафтної формації, званої Давидівська гряда. На її території бере початок невелика річка Пасіка. Лісопарк Погулянка став природоохоронним рекреаційним об'єктом у 1940 р. на базі грабово-букового лісу. Нині лісопарк входить до складу природно-заповідного фонду України і має природно-антропогенний сірий лісовий ґрунт. Точка № 10 – Стрийський парк – один із найстаріших і найкрасивіших парків Львова, пам'ятник садово-паркового мистецтва національного значення. Основу планування становить глибока долина, якою протікав струмок Сорока. У Стрийському парку є понад 200 видів дерев та інших рослин, оранжерея, альпінарій, платанова і липова алеї. Ґрунти – природні, поховані потужним насипом.

Селітебна зона (точки № 4, 5): точка № 4 – Сихівський масив – найбільший житловий масив Львова, розташований у південно-східній частині міста, в межах ландшафтної формації Львівське плато (Опілля). Ґрунт – запечатаний і перемішаний урбозем. Точка № 5: вул. Аральська – житлова забудова в центрі міста, що налічує більше 80 років. Ґрунт – антропогенно змінений старий урбозем із верхнім насипним горизонтом.

Транспортна зона (точки № 6, 8, 9): точка № 9 – Головний залізничний вокзал – збудований понад 100 років тому, крупний транспортний вузол. Ґрунти – перемішані урбоземи. Точка № 8: пр. Чорновола, в районі станції Підзамче. Ґрунти – насипні урбоземи. Точка № 6: вул. Пасічна, АЗС. Ґрунт – перемішаний урбозем.

Промислова зона (точки № 1, 2): давній промисловий район м. Львова, розвиткові якого сприяли близькість до залізничної станції Підзамче і менша земельна рента, тому що ця територія до 1931 р. не входила в межі міста. У другій

половині ХХ ст. район формувався як осередок легкої та харчової промисловості. Тут діяли шкірокомбінат, лакофарбовий і газовий заводи, великий хлібокомбінат, маслозавод, м'ясокомбінат, кондитерська фабрика, холодильний, пивоварний, лікєро-горілчаний заводи, а також скляні підприємства, розташування яких пояснювалося наявністю піску [13]. Серед підприємств металообробної промисловості виділявся інструментальний завод. Ґрунт – щєбенистий технозем, короткопрофільний урбозем. *Точка № 1:* Район АС2 (вул. Кукурудзяна) і *точка № 2:* вул. Богдана Хмельницького (ВАТ „Львівський дослідний нафтомаслозавод”).

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>. Зразок ґрунту відбирали з глибини 10–15 см, дотримуючись умов стерильності (відбирали стерильним ножем/лопаткою у стерильні пакети/бюкси з відповідним маркуванням). Ґрунт досліджували в наступні 3–6 годин.

Для аналізу мікрофлори готували ґрунтову суспензію [4, 6, 10].

Для визначення чисельності мікроорганізмів використовували методи загального підрахунку мікроорганізмів [2, 3, 5, 12]. Мікроорганізми виділяли за фізіологічними групами: амілолітичні, олігонітрофіли й азотфіксатори, целюлозоруйнуючі, сапрофіти; екологічні групи: автохтонні мікроорганізми і ґрунтові мікрOMICети; спорові мікроорганізми і бактерії групи кишкової палички.

Проби ґрунтової суспензії висівали методом глибинного посіву на селективні середовища: Ендо, Чапека, Гетчинсона, Ешбі, крохмально-аміачне, нітритне та МПА. Стерилізацію середовищ проводили в автоклаві при одній атмосфері протягом 20 хв. Для визначення спорових мікроорганізмів пастеризовану суспензію (при +80°C протягом 5 хв) висівали на МПА [3, 5].

Визначали ряд фізико-хімічних показників: вологість, рН, загальна кількість карбону, вміст деяких важких металів (Cu, Zn, Co, Pb, Cd).

Визначення вологості проводили за різницею мас. Для цього зразок ґрунту зважували, поміщали в сушильну шафу і висушували до стану повітряно-сухого ґрунту, після чого повторно зважували.

Аналізи з визначення рН та загальної кількості карбону в ґрунті здійснила ґрунтово-агрохімічна лабораторія Миколаївського державного аграрного університету.

Визначення рН водної витяжки проводили за стандартним методом [11].

Загальну кількість органічної речовини визначали за методом Тюріна в модифікації [4, 10].

Вміст рухомих форм важких металів (Cu, Zn, Co, Pb, Cd) у ґрунті визначали у проектно-технологічному центрі родючості ґрунтів та якості продукції методом виділення ацетатно-амонійним буферним розчином з рН 4,8 [10].

Вираховували основні статистичні показники за безпосередніми кількісними даними, використовуючи програму Microsoft Excel.

