

*Грина ШПАКІВСЬКА*

## **ОЦІНКА СТІЙКОСТІ УГРУПОВАНЬ ҐРУНТОВИХ МІКРООРГАНІЗМІВ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ ЛЬВОВА**

*Повідомлено про стійкість угруповань мікроорганізмів у ґрунтах зелених насаджень за величиною коефіцієнта мікробного дихання. Використана синекологічна шкала стійкості мікробного угруповання ґрунту. Показано, що за величиною мікробного дихання можна оцінити ступінь антропогенного впливу на угруповання ґрунтових мікроорганізмів.*

Ґрунт — один із головних компонентів середовища зелених насаджень у містах. Основною вимогою до ґрунту в системах урбофітоценозів є забезпечення оптимальних умов для росту рослин. Виконання ґрунтом екологічних функцій залежить від активності функціонування комплексу ґрунтових мікроорганізмів. При достатньому забезпеченні міських ґрунтів основними елементами живлення, лімітуючими факторами ґрунтової родючості та функціонування її мікробіологічної складової треба віднести високі значення рН (7,0 і більше), переущільнення і забруднення важкими металами, вуглеводнями та іншими токсичними речовинами.

Використання мікробіологічних показників, які відбивають загальний стан середовища, є особливо важливим для ґрунтів урбоекосистем з їх широкою амплітудою фізико-хімічних параметрів. Відносна стійкість мікробних угруповань і водночас їхня висока чутливість до змін параметрів довкілля дає можливість охарактеризувати стан ґрунтового середовища.

Для оцінки впливу різних поллютантів на функціонування угруповань ґрунтових мікроорганізмів у лабораторних експериментах використовують високі концентрації токсичних речовин, щоб проілюструвати, як звичайно, їх негативний вплив. У природних умовах завдання полягає у тому щоб оцінити стан мікробного блоку за умов довготривалого впливу різних доз широкого спектру поллютантів, встановити провідний та другорядні підпорядковані чинники, виявити, що відбувається при тому з мікробним ценозом і за якими показниками можна простежити зміни в його функціонуванні та відпорність до несприятливих факторів.

За останні 5 років запропоновано нові показники оцінювання стійкості функціонування комплексу ґрунтових мікроорганізмів. Це відношення швидкості дихання мікроорганізмів ( $V_{\text{basal}}$ ) до їхньої біомаси ( $B$ ) або відношення  $V_{\text{basal}}$  до швидкості субстрат-індукованого дихання ( $V_{\text{sir}}$ ). У першому випадку показник отримав назву метаболічного коефіцієнта

—  $q\text{CO}_2$  ( $V$  basal/ $B$ ), а в другому — коефіцієнта мікробного дихання —  $Q_r$  ( $V$  basal/ $V$  sir). Ці показники є достатньо чутливими та адекватними індикаторами різних перетурбацій у ґрунтовій системі [1, 2, 4]. Було показано, що значення  $q\text{CO}_2$  зростає зі збільшенням вмісту важких металів [6]. Коефіцієнт мікробного дихання є індикатором процесів самоочищення ґрунту [7], за величиною  $Q_r$  можна кількісно оцінити вплив органічних поллютантів на угруповання ґрунтових мікроорганізмів і його стійкість [1].

Оскільки запропоновані коефіцієнти  $q\text{CO}_2$  і  $Q_r$  близькі за своїм фізіологічним змістом, використання  $Q_r$  більш доцільно, бо процедура його визначення стандартна, не потребує трудомісткого визначення біомаси ґрунтових мікроорганізмів і дає можливість зіставляти результати, отримані різними авторами.

Ця наукова розвідка має на меті оцінювання впливу міського середовища на коефіцієнт мікробного дихання ґрунтів парків та скверів м. Львова і дати характеристику стійкості ґрунтових мікробних ценозів.

