methods for the protection of thorny biogeocenosis, restoration and rational using is an imperative challenge of the forest biogeocenosis. The thorn of biogeocenosis should be added to the Red List of Ukraine.

The necessity to guard thorny biogeocenosis is attributable to being a historical landmark of forming shrub and ravine groupings in the steppe zone.

DOI <https://doi.org/10.26661/2312-2056/2019-24/2-11>

УДК 631.4: 504.53:330.15(477.64–2Zp)

ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ҐРУНТІВ ОСТРОВА ХОРТИЦЯ З РІЗНИМ СТУПЕНЕМ ТРАНСФОРМАЦІЇ

Костюченко Н. І., Терещенко О. О.

Запорізький національний університет

kostuchenko.zp@gmail.com

Вивчався екологічний стан ґрунтів острова Хортиця з різним ступенем трансформації за мікробіологічними показниками. Встановлено, що в ґрунтах посттехногенних і техногенних екосистем знижується порівняно з природним біогеоценозом (балка Широка) чисельність амоніфікаторів і мікроміцетів. У досліджуваних ґрунтах домінували мікроорганізми, що асимілюють мінеральні форми азоту, кількість яких переважала в 1,5–2,6 рази кількість амоніфікаторів, у 2,5–7,0 рази оліготрофів та 4,6–19,4 рази кількість олігонітрофілів. Встановлено, що мікробіологічні коефіцієнти (мінералізації-імобілізації, оліготрофності, педотрофності) ґрунтів техногенних територій перевищували в 1,5–5,5 рази показники фонових і посттехногенних ґрунтів, що свідчить про їх незадовільний екологічний стан.

Мікрофлора, амоніфікатори, оліготрофи, олігонітрофіли, мікромицети, посттехногенні ґрунти, техногенні ґрунти

Острів Хортиця має велике як історико-культурне, так і рекреаційне значення для м. Запоріжжя. На острові Хортиця розташований Національний заповідник «Хортиця», який протягом року відвідують близько 250 тис. осіб. Крім того, на території заповідника – 40 сторонніх землекористувачів та інших власників майна (враховуючі – рекреаційні та навчальні заклади, кінний театр «Запорозькі козаки», театр-лабораторія «Vie», готелі, ресторани тощо). У селищах, що знаходяться на території острова, мешкають понад 1500 осіб [10].

Острів Хортиця з'єднаний з містом трьома мостами, тут проходить кілька великих автошляхів з інтенсивним потоком транспорту, ведеться будівництво ще двох мостів з розширенням магістралі. Через острів проходить також залізнична магістраль з інтенсивним рухом. Крім того, що будівництво автомагістралі порушило природний ландшафт острова, активний рух автотранспорту, зокрема великотоннажного, воно є також джерелом постійного надходження поллютантів, які здійснюють небезпечний вплив на природні ландшафти о. Хортиця.

Характерною особливістю ґрунтів острова Хортиці є розвиток процесів вилугування чорноземів, оглеєювання алювіальних ґрунтів, висока інтенсивність ґрунтово-ерозійних процесів і антропогенна мінливість значної частини ґрунтів. Розвитку ґрунтової ерозії сприяють, такі чинники, як зимове промерзання ґрунтів, режим весняного сніготанення, літні зливові дощі, значна довжина і крутизна схилів, давність сільськогосподарського освоєння території, низька протиерозійна стійкість верхніх горизонтів ґрунтів [3]. Еродовані ґрунти характеризуються зниженою родючістю, змитістю гумусної частини профілю, погіршенням структури й зміною видового складу мікробіоценозів.

Метою даної роботи була оцінка екологічного стану ґрунтів о. Хортиця з різним ступенем трансформації за мікробіологічними показниками.

Матеріали та методи досліджень

Матеріалом досліджень слугували ґрунтові зразки, що відбирались у техногенних та посттехногенних екосистемах о. Хортиця. У якості еталону досліджувався ґрунт природного степового біогеоценозу (схили балки Широка). Зразки відбирали з шарів ґрунту 0–5 см і 5–10 см на 2-х ділянках: ґрунт посттехногенних територій під трав'яною рослинністю на відстані 300 м від траси (ділянка № 1); молоді ґрунти без рослинного покриву з ділянок, прилеглих до автошляхів, де ведеться будівництво мостів через р. Дніпро (ділянка № 2).

