

In all cases content of the investigated metals remained within the limits of *гранічно* of possible concentration, that confirmed the fitness of reservoirs for growing of aquatic lives.

Changes of content of Fe, Mn and Cu in rates have seasonal character: the accumulation of metallic ions is observed in a summer period both in overhead and in lower rates.

Content of metallic ions does not exceed *гранічно* of possible concentrations and rate of village of Chervonokosache of the Zaporizhzhya area can be used on our indexes for growing of aquatic lives (crawfishes).

**УДК 631.4: 504.53:330.15(477.64)**

**МІКРОБНІ КОМПЛЕКСИ ТЕХНОГЕННИХ ҐРУНТІВ  
ЯК ПОКАЗНИК ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ БАСЕЙНУ  
РІЧКИ МОКРА МОСКОВКА (ЗАПОРІЗЬКА ОБЛАСТЬ)**

*Н.І. Костюченко*

*Запорізький національний університет  
kostuchenko.zp@mail.ru*

Изучалось влияние техногенных факторов на формирование микробных комплексов в экосистемах посттехногенных и техногенных почв долины р. Мокрая Московка. Установлено, что техногенные нагрузки на почвы сказались на уменьшении в микробоценозах численности органотрофов и микромицетов и увеличении численности микрофлоры рассеивания, что свидетельствует об активизации процессов минерализации и замедлении процессов гумусообразования. Коэффициенты минерализации-иммобилизации, олиготрофности и педотрофности почв техногенных территорий превышали показатели фоновых и посттехногенных почв, что свидетельствует об их неблагоприятном экологическом состоянии.

*Микрофлора, микробные комплексы, техногенные почвы, аммонификаторы, олиготрофы, олигонитрофилы, микромицеты*

Техногенні ґрунти кар'єрів являють собою одну з найпоширеніших і найбільш екологічно небезпечних категорій антропогенних ґрунтів [1]. Кар'єрний спосіб

розробки родовищ корисних копалин призводить до масштабних негативних впливів на природні біогеоценози (зміна гідрології, місцевого клімату, геохімічних потоків, еолове та ерозійне забруднення) [2]. Компоненти викидів гранітних кар'єрів слугують джерелами забруднення ґрунтів і водного середовища сульфатами і токсичними компонентами. При цьому забруднюється як поверхневий стік, так і підземні води в процесі інфільтрації забруднених атмосферних опадів. Але найбільш забрудненими є заболочені ділянки долин річок та днищ балок [3].

Для розуміння процесів, які відбуваються в ґрунті, та сприяння відновленню родючості техногенних ґрунтів необхідно враховувати особливості перебігу мікробіологічних процесів у ґрунті та склад мікробних угруповань, які беруть участь у цих процесах, адже ґрунтові мікроорганізми мають потенційну здатність до саморегуляції і пристосування до змін навколишнього середовища [4–6]. Оцінка таксономічного різноманіття мікробних угруповань ґрунтів, порушених хімічними поллютантами, дозволяє не тільки доволі точно оцінити стійкість мікробоценозу ґрунту, але й визначити кількість поллютантів, які викликають стрес [7].

При великій кількості методів оцінки стану природного середовища, яке зазнає антропогенного впливу, використання показників мікробоценозу ґрунту є одним із методів біоіндикації і дозволяє більш комплексно оцінити антропогенний вплив на ґрунти.

Метою досліджень було вивчення екологічного стану ґрунтового покриву посттехногенних і техногенних ландшафтів басейну річки Мокра Московка, яка є однією з багатьох малих річок Запорізької області.

#### **Умови та методи досліджень**

Досліджувався ґрунт з 2-х ділянок посттехногенного ландшафту поблизу с. Наталівка Вільнянського р-ну Запорізької області (затоплений Наталівський кам'яний кар'єр) і з 2-х ділянок техногенного ландшафту в передмісті Запоріжжя (діючий Мокрянський кам'яний кар'єр № 2, який

відноситься до Янцівського гранітного родовища). Контроль – ґрунт заплави р. Мокра Московка під луговою рослинністю.