## РЕЗУЛЬТАТИ І ЇХНЕ ОБГОВОРЕННЯ

Природні ґрунти міста Львова представлені дерново-підзолистими ґрунтами на давньоалювіальних і водно-льодовикових відкладах, сірими ґрунтами переважно на лесоподібних відкладах, чорноземами, торфовими ґрунтами й урбоземами [8]. Співвідношення площ, які займають ці ґрунти, представлені в табл. 1.

Як видно з табл. 1, найбільшу площу в місті займають урбоземи та рекультивовані ґрунти. У результаті аналізу їхнього стану з'ясовано, що природний ґрунтовий покрив на більшій частині території Львова зруйнований. Він зберігся лише невеликими острівками в міських парках, скверах і лісопарках. Урбоземи розрізняються за характером формування (насіпні, перемішані), за вмістом гумусу, за ступенем порушення профілю, за кількістю і складом включень (бетон, скло, токсичні відходи) тощо.

Таблиця 1. Співвідношення площ ґрунтів міста Львова (дані кафедри ґрунтознавства ЛНУ імені Івана Франка)

Table 1. Correlation of Lviv soils areas (Land knowledge department of Ivan Franko National University of Lviv)

| Назва ґрунту  | Співвідношення площ, % |
|---|------------------------|
| 1. Дерново-прихованопідзолисті і слабопідзолисті  | 7,53                   |
| 2. Дерново-слабопідзолисті в поєднанні з виходами порід і змито-розмитими ґрунтами ярів і балок | 0,54                   |
| 3. Сірі лісові  | 15,28                  |
| 4. Темно-сірі опідзолені  | 0,72                   |
| 5. Чорноземи опідзолені на лесоподібних відкладах   | 5,30                   |
| 6. Лучні, чорноземно-лучні та лучні карбонатні  | 3,82                   |
| 7. Низинні торфовища  | 5,90                   |
| 8. Урбоземи в поєднанні з рекультивованими ґрунтами з насипним гумусовим горизонтом             | 60,91                  |

Характеристика урболандшафтних ґрунтів згідно з функціональними зонами міста наведена в табл. 2, результати якої свідчать, що для більшості ґрунтів Львова характерна відсутність генетичних горизонтів і наявність різноманітних за забарвленням та потужністю шарів штучного походження, підвищена щільність. Ґрунти забруднені будівельним сміттям, викидами промислових об'єктів і автотранспорту, а також різноманітними токсичними ксенобіотиками. До 30–40% площі житлових забудованих зон складають запечатані ґрунти (екраноземи), у промислових зонах переважають хімічно забруднені індустріземи, навколо АЗС формуються перемішані ґрунти, а в районах новобудов – ґрунтоподібні тіла – реплантоземи.

При дослідженні урбоземів із 10 вибраних точок визначали такі фізико-хімічні показники: вологість, рН водного екстракту, вміст карбону та концентрацію важких металів (Cu, Zn, Co, Pb, Cd). Отримані дані наведені у табл. 3. Отримані результати фізико-хімічних показників урбоземів м. Львова дають різні дані в різних досліджених точках про рівень органічної речовини, рН ґрунту і вміст важких металів (ВМ). Істотно відрізняються показники у контрольному зразку ґрунту з Брюховицького лісу (точка № 3), які за всіма параметрами залишаються в характерних для природної місцевості інтервалах показників від інших досліджених місць. Найбільший вміст органічної речовини спостерігаємо в урбоземах пр. Чорновола (точка № 6), Стрийського парку (точка № 10) та АЗС, що на вул. Пасічній (точка № 8). Урбоземи цих дослідних точок представлені перемішаними штучними субстратами з насип-

ним чорноземним верхнім шаром. Найменший вміст карбону спостерігається в точці промислової зони (точка № 1), де урбозем був представлений індустріземом, що майже наполовину складався з будівельного сміття (щебінь, пісок, скло та ін.). Така ж картина спостерігалася у ґрунтах новобудов Сихівського масиву (точка № 4), які теж містили досить високий відсоток нехарактерних складових.

**Таблиця 2. Характеристика урболандшафтних ґрунтів м. Львова**  
**Table 2. Characteristics of Lviv urbollandscape soils**

| Зона міста  | № точки | Характеристика урбозему                     |
|-------------|---------|---|
| Контроль    | № 3     | Дерново-підзолистий природний ґрунт         |
| Промислова  | № 1     | Щебенистий технозем                         |
|             | № 2     | Короткопрофільний урбозем із насипним шаром |
| Селітебна   | № 4     | Реплантозем, екранозем                      |
|             | № 5     | Урбозем з верхнім насипним горизонтом       |
| Транспортна | № 6     | Насипний                                    |
|             | № 8     | Насипний перемішаний                        |
|             | № 9     | Насипний перемішаний                        |
| Рекреаційна | № 7     | Сірий лісовий                               |
|             | № 10    | Природні, поховані, насипні                 |

Середнє значення вмісту Карбону в урболандшафтних ґрунтах м. Львова з 9 точок (без контролю) становить приблизно 2,5%, що значно менше від природного фонового вмісту в зональних ґрунтах, які характерні для даного регіону, де вміст варіює від 4 до 6 у горизонті  $A_1$ .

