

УДК Ц 502-504 + П 55 + П 57

DOI <https://doi.org/10.32782/geotech2023.37.06>**Мусич О.Г., Верховцев В.Г., Деміхов Ю.М., Зубко О.В.**

Мусич О.Г., кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України», ORCID: 0000-0003-3874-741X, nad79eva@ukr.net

Верховцев В.Г., доктор геологічних наук, завідувач відділу, Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України», ORCID: 0000-0002-1015-6725, Verkhovtsev@ukr.net

Деміхов Ю.М., кандидат геолого-мінералогічних наук, завідувач лабораторії, Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України», ORCID: 0000-0002-3576-6570, y_demikhov@ukr.net

Зубко О.В., науковий співробітник, Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України», ORCID: 0000-0002-2521-8087, g200709g@yahoo.com

РОЗПОВСЮДЖЕННЯ МІКРОБІОТИ В ҐРУНТОВОМУ ПОКРИВІ НА ТЕРИТОРІЇ УРАНОВИХ ШАХТ СМОЛІНСЬКА ТА НОВОКОСТЯНТИНІВСЬКА В КІРОВОГРАДСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Висвітлено результати дослідження розповсюдження біоти в ґрунтовому покриві уранових шахт Смолінська та Новокостянтинівська в Кіровоградській області. В основу методології досліджень покладено системний підхід, у межах якого використовували загальнонаукові методи (аналіз і синтез даних) – виділення та ідентифікацію біоти. В умовах екологічного моніторингу та зростаючого антропогенного пресу виникає потреба в більш уважному ставленні до навколишнього середовища та вияву нових факторів ризику. На людину, як суб'єкта біосфери, впливають не тільки природні екологічні фактори, але й нові, які створює сама людина і тим самим істотно змінює довкілля. Ця залежність визначає появу різних енвіронментальних співвідношень між усіма біотичними й абіотичними компонентами біосфери. Інтенсивний видобуток руди з експлуатованих родовищ виснажує сировинну базу гірничорудних підприємств, більша частина якої стає відходами, шламом, утворюються терикони. У рамках реабілітації території шахт часто використовують наносний ґрунт, який має свої специфічні риси в умовах зростаючого техногенезу. З'ясовано, що кількість бактерій у всіх зразках ґрунту зменшується через дефіцит органічних речовин і формування несприятливих умов існування. Мікоміцети, як поліфункціональні компоненти ґрунтової біоти, є стрес-толерантами за типом життєвої стратегії, з економним використанням і перерозподілом елементів живлення в наносному ґрунті. На техногенних ґрунтах одними з перших поселенців з'являються представники родів *Mucor sp.*, *Penicillium sp.*, *Alternaria sp.*, *Cladosporium sp.* Виявлені зміни в кількісному та якісному складі мікробіоти в техногенному ґрунті досліджених зразків є базовими для подальшого тривалого моніторингу стану довкілля Кіровоградської області, а також можливостей складання прогнозу щодо токсичної дії промислових викидів на біоту регіону загалом.

Ключові слова: наносний ґрунтовий покрив, мікобіота, мікоміцети, полівалентні форми мікоміцетів, гриби-убіквісти.

Вступ. В умовах екологічного моніторингу та зростаючого антропогенного пресу виникає потреба в більш уважному ставленні до навколишнього середовища та вияву нових факторів ризику. На людину, як суб'єкта біосфери, впливають не тільки природні екологічні фактори, але й нові, які створює сама людина і тим самим істотно змінює довкілля. Ця залежність визначає появу різних енвіронментальних співвідношень між усіма біотичними й абіотичними компонентами біосфери.

Безперервний розвиток гірничо-добувної промисловості в Кіровоградській області більш ніж за 100 років призвів до формування потужної зони техногенезу, яка сьогодні характеризується високим ступенем ураженості верхніх і приповерхневих частин літосфери, біоценозів і ґрунтів у межах гірничопромислового ландшафту [1]. На території уранових шахт Смолінська та Новокостянтинівська ґрунтовий покрив наносний,

строкатий, складається з ґрунтів різного гранулометричного, мінерального складу, можливо, різного типу ґрунтоутворення, у якому переважають крупні уламки кристалічних порід, нагромадження органічної речовини різного типу тощо – характерне фрагментарне ґрунтоутворення з мозаїчним типом профілю. У нових умовах формуються нові екосистеми, більш адаптовані до сучасних екологічних умов [2].

Нами досліджено ґрунтовий покрив на території шахти Смолінська (зразки 1, 2, 3) і шахти Новокостянтинівська (зразки 6, 8 і південно-західніше землевідведення останньої – зразок 5) (рис. 1). Шахти спеціалізуються на видобутку урану, в тому числі Смолінська шахта – шляхом вилюговування через молекулярно-адсорбційний обмін, і газоподібні залишки продуктів вилюговування є забруднювачами довкілля, розповсюджуються в повітрі й осідають на ґрунтовий покрив.