Для виділення з ґрунту мікроорганізмів основних екологічних груп використовували загальноприйнятий метод серійних розведень з наступним висівом ґрунтової суспензії на оптимальні щільні поживні середовища [9]. Для культивування

амоніфікаторів використовували 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 бактерій роду *Azotobacter* – середовище Ешбі; для мікроскопічних грибів – середовище Чапека-Докса із сахарозою (ЧА). Метод посіву – глибинний. Тривалість культивування бактерій 3–4 доби, грибів 7–14 діб у термостаті за температури 28°C. Повторність дослідів – п'ятиразова. Чисельність мікроорганізмів, що вирости, виражали в колонієутворювальних одиницях (КУО) у 1 грамі повітряно сухого ґрунту; кількість бактерій роду *Azotobacter* визначали за % обростання ґрунтових грудочок на середовищі Ешбі.

Активність мікробіологічних процесів, що протікають у досліджуваних ґрунтах, визначали за допомогою розрахунку коефіцієнтів: 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 на ґрунтовому агарі до кількості мікроорганізмів, що вирости на м'ясо-пептонному агарі (ГА/МПА).

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

Результати та їх обговорення

Екологічний стан ґрунту характеризують якісні й кількісні зміни, що відбуваються в структурі мікробного ценозу та співвідношення чисельності окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів, які відображають реакцію на дію різних факторів, у тому числі й антропогенних [1].

Аналіз кількісних характеристик мікробного угруповання показав, що загальна чисельність ґрунтових мікроорганізмів змінюється залежно як від ділянки дослідження, так і шару ґрунту. Чисельність бактерій у верхньому (0–5 см) і нижньому (5–10 см) шарах ґрунту природної екосистеми була відповідно 2,34 млн. і 3,71 млн. КУО у 1 г повітряно сухого ґрунту. У ґрунті

посттехногенних територій ці показники становили відповідно 3,32 млн. і 1,15 млн. КУО/г, а в техногенних – 3,38 млн. і 1,3 млн. КУО/г ґрунту. У цілому, слід зазначити, що біогенність ґрунту природної екосистеми (б. Широка) була вищою в шарі ґрунту 5–10 см, тоді як загальна чисельність мікроорганізмів у техногенних і посттехногенних ґрунтах – у верхньому (0–5 см) шарі, що на нашу думку, зумовлено постійним надходженням автотранспортних поллютантів.

Природна екосистема характеризувалась невисокими показниками чисельності амоніфікаторів (0,73–0,91 млн. КУО/г ґрунту) і азотобактера (40–42 % оброслих ґрунтових грудочок), що зумовлено постійним низьким вмістом вологи у верхніх шарах ґрунту (табл. 1). Чисельність амоніфікаторів і мікрофлори, що утилізує азот мінеральних сполук, посттехногенних і техногенних ґрунтів була максимальною у верхньому (0–5 см) шарі ґрунту. Зниження чисельності бактерій вказаних еколого-трофічних груп у шарі ґрунту 5–10 см свідчить про низький вміст органічних сполук і уповільнення процесів мінералізації-імобілізації.

Таблиця 1 – Загальна чисельність мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп у ґрунтах о. Хортиця

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

Шар ґрунту, см	Чисельність мікроорганізмів, КУО/г ґрунту					
	амоніфікатори, млн.	мікроорганізми, що утилізують мінеральний азот (на КАА), млн.	оліготрофи, млн.	олігонітрофіли, млн.	гриби, тис. (на ЧА)	<i>Azotobacter</i> , %
Балка Широка						
0–5	0,73±0,11	1,22±0,45	0,28±0,05	0,11±0,02	10,31±1,08	42,0
5–10	0,91±0,06	2,26±0,51	0,41±0,09	0,13±0,02	8,72±0,82	40,0
Посттехногенні ландшафти						
0–5	1,21±0,25	1,75±0,16	0,25±0,04	0,09±0,01	5,16±0,71*	75,2
5–10	0,29±0,01*	0,54±0,02*	0,22±0,03	0,10±0,03	7,29±0,83	70,1
Техногенні ландшафти						
0–5	0,81±0,16	1,83±0,23	0,60±0,03*	0,14±0,02	1,33±0,16*	42,3
5–10	0,19±0,02*	0,50±0,09*	0,50±0,02	0,11±0,03	3,34±0,11*	62,0

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

Чисельність олігонітрофілів у ґрунті посттехногенних і техногенних територій була на рівні з фоновими ґрунтами, тоді як чисельність оліготрофів у ґрунті ділянки № 2 перевищувала показники посттехногенних територій за ґрунтовим профілем у 2,4 і 2,3 рази відповідно.