Рівень кислотності природних ґрунтів м. Львова коливається від 4,5 до 6,5 [8]. Однак встановлене середнє значення рН водного екстракту становило приблизно 7,54. Найвищий рівень кислотності спостерігався у ґрунтовому покриві пр. Чорновола (точка № 6) і становив більше 8, що значно перевищує фонову норму. Найменший показник рН водного витягу був визначений у ґрунтах лісопарку Погулянка (точка № 7), що є типовим для сірих лісових ґрунтів.

Однією з найінформативніших індикаторних ознак, що характеризують глибокі функціональні порушення урбоземів, є забруднення ґрунтів важкими металами. Більша їхня частина закріплюється у ґрунтово-поглинаючому комплексі верхнього шару профілю (до 5 см). Вважається, що у значних кількостях трапляються Pb, Zn та Cu, особливо у штучностворених шарах [5, 10].

При дослідженні вмісту важких металів у ґрунтах м. Львова майже в усіх точках спостерігали перевищення ГДК Плюмбуму. Найбільший вміст Pb, що перевищував норми в 4 рази, відзначено у пробі ґрунту зі Стрийського парку (точка № 10). Таке високе значення цього показника можна пояснити розташуванням даного об'єкта рекреаційної зони в центрі міста, оточеного рядом автошляхів із високим яром, а також особливостями рельєфу – парк лежить на схилі пагорба, ландшафт

якого забезпечує постійне спрямоване перенесення повітря з автошляхів до низу львівської котловини. Привертає увагу також показник перевищення ГДК Рв у ґрунті лісопарку Погулянка (точка № 7). На нашу думку, це можна пояснити високим рівнем рекреаційного навантаження на об'єкт, а також наявністю автомобільних доріг.

Таблиця 3. Фізико-хімічні властивості урбоземів м. Львова  
Table 3. Physical and chemical characteristics of Lviv urbolands

| № точки             | Вологість (%) | Вміст карбону (%) | рН водного витягу | Вміст металу, мг/кг* |        |      |       |      |       |
|---------------------|---------------|-------------------|-------------------|----------------------|--------|------|-------|------|-------|
|                     |               |                   |                   | Cu                   | Zn     | Co   | Pb    | Cd   | Zc**  |
| № 1                 | 76            | 0,59              | 6,96              | 7,98                 | 320,50 | 2,60 | 2,21  | 0,17 | 333,5 |
| № 2                 | 82            | 2,62              | 7,90              | 1,68                 | 60,11  | 1,03 | 7,71  | 0,24 | 70,8  |
| № 3 (контроль)      | 86            | 1,86              | 6,24              | 1,04                 | 7,45   | 0,17 | 4,55  | 0,23 | 13,4  |
| № 4                 | 79            | 1,40              | 8,05              | 3,84                 | 79,96  | 0,23 | 11,86 | 0,44 | 96,3  |
| № 5                 | 94            | 2,91              | 7,98              | 1,75                 | 32,87  | 1,53 | 10,34 | 0,57 | 47,1  |
| № 6                 | 89            | 4,69              | 8,26              | 2,07                 | 32,74  | 2,43 | 8,00  | 0,33 | 45,6  |
| № 7                 | 74            | 2,52              | 5,71              | 1,32                 | 10,49  | 0,70 | 13,24 | 0,16 | 25,9  |
| № 8                 | 93            | 3,12              | 7,56              | 2,37                 | 15,42  | 0,67 | 8,28  | 0,28 | 27,0  |
| № 9                 | 86            | 1,48              | 7,88              | 3,71                 | 342,0  | 0,77 | 12,14 | 0,35 | 359,0 |
| № 10                | 78            | 3,19              | 7,58              | 1,38                 | 85,91  | 0,13 | 24,82 | 0,14 | 112,4 |
| Середнє значення*** | –             | 2,50              | 7,54              | 2,90                 | 108,90 | 1,21 | 10,95 | 0,29 | 124,2 |
| ГДК                 |               |                   |                   | 3,00                 | 23,00  | 5,00 | 6,00  | 0,70 | 37,00 |

Примітки: \* – водорозчинні форми важких металів;

\*\* – значення сумарного показника концентрації важких металів, мг/кг;

\*\*\* – середнє значення з 9 точок, крім контролю (точка № 3);