Зразки ґрунтів під зеленими насадженнями п'яти парків міста Львова (лісопарк Погулянка, Парк „Високий Замок”, сквер „На Валах”, Парк ім. Івана Франка, бульвар Свободи) відбирали з глибини 0—10 см у 5-кратній повторності, просіювали через сито з діаметром отворів 3 мм, переносили у пластикові пакети для збереження польової вологості та використовували для проведення аналізів не пізніше, ніж через 24 год після відбору.

Субстрат-індуковане дихання ( $V_{\text{sir}}$ ): пробу ґрунту вносили у флакон із щільним корком, додавали концентровану глюкозо-мінеральну суміш (КГМС, мг/мл: глюкоза — 200,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  — 20,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  — 20) для створення концентрації глюкози 10 мг/г ґрунту. Після додавання КГМС флакони закривали, фіксували час і переносили в термостат для інкубації при температурі 25°C. Через 4 години визначали кількість  $\text{CO}_2$  ґрунту абсорбційним методом із використанням 1,0 н розчину КОН. Швидкість субстрат-індукованого дихання мікроорганізмів виражали в мкг  $\text{C-CO}_2$  г год<sup>-1</sup>.

Базальне дихання ( $V$  basal): процедура підготовки ґрунтового зразка й аналізу газової фази аналогічна визначенню  $V$  sir, але замість КГМС використовували аліквотну частину води, а термін інкубації збільшували до 24 год. Швидкість базального дихання ґрунтових мікроорганізмів виражали в мкг  $\text{C-CO}_2$  г год<sup>-1</sup>.

Коефіцієнт мікробного дихання ( $Q_r$ ) розраховували як відношення  $V$  basal до  $V$  sir.

Усі вимірювання проводили у триразовій повторності.

Ґрунтовий покрив лісопарку „Погулянка”, створеного на місці грабово-букового лісу, представлений сірими лісовими ґрунтами (за класифікацією ФАО—ЮНЕСКО — Humic Luvisols). Ґрунти під усіма іншими зеленими насадженнями є насипними, що дає підставу віднести їх до штучних урбаноземів (Urbic Anthrosols) [3], що сформувалися під впливом міського середовища. У зв'язку з цим функціонування ґрунтового комплексу мікроорганізмів досліджували на контрольному для міста об'єкті (лісопарк „Погулянка”) і порівнювали із штучно створеними насипними ґрунтами зелених насаджень центральної частини міста, маючи на меті оцінювання ступеня порушення стійкості комплексів ґрунтових

мікроорганізмів і можливостей ґрунтів цих зелених насаджень виконувати екологічні функції. Ґрунти п'яти досліджуваних ценозів суттєво відрізнялися за рослинним покриттям, вмістом органічного вуглецю, валових форм N, P, K, величиною актуальної кислотності, проте всі вони легкосуглинкові за гранулометричним складом (табл. 1).

Таблиця 1

Характеристика ґрунтів зелених насаджень м. Львова

Назва об'єкту	Рослинність	Польова вологість, %	рН водне	C <sub>орг.</sub> , %	Валові форми, %		
					N	P	K
Лісопарк „Погулянка”	буково-грабовий ліс	27	4,7	2,3	0,03	0,13	0,24
Парк „Високий Замок”	штучні насадження: клен, каштан	13	7,1	1,9	0,07	0,06	0,12
Парк ім. Ів. Франка	штучні насадження: клен, ясен	35	7,2	1,7	0,13	0,22	0,10
Сквер „На Валах”	штучні насадження: каштан	26	7,5	1,7	0,40	0,31	0,09
Бульвар Свободи	штучні насадження: багаторічні трави	33	7,9	1,7	0,09	0,14	0,11