Територія ділянка № 1 розташована між річковою долиною і Наталівським кар'єром з ґрунтами близькими до фонових під різнотравно-злаковою рослинністю. Ділянка № 2 знаходиться в межах затопленого Наталівського кар'єру, який є зоною стихійного відпочинку. Ділянка № 3 – територія південного борту діючого Мокрянського гранітного кар'єру № 2, що знаходиться найближче до заплави річки Мокра Московка. Ділянка № 4 – територія північного борту Мокрянського гранітного кар'єру № 2, що знаходиться в зоні впливу піротехнічних заходів.

Для обліку чисельності деяких еколого-трофічних груп мікроорганізмів використовували оптимальні середовища: для амоніфікаторів – м'ясо-пептонний агар (МПА), для бактерій, що утилізують мінеральні сполуки азоту – крохмаль-аміачний агар (КАА), для оліготрофів – ґрунтовий агар (ГА), для олігонітрофілів – голодний агар (ГА); для мікроскопічних грибів використовували середовище Чапека (ЧА). Тривалість культивування – 5–14 діб за температури 28°C. Повторність досліду – п'ятиразова. Чисельність мікроорганізмів, що вирости, виражали у колоніях утворювальних одиницях (КУО) у 1 грамі ґрунту.

Для оцінки активності мікробіологічних процесів, що протікають у досліджуваних ґрунтах, використовували коефіцієнти: мінералізації-імобілізації, який розраховували за співвідношенням кількості мікроорганізмів, що засвоюють мінеральний і органічний азот (КАА/МПА); оліготрофності – за відношенням кількості оліготрофів, що ростуть на бідних середовищах, до сумарної чисельності бактерій на КАА і МПА; педотрофності – за співвідношенням мікроорганізмів, що вирости на ґрунтовому та голодному агарі (ГА/ГА) [4, 8].

Комп'ютерну обробку експериментальних даних проводили з використанням пакету програм Microsoft Excel версії 7.0.

### Результати та їх обговорення

Порівняльний аналіз кількісних характеристик мікробного угруповання ґрунтів техногенних ландшафтів долини р. Мокра Московка показав достовірні відмінності чисельності основних еколого-трофічних груп мікрофлори як від контролю, так і з ґрунтом посттехногенних ландшафтів.

Аналіз співвідношення еколого-трофічних груп бактерій – органотрофів, що утилізують органічні сполуки азоту (на МПА) та евтрофів, що утилізують мінеральні сполуки азоту (на КАА) свідчить, що чисельність амоніфікаторів у контрольних зразках перевищувала в 1,8–3,6 рази показники посттехногенних територій і в 2,5–8,4 рази з ділянок техногенних територій. Проте, чисельність бактерій, що утилізують органічні форми азоту, у ґрунтах посттехногенних і техногенних ландшафтів, навпаки, перевищувала в 1,25–2,1 і 3,8–5,5 рази відповідно показники контрольних зразків (табл. 1).

У посттехногенних і техногенних ґрунтах встановлено зростання порівняно з показниками фонових ґрунтів чисельності оліготрофів та олігонітрофілів, що належать до мікрофлори розсіювання. Так, кількість оліготрофів, що виділялись на ґрунтовому агарі (ГА), закономірно зростала в ґрунтах техногенних територій і була максимальною в зразках ділянки № 4 (північний борт Мокрянського кар'єру) і перевищувала в 4,5–5,6 рази контрольні показники. Така сама закономірність спостерігалась для показників чисельності олігонітрофілів (на ГА): максимальна кількість бактерій реєструвалась у зразках ділянки № 4, яка на порядок перевищувала як показники фонових, так і посттехногенних ґрунтів.