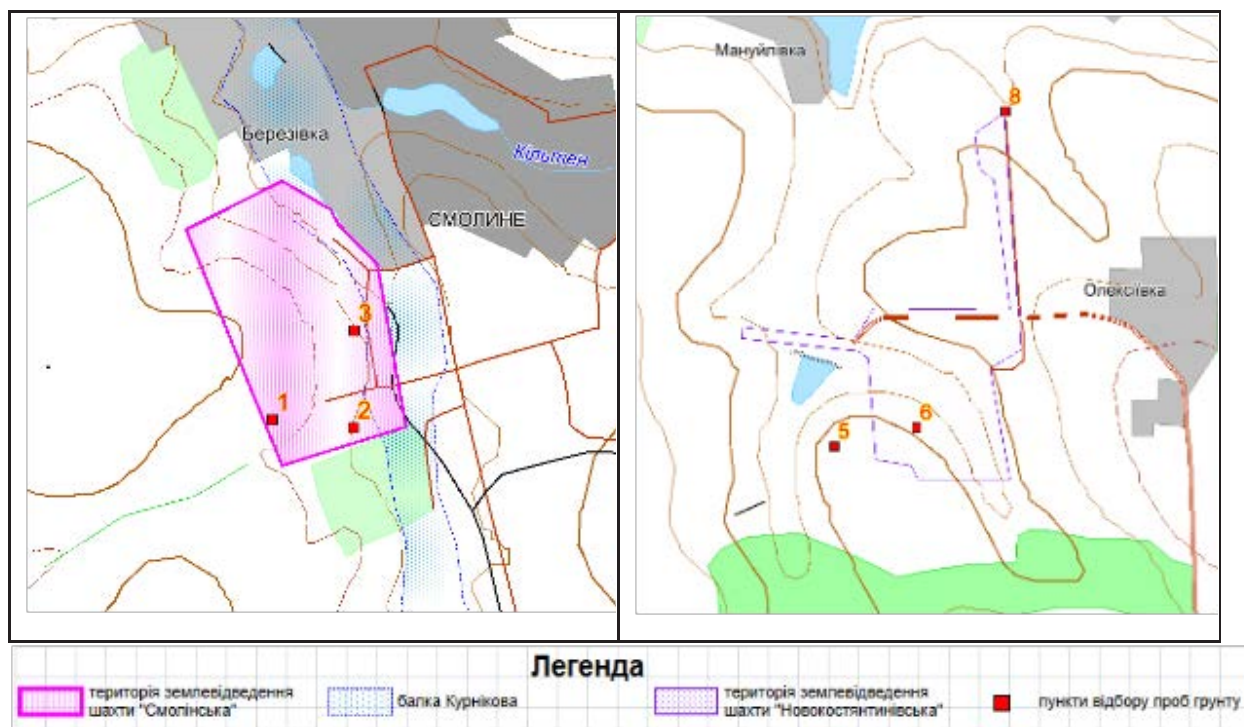


Рис. 1. Розташування місць відбору проб ґрунтів на територіях Смолінської та Новокостянтинівської уранових шахт ДП «СхідГЗК»

Fig. 1. Location of soil sampling sites in the territories of the Smolinsk and Novokostiantynivsk uranium mines of the State Enterprise "ShidGZK"

Мета роботи – визначити кількісний склад мікобіоти в досліджуваних зразках ґрунтового покриву на території шахт *Смолінська* та *Новокостянтинівська* в Кіровоградській області та визначити загальну кількість бактерій і мікоміцетів.

Матеріали і методи. Якість ґрунтового покриву визначали згідно з Національним стандартом України [3], кількісний склад мікобіоти в зразках – методом ґрунтових розведень і подальшим висівом на МПА (для бактерій) та агаризоване середовище Чапека (для грибів). Визначали біомасу грибів за довжиною гіф [4, 5]. Чисельність бактерій обмежена загальною кількістю колоній на чашці, а гриби ідентифікували до роду [6]. Для оцінки екологічного стану мікобіоти ґрунтових зразків враховували частоту трапляння грибних зародків, коефіцієнти Сьоренсена – Чекановського, Шенона – Уївера, індекс Сімпсона та відсоток меланізації їх [7]. Для кожного зразка повторність дослідів трикратна.

За умовно чистий ґрунт використовували зразки, відібрані на території НПП «Голосіївський» і проаналізовані на вміст мікобіоти. Парк розташований у межах Київської височинної області Дністровсько-Дніпровського лісостепового краю (північна частина парку) і Північно-Придніпровської терасово-низовинної області Лівобережно-Дніпровського краю (південна частина парку) лісостепової зони. На природні умови парку впливають фізико-географічні особливості провінції Київського Полісся зони мішаних лісів [8].

Результати та їх обговорення. Багаторічний інтенсивний видобуток руди з експлуатованих родовищ виснажує сировинну базу гірничорудних підприємств. Тільки 2–8 % сировини йде на корисну продукцію, усе інше стає відходами, шламом, утворюються терикони. У рамках реабілітації території біля шахт часто використовують наносний ґрунт. Ґрунт – самостійне природне тіло, у якому виділяють 4 фази:

- тверду (мінеральні часточки, гумус та органічні речовини);
- рідку (ґрунтовий розчин);
- газоподібну (ґрунтове повітря);
- біологічно живу (сукупність усіх живих організмів).