Середні значення коефіцієнта мікробного дихання (контрольної та інших ділянок) відрізнялись між собою, що може бути свідченням різної стійкості мікробних комплексів цих ґрунтів (табл. 2). Найнижчі значення Q<sub>r</sub> спостерігалися у ґрунтах лісопарку „Погулянка” та Парку „Високий Замок”. Оскільки значення Q<sub>r</sub> у ґрунтах стійких непорушених ценозів перебуває в інтервалі 0,1—0,3 [1, 2], то найбільш збалансованим ценозом (за рахунок стійкості ґрунтових мікробних угруповань) можна вважати природний лісопарк „Погулянка” з Q<sub>r</sub> 0,26. Насипні ґрунти парків „Високий Замок”, ім. Ів. Франка, скверу „На Валах” та бульвару проспекту Свободи виявились менш стійкими (Q<sub>r</sub> 0,27—0,57). Значення Q<sub>r</sub> 0,27 ґрунту Парку „Високий Замок” також перебуває в інтервалі, властивому для непорушених ценозів, що можна пояснити розміщенням парку на найвищій ділянці (413 м н.р.м.) і, можливо, меншою кількістю нагромадження поллютантів за рахунок віддалення від основних джерел забруднення міського повітря.

Таблиця 2

Метаболічна активність мікрофлори ґрунтів зелених насаджень м. Львова\*

Назва об'єкту	V basal, кг/г за год.	V' basal, %	V sir, мкг/г за год.	V' sir, %	Q <sub>r</sub>	Q' <sub>r</sub>
Лісопарк „Погулянка”	1,00	—	3,90	—	0,25	—
Парк „Високий Замок”	0,88	88	3,25	83	0,27	1,05
Парк ім. Ів. Франка	1,48	148	4,24	109	0,35	0,36
Сквер „На Валах”	1,69	169	3,74	96	0,45	1,77
Проспект Свободи	0,79	79	1,42	36	0,56	2,17

\*Проби відібрані в червні 1997 року

Величина коефіцієнта мікробного дихання зумовлена інтенсивністю як базального, так і субстрат-індукованого дихання. Взаємозв'язок цих двох показників суттєво змінюється при потраплянні поллютантів у ґрунт. Наприклад, під час забруднення ґрунту важкими металами  $V_{\text{basal}}$  може зростати, а активна мікробна біомаса зменшуватися [8]. Ця тенденція у нашому дослідженні помічена в ґрунті у парку ім. Ів. Франка (табл. 2).

Показник  $V_{\text{basal}}$  відображає доступність органічної речовини ґрунту для ґрунтових мікроорганізмів [7], тому за величиною  $V_{\text{basal}}/V_{\text{basal}}$  контроль ( $V'_{\text{basal}}$ ) можна опосередковано оцінити процеси руйнування (детоксикації) поллютантів ґрунтовими мікроорганізмами [1].

Якщо це відношення менше 100 %, то можна припустити, що поллютант пригнічує мікробне угруповання. Висока величина цього співвідношення (понад 100 %) свідчить про інтенсивний розклад поллютантів у ґрунті. У досліджуваних ґрунтах найменша величина  $V_{\text{basal}}$  помічена у ґрунті бульвару на проспекті Свободи (79 %), тобто в цьому випадку маємо найсильніше інгібування мікробіологічної діяльності і процесів мінералізації органічної речовини. У ґрунтах скверу „На Валах” та Парку ім. Ів. Франка спостерігається інтенсивний розклад поллютантів, про що свідчить збільшення швидкості  $V_{\text{basal}}$  на 48 і 69 відсотків відносно контролю (табл. 2).

Показник  $V_{\text{sir}}$  характеризує потенційну активність мікробного угруповання ґрунту [5]. За значеннями  $V_{\text{sir}}$  досліджуваних ґрунтів у відсотках від контрольного варіанту ( $V'_{\text{sir}}$ ) можна отримати відомості щодо зміни активності мікроорганізмів під дією токсичних речовин. Максимальне зниження мікробіологічної активності відмічено для ґрунту бульвару на проспекті Свободи (на 64 %). На інших ділянках суттєвої зміни  $V_{\text{sir}}$  не встановлено.