Таблиця 1 – Загальна чисельність мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп у досліджуваних ґрунтах

Table 1 – Total number of microorganisms major ecological and trophic groups in the soils

Варіанти	Чисельність мікроорганізмів, КУО/г ґрунту					
	Амоніфікатори, млн.	Мікроорганізми, що утилізують мінеральний азот (на КАА)		Оліготрофи, млн.	Олігонітрофіли, млн.	Гриби, тис. (на ЧА)
		бактерії, млн.	гриби, тис.			
Контроль	4,11 ± 0,22	2,72 ± 0,89	27,66 ± 1,27	2,08 ± 0,14	0,27 ± 0,06	73,33 ± 31,97
Посттехногенні ландшафти (Наталівський гранітний кар'єр)						
Ділянка № 1	2,24 ± 0,6	4,81 ± 1,89	12,11 ± 2,12	0,98 ± 0,23	0,21 ± 0,03	88,66 ± 37,70
Ділянка № 2	1,13 ± 0,10*	3,40 ± 0,20	16,12 ± 2,99	2,12 ± 0,22	0,32 ± 0,04	27,66 ± 10,3*
Техногенні ландшафти (Мокрянський гранітний кар'єр № 2)						
Ділянка № 3	1,61 ± 0,47*	8,80 ± 1,13*	Не виявлені	9,46 ± 2,87*	4,01 ± 0,40*	9,77 ± 4,65*
Ділянка № 4	0,49 ± 0,15*	12,58 ± 1,60*	2,04 ± 0,35*	11,71 ± 2,18*	6,31 ± 0,52*	11,05 ± 2,27*

Примітка. \* – відмінності від контролю суттєві при  $P > 0,95$

Нами встановлена тенденція зниження чисельності грибів-мікроміцетів на тлі зростання чисельності бактеріальної мікрофлори і актиноміцетів, що є цілком закономірним явищем для техногенних територій [5]. Так, якщо кількість грибів-мікроміцетів у контрольних зразках становила 35,6 % від загальної кількості мікрофлори, то в техногенних ґрунтах – лише 2,8–7,3 %.

Аналіз активності мікробіологічних процесів досліджуваних ґрунтів показав зростання коефіцієнтів мінералізації-імобілізації на техногенних територіях (табл. 2). Найбільш активно процеси мінералізації протікають у ґрунті ділянок, що найближче розташовані до зони проведення піротехнічних робіт, про що свідчать високі значення коефіцієнтів (25,7).

Таблиця 2 – Мікробіологічні показники досліджуваних ґрунтів

Table 2 – Microbiological parameters of soils

Варіант	Мікробіологічні коефіцієнти		
	мінералізації-імобілізації	оліготрофності	педотрофності
Контроль	0,6	0,14	2,39
Ділянка № 1	2,14	0,19	0,93
Ділянка № 2	3,0	0,47	1,88
Ділянка № 3	5,46	0,91	2,36
Ділянка № 4	25,67	0,89	1,86

На коефіцієнти оліготрофності та педотрофності ґрунту техногенних територій впливає внесення мінеральних елементів гірничих порід, при надходженні яких у ґрунт чисельність педотрофних і оліготрофних мікроорганізмів, та організмів, що асимілюють органічні форми азоту значно зростає, що відбивається відповідно на мікробіологічних коефіцієнтах. Так коефіцієнти оліготрофності, що відбивають ступінь вичерпання в ґрунті доступних для мікроорганізмів поживних речовин, були максимальним для

ґрунтів території Мокрянського кар'єру № 2 і становили 0,89-0,91. Показники коефіцієнтів педотрофності, що характеризують ступінь залучення до кругообігу ґрунтового гумусу та його трансформацію в різних ґрунтах, навпаки мали менші значення порівняно з контролем, окрім ділянки № 3.

Отже, техногенне навантаження на ґрунти долини р. Мокра Московка позначилось на зменшенні чисельності органотрофів, які утилізують органічні сполуки азоту, і зростанні чисельності мікрофлори розсіювання, що свідчить про активізацію процесів мінералізації й уповільнення процесів гумусоутворення.