У досліджуваних ґрунтах домінували мікроорганізми, що асимілюють мінеральні форми азоту, чисельність яких становила від 38,5 до 60,9 % виділеної бактеріальної мікрофлори і перевищувала в 1,5–2,6 рази кількість органотрофів, у 2,5–7,0 рази кількість оліготрофів та в 4,6–19,4 рази олігонітрофілів.

Зростання чисельності бактерій в слабко забруднених важкими металами ґрунтах є поширеним явищем [4, 11]. Відомо, що низькі дози важких металів можуть стимулювати розвиток мікроорганізмів, адже деякі метали, зокрема Zn і Cu, є кофакторами ферментів, що активізують метаболічні процеси в клітинах бактерій [11]. Низькі концентрації важких металів також можуть посилювати проникність клітинних мембран, що призводить до поліпшення харчування і посилення процесів росту і розмноження. Збільшення чисельності бактерій, особливо тих, які використовують органічні джерела азоту, у ґрунтах транспортних зон можуть грати позитивну екологічну роль, адже ці бактерії здатні активно утилізувати різні вуглеводні, якими забруднені ґрунти поблизу автомагістралей [12].

Нами встановлена тенденція зниження чисельності грибів-мікроміцетів на тлі зростання чисельності бактеріальної мікрофлори й актиноміцетів, що є цілком закономірним явищем для техногенних територій [1]. Чисельність мікроскопічних грибів у фонових ґрунтах перевищувала в 1,2 і 2,0 рази показники посттехногенних та в 2,6 і 7,8 рази техногенних територій.

Працями деяких авторів [2, 7, 8, 13], а також нашими дослідженнями [5, 6], встановлено, що в техногенно-порушених ґрунтах знижується чисельність і біомаса мікроскопічних грибів, а також формуються стійкі до забруднення мікоценози.

Аналіз активності мікробіологічних процесів показав зростання коефіцієнтів оліготрофності та педотрофності в ґрунті техногенних територій. Найбільш активно процеси мінералізації відбуваються в ґрунті ділянок, прилеглих до автошляхів, про що свідчать високі значення коефіцієнтів (табл. 2). Так, коефіцієнти

оліготрофності, що відбивають ступінь вичерпання в ґрунті доступних для мікроорганізмів поживних речовин, були максимальними для ґрунтів техногенних екосистем і становили 0,23 (шар ґрунту 0–5 см) і 0,72 (шар ґрунту 5–10 см).

Показники коефіцієнтів педотрофності, що характеризують ступінь залучення до кругообігу ґрунтового гумусу та його трансформацію в різних ґрунтах, зростали в нижніх шарах (5–10 см) ґрунту посттехногенних і техногенних екосистем і перевищували відповідно в 2,4 і 4,2 рази показники природного біогеоценозу.

Таблиця 2 – Мікробіологічні показники досліджуваних ґрунтів

Table 2 – Microbiological parameters of investigated soils

Варіант	Шар ґрунту, см	Мікробіологічні коефіцієнти		
		мінералізації-імобілізації	оліготрофності	педотрофності
Б. Широка (контроль)	0-5	1,6	0,14	0,15
	5-10	2,5	0,13	0,14
Ділянка № 1	0-5	1,4	0,08	0,07
	5-10	1,9	0,27	0,34
Ділянка № 2	0-5	2,26	0,23	0,18
	5-10	2,63	0,72	0,58

Отже, аналіз активності мікробіологічних процесів у ґрунтах о. Хортиця з різним ступенем техногенного навантаження свідчить про уповільнення процесів гумусоутворення й активізацію процесів мінералізації органічних речовин, що відбивається у зростанні коефіцієнтів мінералізації-імобілізації, оліготрофності та педотрофності. Найбільш активно процеси мінералізації відбуваються в ґрунті ділянок, прилеглих до автошляхів.