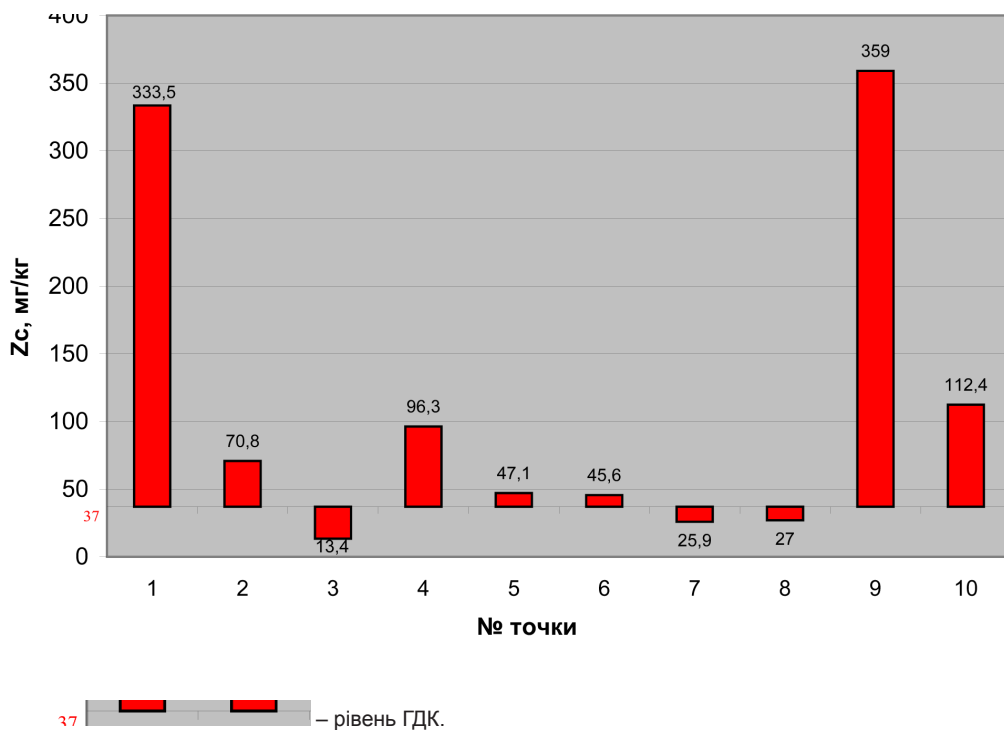
■ – перевищення ГДК.

Найбільший вміст Купруму спостерігали на вул. Кукурудзяній (точка № 1), що належить до промислової зони, так само, як і Цинку (перевищення ГДК в 14 разів). Однак найбільший вміст Цинку, показник якого перевищує ГДК майже у 15 разів, виявлено в урбоземах головного вокзалу.

Рівень Cd та Co в урбоземах м. Львова не перевищував гранично допустимої концентрації.

Порівняння показників середнього значення вмісту Cd, Co та Cu у ґрунтах м. Львова показало, що вони лежать у межах ГДК, однак концентрація Рв і Zn значно перевищує допустиму норму: Плюмбум майже в 1,5, тоді як Цинк у 5 разів.

На основі сумарного показника концентрації важких металів (Zc) було побудовано діаграму, що яскраво характеризує стан урбаноландшафтних ґрунтів м. Львова щодо хімічного забруднення. Як видно з рис. 1, найвища концентрація металів спостерігається у пробі ґрунту з транспортної зони головного вокзалу (точка № 9) – перевищення ГДК в 10 разів. Ґрунти з показниками такого рівня належать до групи надзвичайно небезпечних. До цієї ж групи урбоземів, виходячи з показника Zc, входить індустрізем із промислової зони на вул. Кукурудзяна (точка № 1), в якому відзначено перевищення ГДК у 9 разів. До групи помірно небезпечних ґрунтів міста належать урбоземи Стрийського парку (точка № 10), Сихівського масиву (точка № 4) та промислової зони нафтопереробного заводу (точка № 2), вміст важких металів у яких перевищував ГДК в 4, 3 та 2 рази відповідно. До групи умовно чистих належать урбоземи селітебної зони з вул. Аральської (точка № 5) та транспортної зони з пр. Чорновола (точка № 6). Групою чистих урбоземів можна вважати ґрунти контролю (точка № 3), парку Погулянка (точка № 7) та АЗС з вул. Пасічної (точка № 8).



**Рис. 1.** Вміст важких металів у ґрунтах м. Львова  
**Fig. 1.** Content of heavy metals in soils of Lviv city

Отже, підсумовуючи отримані дані, можна стверджувати, що за фізико-хімічними показниками природними ґрунтами м. Львова є: дерново-підзолисті, сірі ґрунти та чорноземи, які характеризуються високим вмістом органічної речовини (4–6%) і низькими значеннями рН (4,5–6,5). Однак більше 60% площі міста на даний час займають урбоземи, які характеризуються нижчим вмістом Карбону (1–3%) та вищими значеннями рН (7–8).



Для дослідження мікрофлори ґрунтів м. Львова висівали розведені зразки ґрунту на селективні середовища і підраховували колонії мікроорганізмів з перерахунком на 1 г повітряно-сухого ґрунту. Отримані дані представлені в табл. 4.