Отримані результати можуть бути використані при формуванні первинної бази даних для подальшого моніторингу екологічного стану ґрунтів басейну річки Мокра Московка.

#### **ВИСНОВКИ**

1. Встановлено кількісні і якісні відмінності у формуванні мікробних ценозів ґрунтів посттехногенних і техногенних ландшафтів долини р. Мокра Московка, що свідчить про їх незадовільний екологічний стан.

2. Аналіз співвідношення еколого-трофічних груп мікроорганізмів показав, що у фонових ґрунтах чисельність амоніфікаторів перевищувала в 2,5–8,4 рази показники техногенних територій. Чисельність бактерій, що утилізують неорганічні форми азоту, у ґрунтах, що знаходяться в зоні впливу діючого гранітного кар'єру в перевищувала в 3,8–5,5 рази, оліготрофів – у 4,5–5,6, олігонітрофілів у 3,7–30,0 рази показники фонових ґрунтів.

3. Техногенне навантаження на ґрунти позначилось на зменшенні порівняно з фоновими ґрунтами чисельності органотрофів і грибів, і зростанні чисельності мікрофлори розсіювання, що свідчить про активізацію процесів мінералізації й уповільнення процесів гумусоутворення.

**Література:**

1. Абакумов Е.В. Почвообразование в посттехногенных экосистемах карьеров на Северо-Западе Русской равнины / Е.В. Абакумов, Э.И. Гагарина. – СПб: Изд-во С.Петербург. ун-та, 2006. – 208 с.

*Abakumov E.V. Pochvoobrazovanie v posttechnogennykh ekosistemakh karerov na Severo-Zapade Russkoy ravniny / E.V. Abakumov, E.I. Gagarina. – SPb: Izd-vo S.Peterb. un-ta, 2006. – 208 s.*

2. Гаджиев И.М. Генетические и экологические аспекты исследования и классификации почв техногенных ландшафтов / И.М. Гаджиев, В.М. Курачев // Экология и рекультивация техногенных ландшафтов. – Новосибирск, 1992. – С. 48–52.

*Gadzhiev I.M. Geneticheskie i ekologicheskie aspekty issledovaniya i klassifikatsii pochv technogennykh landshaftov / I.M. Gadzhiev, V.M. Kurachev // Ekologiya i rekultivatsiya technogennykh landshaftov. – Novosibirsk, 1992. – S. 48–52.*

3. Бешлей С.В. Оцінка токсичності субстратів відвалів вугільних шахт методом біотестування / С.В. Бешлей, В.І. Баранов, С.П. Ващук // Науковий вісник Нац. лісотехнічного ун-ту України. – 2011. – Вип. 21. – С. 98–102.

*Beshley S.V. Otsinka toksychnosti subtrativ vidvaliv vugilnykh shacht metodom biotestuvannya / S.V. Beshley, V.I. Baranov, S.P. Vaschuk // Naukovyi visnyk Nats. biostekhnichnogo un-tu Ukrainy. – 2011. – Vip. 21. – S. 98–102.*

4. Іутинська Г.О. Резистентність ґрунтових мікроорганізмів до забруднення ґрунтів важкими металами / Г.О. Іутинська, З.В. Петруша // Мікробіологічний журнал. – 1999. – Т.61, № 5. – С 72–77.

*Iutinska G.O. Rezistentnist gruntovich mikroorganizmiv do zabrudneniya gruntiv vazskimi metalami / G.O. Iutinska, Z.V. Petrusha // Mikrobiologichnii zhurnal. – 1999. – T.61, № 5. – S. 72–77.*

5. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження / К.І. Андрійок,



Г.О. Іутинська, А.Ф. Антипчук [та ін.]. – К.: Обереги, 2001. – 240 с.