Отримані результати можуть бути використані при формуванні первинної бази даних для подальшого моніторингу екологічного стану ґрунтового покриву природних і техногенних ландшафтів о. Хортиця.

Висновки

1. У досліджуваних ґрунтах домінували мікроорганізми, що асимілюють мінеральні форми азоту, чисельність яких переважала в 1,5–2,6 рази кількість органіотрофів, у 2,5–7,0 рази кількість оліготрофів та 4,6–19,4 рази кількість олігонітрофілів.
2. Біогенність молодих ґрунтів була вищою в шарі ґрунту 0–5 см, тоді як у фонових ґрунтах – у шарі ґрунту 5–10 см, що, вочевидь, зумовлено постійним надходженням автотранспортних полютантів.
3. Техногенне навантаження на ґрунти о. Хортиця позначилось на зменшенні, порівняно з природною екосистемою (б. Широка), чисельності мікроскопічних грибів у ґрунтах посттехногенних і техногенних територій відповідно в 1,2 і 2,0 та в 2,6 і 7,8 рази.

Література:

1. Андріюк К. І., Іутинська Г. О., Антипчук А. Ф. [та ін.]. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження. К. : Обереги, 2001. 240 с.
2. Гришко В. М., Коріновська О. М., Бондаренко А. М. Видовий склад та чисельність мікроміцетів у техноземах. Вісник ХНАУ. 2012. Вип. 1(25). С. 70–77.
3. Заповідна Хортиця: Збірник праць співробітників заповідників. Запоріжжя : Дике Поле, 2006. 304 с.
4. Колесников С. И., Евреинова А. В., Казеев К. Ш., Вальков В. Ф. Изменение эколого-биологических свойств чернозема обыкновенного при загрязнении тяжелыми металлами второго класса опасности (Mo, Co, Cr, Ni). Почвоведение, 2009. № 8. С. 1007–1013.
5. Костюченко Н. І., Єрмоленко М. О. Вплив викидів автотранспорту на мікробіологічні показники чорнозему звичайного Запорізького регіону : Сучасні проблеми біології, екології та хімії : зб. II Міжнародної конф. 1–3 жовтня 2010 р. Запоріжжя : ЗГУ, 2010. С. 236–237.
6. Костюченко Н. І., Венедіктова К. С. Особливості формування мікобіоти кореневої зони газонних трав в умовах промислового міста. Актуальні питання біології, екології та хімії: електронне наукове видання. 2016. Т. 11, № 1. С. 82–94.

7. Коріновська О. М., Гришко В. М. Чисельність та біомаса мікроміцетів у техногенно порушених і природних ґрунтах : Біологічний вісник Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького (МДПУ). 2014. № 2. С. 67–82.
8. Марфенина О. Е. Антропогенная экология почвенных грибов. Москва : Медицина для всех, 2005. С. 45–47.
9. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Д. Г. Звягинцев, И. П. Бабьева, И. В. Асеева. Москва : МГУ, 1980. 224 с.
10. Татарінцев С. І. Хортиця, Національний заповідник Хортиця Енциклопедія історії України: / редкол.: В. А. Смолій (голова) та ін. НАН України. Інститут історії України. Київ : Вид-во «Наукова думка», 2013. Т. 10. 688 с. URL: http://www.history.org.ua/?termin=khortytsja_natsionalnyi_zapovidnyk_khortytsja
11. Щелчкова М. В., Стручкова Л. К. Изменение численности почвенных микроорганизмов в условиях моделирования загрязнения мерзлотного чернозёма тяжелыми металлами : Проблемы региональной экологии, 2009. № 2. С. 79–82.
12. Щелчкова М. В., Жерголова М. С. Влияние выбросов автотранспорта на микрофлору мерзлотных лугово-черноземных почв города Якутска : Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15, № 3 (3). С. 1–3.
13. Gadd G. M. Geomycology: biogeochemical transformations of rocks, minerals, metals and radionuclides by fungi, bioweathering and bioremediation : Mycol. Res. 2007. № 111. P. 3–48.