Таблиця 4. Характеристика мікрофлори урбоземів м. Львова  
Table 4. Characteristic of Lviv urbolands microflora

| № Точки<br>Групи                  | Кількість мікроорганізмів в 1 г повітряно-сухого ґрунту, $\times 10^4$ |                |                |                |                 |                |                |                 |                |                |       |
|-----------------------------------|--|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-------|
|                                   | №1   | №2             | №3             | №4             | №5              | №6             | №7             | №8              | №9             | №10            | M*    |
| Сапрофіти                         | 30,9 $\pm$ 4,1   | 45,7 $\pm$ 5,6 | 16,3 $\pm$ 2,3 | 8,4 $\pm$ 1,7  | 58,8 $\pm$ 11,2 | 136 $\pm$ 24,2 | 36,5 $\pm$ 4,8 | 89,5 $\pm$ 12,9 | 17,7 $\pm$ 2,6 | 37,9 $\pm$ 4,3 | 51,2  |
| % спор                            | 16,5   | 19,0           | 77,3           | 60,7           | 54,1            | 25,3           | 50,7           | 3,5             | 3,0            | 11,3           | 27,1  |
| Автохтонні                        | 0,2 $\pm$ 0,1  | 2,1 $\pm$ 1,1  | 27,6 $\pm$ 2,4 | 1,3 $\pm$ 1,2  | 37,2 $\pm$ 6,8  | 4,6 $\pm$ 2,1  | 11,1 $\pm$ 2,5 | 1,4 $\pm$ 0,7   | 0,9 $\pm$ 0,6  | 13,8 $\pm$ 1,3 | 8,1   |
| Мікроміцети                       | 19,2 $\pm$ 3,6   | 61,7 $\pm$ 8,1 | 58,8 $\pm$ 8,9 | 42,5 $\pm$ 5,9 | 59,6 $\pm$ 7,3  | 51,3 $\pm$ 4,9 | 21,1 $\pm$ 4,2 | 48,7 $\pm$ 5,7  | 11,2 $\pm$ 1,3 | 12,4 $\pm$ 1,2 | 36,4  |
| Олігонітрофіли<br>й азотфіксатори | 16,2 $\pm$ 2,4   | 54,7 $\pm$ 6,8 | 31,3 $\pm$ 3,3 | 19,1 $\pm$ 2,6 | 45,0 $\pm$ 6,1  | 38,5 $\pm$ 6,9 | 58,0 $\pm$ 4,9 | 62,7 $\pm$ 9,4  | 17,8 $\pm$ 3,2 | 11,1 $\pm$ 2,7 | 35,9  |
| Целюлозо-<br>руйнуючі             | 29,5 $\pm$ 2,2   | 8,6 $\pm$ 4,7  | 5,0 $\pm$ 1,1  | 28,7 $\pm$ 0,9 | 15,9 $\pm$ 1,4  | 3,1 $\pm$ 1,6  | 3,8 $\pm$ 1,3  | 17,2 $\pm$ 2,9  | 4,7 $\pm$ 3,5  | 31,3 $\pm$ 9,1 | 15,8  |
| Амілолітичні                      | 31,5 $\pm$ 4,5   | 24,8 $\pm$ 3,2 | 8,8 $\pm$ 0,8  | 30,6 $\pm$ 3,3 | 35,1 $\pm$ 4,8  | 28,4 $\pm$ 4,5 | 23,4 $\pm$ 3,4 | 27,9 $\pm$ 4,6  | 27,2 $\pm$ 2,1 | 24,6 $\pm$ 2,8 | 28,2  |
| $\Sigma$                          | 144,0  | 216,6          | 225,1          | 191,3          | 305,7           | 287,2          | 204,6          | 250,9           | 82,5           | 142,4          | 205,0 |

Примітки: \* середня кількість мікроорганізмів без врахування контролю;

 – контроль.

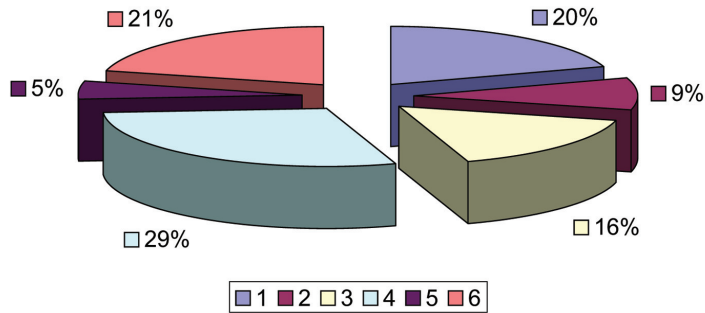
Виходячи зі сумарної кількості досліджених груп мікроорганізмів, можна відзначити, що найбільший показник спостерігався у точках № 5, № 6 та № 8 ( $305,7 \times 10^4$ ,  $287,2 \times 10^4$  та  $250,9 \times 10^4$  КУО/г ґрунту відповідно), перша з яких належить до старого житлового району, а останні дві до транспортної зони. Найменшу чисельність мікрофлори зареєстрували у зразку ґрунту з точки № 9, яка розташована у транспортній зоні, та № 1 – в індустріальній зоні ( $82,5 \times 10^4$  та  $144 \times 10^4$  КУО/г ґрунту відповідно).