Показник  $Q_r$  та  $Q_r'$  ( $Q_r/Q_r'$  контроль) дає можливість формально оцінити ступінь порушення стійкості мікробних угруповань. Чим більше значення  $Q_r'$ , тим сильніше виражено порушення стійкості під дією зовнішніх чинників. Знову ж таки, максимальне значення  $Q_r'$  помічено для ґрунту бульвару проспекту Свободи (2,17), нижчі значення  $Q_r'$  для ґрунтів Парку ім. Ів. Франка та скверу „На Валах”. Для ґрунту Парку „Високий Замок” достовірних змін значень  $Q_r'$  не зареєстровано (табл. 2). Слід відзначити, що порушення стійкості мікробних угруповань ґрунту бульвару проспекту Свободи можна вважати середнім ( $Q_r' 1,37$ ), скверу „На Валах” і Парку ім. Ів. Франка — слабким ( $Q_r' 1,4—1,8$ ) згідно із синекологічною шкалою стійкості мікробних угруповань, запропонованою раніше [1].

**Висновки.** Вплив міського середовища на стійкість комплексу ґрунтових мікроорганізмів зелених насаджень м. Львова можна адекватно оцінити через визначення коефіцієнту мікробного дихання. Не зафіксовано суттєвого порушення стійкості комплексу ґрунтових мікроорганізмів під зеленими насадженнями у Парку „Високий Замок”. Істотні зміни функціональних параметрів ( $V'_{\text{sir}}$ ,  $V'_{\text{basal}}$ ,  $Q_r'$ ) зафіксовані в педосистемах скверу „На Валах”, Парку ім. Ів. Франка, бульвару Свободи ( $Q_r$  — 0,35, 0,45 і 0,57 відповідно), що за п'ятибальною синекологічною шкалою відповідає середньому та сильному ступеню порушення стійкості угруповань ґрунтових мікроорганізмів.

Автор висловлює щирю подяку аспіранту Каспрук Олесі за відбір зразків та люб'язно надані матеріали щодо фізико-хімічних властивостей ґрунтів досліджуваних об'єктів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. *Благодатская Е.В., Ананьева Н.Д.* Оценка устойчивости микробных сообществ в процессе разложения поллютантов в почве // Почвоведение. № 11. С. 1341—1346.
2. *Благодатская Е.В., Ананьева Н.Д., Мякина Т.Н.* Характеристика состояния микробного сообщества по величине метаболического коэффициента // Почвоведение. 1995. № 2. С. 205—210.
3. *Строганова М.Н., Мяжкова А.Д., Прокофьева Т.И.* Роль почв в городских экосистемах // Почвоведение. 1997. № 1. С. 96—101.
4. *Anderson T.-H., Domsch K.H.* Determination of ecophysiological maintenance carbon requirements of soil microorganisms in dormant state // Biol. Fertility of Soils. 1985. V. 1. P. 81—89.
5. *Anderson T.-H., Domsch K.H.* Application of ecophysiological quotient (qCO and qD) on microbial biomasses from soils of different cropping histories // Soil Biol. Biochem. 1990. V. 2. №2. P. 251—255.
6. *Flissebach A., Martens R., Reber H.H.* Soil microbial biomass and microbial activity in soil treated with heavy metals contaminated sewage sludge // Soil Biol. Biochem. 1994. V. 26. № 9. P. 1201—1205.
7. *Hund K., Sohenk R.* The microbial respiration quotient as a indicator for bioremediation processes // Chemosphere. 1994. V. 28. № 3. P. 56—67.
8. *Leita I., Nobili M., Muhlbachova G. et al.* Bioavailability and effects of heavy metals on soil microbial survival during laboratory incubations // Biol. Fertil. Soils. 1995. V. 19. № 2—3. P. 103—108.
9. *Wardle D.A., Parkinson D.* Interactions between microclimatic variables and the soil microbial biomass // Biology and Fertility of Soil. 1990. V. 9. P. 273—280.

#### SUMMARY

Iryna SHPAKIVSKA

#### THE ESTIMATION OF MICROBIAL STABILITY IN THE PLANTATION OF LVIV CITY

The microorganisms stability has been estimated with the aid of synecological scale of microbial resistance in soil. The degree of the human-induced effect on the whole microorganism community have been calculated. It has been shown that microbiological activity was affected by pollutants.