ECOLOGICAL STATE OF SOILS BY THE ISLAND KHORTYTSIA WITH DIFFERENT DEGREES OF TRANSFORMATION

Kostuchenko N. I., Tereshchenko O. O.
Zaporizhzhya national university
kostuchenko.zp@gmail.com

The study aimed to examine the ecological state of the soils of the island Khortytsia with different degrees of transformation by using microbiological indicators.

The research material was taken soil samples in the technogenic and post-technogenic ecosystems of the island Khortytsia. The soil of natural steppe biogeocenosis (slopes girder of the Wide) was studied as a standard. Samples were taken from layers of soil 0–5 cm and 5–10 cm in 2 sections: soil of post-technogenic territories at a distance of 300 m from the highway (section No. 1); young soils from sections adjacent to motorways, where bridges are being constructed across the Dnipro River (section 2).

For the isolation from the soil and cultivation of microorganisms of major ecological-trophic groups used generally accepted methods of serial dilutions with subsequent seeding of soil suspension for optimal dense nutrient media.

Analysis of the quantitative characteristics of the microbial grouping showed that the total number of soil microorganisms varies depending on both the study site and the soil layer. The number of bacteria in the upper (0–5 cm) and lower (5–10 cm) layers of the soil of the natural ecosystem was respectively 2.34 million and 3.71 million CFU per 1 g of soil, in the soil of post-technogenic territories – 3.32 million and 1.15 million CFU, and in technogenic – 3.38 million and 1.3 million CFU in 1 g of soil.

It has been established that in soils of post-technogenic and technogenic ecosystems, decline the number of ammonifiers and micromycetes in comparison with the natural biogeocenosis (g. Wide) and increases the number of the microflora of scattering. In the soils under study was a dominance of microorganisms assimilating the mineral forms nitrogen, the number of which exceeded 1.5–2.6 times the number of organotrophs, 2.5–7.0 times the oligotrophs, and 4.6–19.4 times the oligonitrophils. The biogenicity of young soils was found to be higher in the soil layer 0–5 cm, which was apparently due to the constant flow motor transport pollutants. The number of oligonitrophils in the soil of post-technogenic and technogenic territories was at the level with the background soils, whereas the number of oligotrophs in the soil of technogenic ecosystems exceeded the indices of post-technogenic territories by soil profile in 2.4 and 2.3 times respectively.

It is shown that the microbiological coefficients (mineralization-immobilization, oligotrophes, pedotrophes) of soils of technogenic territories exceeded 1.5–5.5 times the indicators of background and post-technogenic soils, which suggest to their unsatisfactory ecological stat.

DOI <https://doi.org/10.26661/2312-2056/2019-24/2-12>

УДК 504.064 (282.247.326.8)

**ГІДРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА
ЗАПОРІЗЬКОГО ВОДОСХОВИЩА**

**Шарамок Т. С., Федоненко О. В., Курченко В. О.,
Ніколенко Ю. В.**

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
sharamok@i.ua

У роботі надано гідроекологічну оцінку якості води Запорізького водосховища за гідрохімічними та гідробіологічними показниками. Встановлено концентрацію досліджуваних важких металів у воді Самарської затоки та у нижній ділянці Запорізького водосховища. Охарактеризовано видовий склад фітопланктону, виявлено домінантні види, а також простежено зв'язок між гідрохімічними показниками, вмістом важких металів та розвитком фітопланктону Запорізького водосховища. У подальшому планується дослідження інших ділянок Запорізького водосховища.

Важкі метали, фітопланктон, Запорізьке водосховище, гідрохімічні показники

У результаті виробничої діяльності у навколишнє середовище потрапляють техногенні продукти. Особливо змінюється природна прісна вода, оскільки індустріально розвинуті регіони, як правило, розташовані на берегах водосховищ і річок. У таких умовах знаходиться Запорізьке водосховище – внутрішньокаскадне водоймище комплексного призначення з великим антропогенним навантаженням [13].

Ландшафтно-геохімічні перетворення, які відбуваються на його водозбірній площі, зумовлюють виникнення в ньому зон токсичного ризику. Серед пріоритетних токсикантів, стійких у навколишньому середовищі і з кумулятивним ефектом, найбільш небезпечні важкі метали [8].