Отримані дані за середньою кількістю мікроорганізмів фізіологічних груп (рис. 2) вказують на домінування сапрофітної групи (29%) в урбаноландшафтних ґрунтах м. Львова, а також на широку розповсюдженість олігонітрофілів, азотфіксаторів і мікроміцетів. Переважання сапрофітної мікрофлори є характерним для більшості ґрунтів, оскільки вони найбільш пристосовані до розкладання різного роду органічних речовин. Такі показники свідчать про наявність легкодоступної органіки. Порівняно високу розповсюдженість олігонітрофілів і азотфіксаторів можна пояснити промивним типом ґрунтоутворення, при якому більшість сполук Нітрогену вимивається з ґрунту.

Розглядаючи залежність кількості сапрофітів від вмісту органічної речовини, можна припустити, що відсоток Карбону відображає не кількість гумусу в ґрунтоподібному субстраті, а відсоток органічної речовини, наявної у верхньому шарі, що підтверджується і кореляцією цих показників, яка дорівнює  $+0,84$ .

У меншій кількості спостерігали групи амілолітичних і целюлозоруйнівних мікроорганізмів. Погано розвинена автохтонна мікрофлора, яка включає мікроорганізми, що мінералізують гумусові речовини. У досліджуваних ґрунтах відзначено порівняно низький показник чисельності цих мікроорганізмів, що вказує на незрілість ґрунту і несформованість гумусового шару.





**Рис. 2.** Середня кількість мікроорганізмів різних фізіологічних груп у ґрунтах м. Львова: 1 – сапрофітів; 2 – автохтонної мікрофлори; 3 – мікроміцетів; 4 – олігонітрофілів і азотфіксаторів; 5 – целюлозоруйнівних; 6 – амілолітичних

**Fig. 2.** Average quantity of different physiological groups of microorganisms in Lviv soils: 1 – saprophytes; 2 – autochthonic microflora; 3 – micromycetes; 4 – oligonitrophyles and nitrogen fixating; 5 – cellulose decomposing; 6 – amyolyting microorganisms

Під час дослідження впливу рН на мікрофлору урбоземів можна сказати, що оптимум для більшості груп коливався в діапазоні між 7,1 та 7,8. Простежується прямо пропорційна залежність між рівнем рН і кількістю амілолітичних мікроорганізмів: при підвищенні значення рН у бік лужного середовища чисельність амілолітичних мікроорганізмів збільшується. Рівень кореляції – +0,6.

Отже, аналізуючи вміст важких металів, сумарний показник концентрації важких металів (Zс) і чисельність певних груп мікроорганізмів, можна виділити такі залежності:

1. Купрум пригнічував розвиток автохтонної мікрофлори та олігонітрофілів (кореляція:  $-0,5$ ), але сприяв зростанню чисельності целюлозоруйнівних і амілолітичних мікроорганізмів (кореляція:  $+0,5$ ).
2. Високі концентрації Zn впливали як лімітуючий фактор на спорові форми сапрофітних мікроорганізмів, автохтонну мікрофлору, олігонітрофілів і мікроміцетів (кореляція:  $-0,5$ ,  $-0,6$ ,  $-0,62$  та  $-0,65$  відповідно).
3. Вміст Co та Cd у всіх точках не перевищував фонового і суттєво не впливав на чисельність мікроорганізмів.
4. Pb помітно впливав на загальну чисельність усіх досліджених груп мікроорганізмів, яка проявлялась у зменшенні загальної кількості ґрунтової мікрофлори при перевищенні ГДК металу. Особливо негативно висока концентрація свинцю впливала на чисельність мікроміцетів (кореляція:  $-0,5$ ).
5. Виходячи зі значення сумарного показника вмісту важких металів (Zс), можна зробити висновок, що перевищення концентрації металів веде до пригнічення усіх досліджених груп мікроорганізмів і, зокрема, групи спорових бактерій, автохтонної мікрофлори, олігонітрофілів і мікроміцетів (кореляція:  $-0,5$ ,  $-0,6$ ,  $-0,64$  та  $-0,67$  відповідно).

Як санітарно-мікробіологічні показники для встановлення фекального забруднення та забруднення ґрунтів органікою визначали індекс бактерій групи кишкової палички (індекс БГКП) та відсоток спороутворювальних мікроорганізмів серед сапрофітів. Досліджені показники представлені в табл. 5.