*Funktsionuvannya mikrobnich tsenoziv gruntu v umovach antropogenного navantazhennya / K.I. Andriuk, G.O. Iutinska, A.F. Antipchuk [et.al.]. – К.: Oberegi, 2001. – 240 s.*

6. Чебанова В.В. Вплив різних систем удобрення на мікробіологічні процеси трансформації азоту в чорноземі типовому на початку та наприкінці вегетації / В.В. Чебанова // *Агрохімія і ґрунтознавство. – 2011. – Вип. 74. – С. 119–122.*

*Chebanova V.V. Vplyv riznych system udobrenia na mikrobiologichni procesi transformacii azota v chernozemi tipovom na pochatku ta naprykintsi vegetatsii / V.V. Chebanova // Agrochimia i gruntoznavstvo. – 2011. – Vypusk 74. – S. 119–122.*

7. Лысак А.В. Микробные комплексы городских почв / А.В. Лысак, Н.Н. Сидоренко, О.Е. Марфенина // *Почвоведение. – 2000. – № 1. – С. 80–85.*

*Lysak A.V. Mikrobnihye komplekсы gorodskikh pochv / A.V. Lysak, N.N. Sidorenko, O.E. Marfenina // Pochvovedenie. – 2000. – №1. –S. 80–85.*

8. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Д.Г. Звягинцев, И.П. Бабьева, И.В. Асеева. – М. : МГУ, 1980. – 224 с.

*Metody pochvennoy mikrobiologii i biokhimii / D.G. Zvyaginцев, I.P. Babjeva, I.V. Aseeva. – M. : MGU, 1980. – 224 s.*

**MICROBIAL COMPLEX OF TECHNOGENIC SOILS AS  
AN INDICATOR OF ENVIRONMENTAL STATE OF  
BASIN MOKRA MOSKOVKA (ZAPORIZHZHIA  
REGION)**

***N.I. Kostyuchenko***

***Zaporizhzhya National University***

***kostuchenko.zp@mail.ru***

Man-made soil pits are one of the most common and most ecologically dangerous categories of anthropogenic soils. In developing the granite quarries occurring harmful substances into

the atmosphere as a result of drilling, blasting performance of mining and transport.

With a large number of evaluation methods of the natural environment under human impact, using indicators mikrobiotsenozu of soil is one bioindication methods and allows more comprehensively assess the human impact on soil.

The aim of research was to study the ecological state of soil under posttehnohennyh and man-made landscapes of the basin Mokra Moskovka (one of the small rivers Zaporozhye region).

It was studied in 2 spots of the landscape near the village Natalivka Vilnyanskiy district of Zaporozhye region (flooded quarry) and 2 spots of landscape in a suburb of Zaporozhye (active stone quarry Mokryanske number 2). Control – ground floodplain Moskovka under wet meadow vegetation.

Analysis of the value of ecological and trophic groups of bacteria showed that the number of background soils ammonifiers exceeded in 2,5–8,4 times the performance of man-made areas. However, the number of bacteria that utilize inorganic forms of nitrogen in soils of anthropogenic areas exceeded in 2,1–5,5 times oligotrophes – in 4,5–5,6, olygonitrophylis in 3,7–30,0 times background rates of soil. It was note the trend decline micromycetes on the background growth of bacterial microorganisms and actinomycetes, which is quite a natural phenomenon of technological areas. So, if the number of micromycetes in control samples was 35,6% of total microflora, the anthropogenic soils had only 2,8–7,3%.

Odds of the mineralization-immobilization, olihotrofes and pedotrofes of soil into changed areas exceeded the indicators of background, which testifies to their unsatisfactory environmental condition. The maximum value of microbiological indicators of soil were for spots that are located closest to the place of work and made fireworks 25,67, 0,86 and 1,86 respectively.

Thus, human impacts on soils of the basin Mokra Moskovka affected the decrease compared with background soil strength organotrofy and fungi, and increase the number of microorganisms dispersion, indicating the activation process of mineralization and slow process soilcreation.