Таблиця 5. Санітарно-мікробіологічні показники у ґрунтах м. Львова  
Table 5. Sanitary microbiological indexes in Lviv soils

| Групи                | Точки   |          |          |         |           |          |          |           |          |          |       | M* |
|----------------------|---|----------|----------|---------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|-------|----|
|                      | Кількість мікроорганізмів в 1 г повітрянно-сухого ґрунту, $\times 10^4$ |          |          |         |           |          |          |           |          |          |       |    |
|                      | №1  | №2       | №3       | №4      | №5        | №6       | №7       | №8        | №9       | №10      |       |    |
| Сапрофіти (ЗЧС)      | 30,9±4,1  | 45,7±5,6 | 16,3±2,3 | 8,4±1,7 | 58,8±11,2 | 136±24,2 | 36,5±4,8 | 89,5±12,9 | 17,7±2,6 | 37,9±4,3 | 51,2  |    |
| Спороутворюючі форми | 5,1±0,7   | 8,7±1,1  | 12,6±1,7 | 5,1±0,6 | 31,8±3,9  | 34,4±4,2 | 18,5±1,7 | 3,1±0,7   | 0,5±0,1  | 4,3±0,2  | 12,4  |    |
| Спори (% від ЗЧС)    | 16,5  | 19,0     | 77,3     | 60,7    | 54,1      | 25,3     | 50,7     | 3,5       | 3,0      | 11,3     | 27,1  |    |
| ЗМЧ (без сапрофітів) | 113,1   | 170,9    | 208,8    | 182,9   | 246,9     | 151,2    | 168,1    | 161,4     | 64,8     | 194,5    | 151,5 |    |
| Індекс БГКП**        | 230±0,8   | 300±0,8  | 1        | 560±1,3 | 900±1,8   | 520±1,5  | 20±0,2   | 280±0,7   | 880±1,5  | 700±1,1  | 488   |    |

Примітки: \* – середнє значення кількості мікроорганізмів без врахування контролю;

\*\* - без множника  $\times 10^4$ ;

■ – контроль.

Виходячи з даних, одержаних при порівнянні показників загальної чисельності сапрофітів (ЗЧС) та загальної чисельності мікроорганізмів (ЗМЧ), можна стверджувати, що урбоземи м. Львова є порівняно чистими, оскільки сапрофітна частина мікрофлори не перевищує 40–50%.

При цьому середня кількість спороутворювальних мікроорганізмів становить  $12,4 \times 10^4$  КУО/г ґрунту, тобто 27,1% від загальної чисельності сапрофітів (ЗЧС). Даний показник свідчить про незначне забруднення ґрунтів органічною речовиною і про активізацію процесів самоочищення. Високий відсоток спороутворювальних мікроорганізмів вказує на стабільність органо-мінерального комплексу ґрунту і є характерним для сформованих природних ґрунтів. Такими виявилися ґрунти з точок № 3, № 4, № 5, № 7. Найменший відсоток зафіксовано в точках № 8, № 9, № 10, які, очевидно, містять багато органічних речовин.

Іншим загальноприйнятим санітарно-мікробіологічним показником, який показує ступінь фекального забруднення ґрунту, є індекс БГКП. Середнє значення даного показника у ґрунтах з 9 досліджених точок становить 488, що свідчить про значне забруднення урбоземів м. Львова. Найбільше значення індексу БГКП спостерігається в точках № 5, № 9 та № 10 (зона у старій частині міста, зона головного вокзалу та парково-рекреаційна зона Стрийського парку). Індекс БГКП не перевищує гранично допустимого рівня тільки в точках № 3 (контроль) та № 7 (парк Погулянка).

Цікава залежність спостерігається між індексом БГКП та рН водного екстракту ґрунту. При збільшенні рН збільшується індекс БГКП. Пояснити це явище можна фізіологічною потребою бактерій групи кишкової палички у нейтрально-лужному середовищі, яке є сприятливим для їхнього розвитку. У даному випадку рН нижче 6,8 може мати бактеріостатичний ефект для даних мікроорганізмів у ґрунті. Кореляція між рН водного екстракту і БГКП становить +0,76.

Отже, за санітарно-мікробіологічними показниками урбаноландшафтні ґрунти м. Львова можна вважати фекально забрудненими і небезпечними. Значно перевищують встановлені норми показники у транспортній зоні міста (АЗС та головний вокзал) і в рекреаційній зоні Стрийського парку, що викликає занепокоєння.

## ВИСНОВОК

Показано, що урбоземи м. Львова характеризуються низькими значеннями вмісту Карбону (1–3%) та високими рН (7–8), на відміну від природних ґрунтів, для яких характерними є високі значення вмісту органічної речовини (4–6%) і низькі значення рН (4,5–6,5). Серед досліджених груп мікроорганізмів відзначено домінування сапрофітів (29%), дещо менше олігонітрофілів та мікроміцетів (21 та 20% відповідно), найменше амілолітичних і целюлозоруйнівних. Таке домінування сапрофітів позитивно корелює із вмістом органічної речовини. Погано розвинена автотонна мікрофлора, що вказує на несформованість гумусового горизонту. На несформованість ґрунту вказує і визначена середня кількість спороутворювальних мікроорганізмів, яка становить 27,1% від загальної чисельності сапрофітів, що також свідчить про незначне забруднення ґрунтів органікою. Оскільки саме високий відсоток спороутворювальних мікроорганізмів вказує на стабільність органо-мінерального комплексу ґрунту і є характерним для сформованих природних ґрунтів.

При аналізі вмісту важких металів та їхнього впливу на мікрофлору досліджених ґрунтів виявлено, що перевищення концентрації металів веде до пригнічення всіх досліджених груп мікроорганізмів.

За санітарно-мікробіологічними показниками ґрунти м. Львова можна вважати забрудненими і небезпечними, оскільки індекс БГКП значно перевищує встановлені норми майже в усіх досліджених ділянках.

1. <http://www.un.org/esa/population/publications/WUP2005/2005wup.htm>
2. *Векірчик К. М. Практикум з мікробіології*. Київ: Либідь, 2001. 74 с.
3. *Бабаєва І. П., Агре Н. С. Практическое руководство по биологии почв*. Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1971. 139 с.
4. *Методи аналізу ґрунтів і рослин* / За ред. *Булигіна С. Ю., Балюка С. А.* та ін. Харків, 1999. 157 с.
5. *Мікробіологія ґрунтів: Посібник до лабораторно-практичних занять* / За ред. *Д. Г. Тихоненка*. Харків: Харк. нац. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва, 2002. 137 с.
6. *Мірзак О. В.* Досвід дослідження ґрунтів великих промислових центрів степової зони України (на прикладі м. Дніпропетровська). *Ґрунтознавство*, 2001; 1(1–2): 87–92.
7. *Гантимуrow І. І., Баширова Ф. Н. Научные основы изучения почвенных условий в городах*. Новосибирск: Редакционно-издательский отдел Сибирского отделения АН СССР, 1974.
8. *Картографування ґрунтового покриття* / За ред. *С. П. Позняка*. Львів: Видавн. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2003. 500 с.
9. *Почва, город, екологія* / Под ред. *Г. В. Добровольского*. Москва: Фонд „За экономическую грамотность”, 1997. 320 с.
10. *Практикум по агрохимии: Учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп.* / Под ред. акад. *РАСХН В. Г. Минеева*. Москва: Изд-во МГУ, 2001. 689 с.
11. *Саєт Ю. Е., Ревич Б. А.* Эколого-геохимические подходы к разработке критериев нормативов оценки состояния городской среды. *Изв. АН СССР. Сер. география*, 1988; 4: 37–46.
12. *Сеги Й. Методы почвенной микробиологии* / Пер с венг. *И. Ф. Куренного*. Под ред. и с предисл. *Г. С. Муромцева*. Москва: Колос, 1983. 296 с.
13. *Кучерявий В. А. Урбоэкологические основы фитомелиорации*. Часть I. Урбоэкология. Москва: МПО „Информация”, 1991.

## СРАВНЕНИЕ МИКРОФЛОРЫ УРБОЗЕМНЫХ ГРУНТОВ г. ЛЬВОВА

**Д. Чорная, Г. Яворская**

*Львовский национальный университет имени Ивана Франко  
ул. Грушевского 4, Львов 79005, Украина  
e-mail: DXLexx@yandex.ru*

Изучение состава микрофлоры грунтов имеет важное значение для оценки микробиологических процессов в урбоземах, влияния ксенобиотиков на экосистему города и контроля за санитарным состоянием среды обитания жителей. Впервые проведена сравнительная характеристика численности главных физиологических групп микроорганизмов урболандшафтных грунтов г. Львова, исследованы физико-химические показатели урбоземов и основные санитарно-микробиологические показатели. Полученные результаты свидетельствуют, что урбоземы г. Львова не могут в полной мере выполнять свои экологические функции, поскольку отмечено нарушение стабильности и высокий уровень загрязнения тяжелыми металлами, а общая численность и санитарно-микробиологические показатели подтверждают нарушения естественного состояния и высокий уровень фекального загрязнения, что может быть угрозой для населения города.

**Ключевые слова:** микрофлора грунтов, урбоземы, численность микроорганизмов.

## COMPARISON OF MICROFLORA OF LVIV URBOLAND SOILS

**D. Chorna, G. Yavorska**

*Ivan Franko National University of Lviv, 4, Hrushevskiy St., Lviv 79005, Ukraine  
e-mail: DXLexx@yandex.ru*

Study of soil microflora composition is important for estimation of microbiological processes in the urbolands, as well as xenobiotics influence towards city ecosystem and control up sanitary state of environment of city inhabitant's existence. Comparative characteristics of quantity of main physiological microorganisms groups in Lviv urbolandshaft soils was conducted. Physical and chemical indices of urbolands and main sanitary microbiological indices are presented. Obtained data proved that Lviv urbolands can't fully carry out their ecological functions because of disturbed stability and high degree of heavy metal pollution. Total quantity and sanitary microbiological indices indicate natural composition infringement and high level of fecal pollution that might be dangerous for city population.

**Key words:** soil microflora, urbolands, microorganisms quantity.

Одержано: 13.09.2010