Мікроскопічне населення ґрунту надзвичайно багачисельне та різноманітне: складається з бактерій, грибів, актиноміцетів, мікроскопічних водоростей, протозоа та близьких до цих груп живих істот. Склад і кількість біоти залежать від фізичних і хімічних характеристик ґрунту, забруднення промисловими відходами та ін.

Оскільки ґрунтовий покрив наносний, орієнтовно визначили тип ґрунту та рН згідно з Держстандартом України (табл. 1.)

Відомо [9], що продукти метаболізму біоти, органічні кислоти, гумінові і фульвокислоти, що утворюють тверду та колоїдально-дисперсну фазу, у виникненні окисно-відновного потенціалу ґрунту участі не беруть, але мають буферну дію і є резервуаром

для утворення потенціал-визначальних іонів, тобто в ґрунті існують аеробні умови. Більша частина бактерій і мікоміцети добре переносять підвищений вміст CO₂ в повітрі, але з часом через дефіцит органічних речовин і екологічні фактори чисельність біоти істотно зменшується (табл. 2). Чітко простежується це явище у бактерій – зразки 2, 3 з низьким рН (шахта *Смолінська*) і зразок 6 (забруднений), хоча рН нейтральний (шахта *Новокостянтинівська*). Особливість мікобіоти бактерій найбільш характерно відображає верхній шар ґрунту. Досліджувані зразки наносного ґрунту змішані, але існують загальні критерії підрахунку кількості біомаси, які перебивають локальні відмінності в розповсюдженні мікобіоти. Вважають [9], що переважна більшість бактерій всюдисущі, але це свідчить лише про те, що деякі особини втримують вид або в стані анабіозу, або шляхом локального розмноження, за яким поступово відбувається зменшення популяції.

З іншого боку, поліфункціональним компонентом ґрунтової біоти є група ґрунтових мікоміцетів. За типом життєвої стратегії гриби є стрес-толерантами, олігопатіентами, головними ознаками яких є економне використання та перерозподіл елементів живлення (К-стратегі) [10] у наносному техногенному ґрунті. У нових умовах ця унікальна група евкаріотних гетеротрофних організмів з особливостями метаболізму та життєвих функцій, з високим адаптаційним потенціалом і різноманітністю життєвих форм заселяють нове середовище життя, займаючи відповідну екологічну нішу, часто недоступну для інших організмів. За нашими підрахунками з використанням методу ґрунтових розведень і визначення біомаси і довжини гіф, кількість грибних зародків становить від 45 000 до 650 000 на 1 г ґрунту, а відсотковий вміст грибних спор від загального числа грибних зародків у досліджуваних зразках – від 40 до 55 відсотків.

Надалі нами більш детально вивчалися мікоміцети, оскільки вони характеризуються високою біохімічною активністю, що надає грибам високу конкурентну здатність порівняно з іншою ґрунтовою біотою (табл. 2).

У межах гірничопромислового ландшафту формування нового ґрунтового покриву має свої специфічні риси, будується надзвичайно строкатий ґрунтовий покрив із ґрунтів різного типу ґрунтоутворення, виникають нові ґрунтово-біотичні процеси, утворюється техногенний ґрунт, заселений специфічною конкурентоздатною біотою. Грибні зародки, навіть якщо потрапили стихійно, та їх спори проростають після висіву на благодатне поживне середовище (табл. 2).

Встановлено, що ґрунтові мікоміцети не є єдиною таксономічною групою і представлені різними в систематичному відношенні формами, які входять до деяких екологічних груп, різних за типом живлення та взаємовідношенням з іншими організмами. Вони істотно впливають на процеси, що відбуваються в новому ґрунті, пов'язані з перетворенням ф новоутворенням органічної речовини, специфічних метаболітів.

Виявлена для всіх зразків майже 45–65 % наявність різних форм стерильного міцелію. Це вказує на

Таблиця 1. Аналіз ґрунтового покриву за зразками шахт *Смолінська* та *Новокостянтинівська* в Кіровоградській області
Table 1. Quantitative composition of biota in soil samples of the Smolinsk and Novokostiantynivsk mines in the Kirovohrad region

Зразок ґрунту, №__	Тип ґрунту	рН
1	Чорнозем звичайний	7,5
2	Чорнозем опідзолений	5,0
3	Чорнозем темно-сірий опідзолений	4,0
контроль	Чорнозем типовий	7,5–7,8
5	Чорнозем сірий опідзолений	6,5
6	Чорнозем звичайний, забруднений відходами промислових підприємств	7,0
8	Чорнозем типовий	7,5

Таблиця 2. Кількісний склад біоти в зразках ґрунту з шахт *Смолінська* та *Новокостянтинівська* в Кіровоградській області
Table 2. Quantitative composition of biota in soil samples from the Smolinsk and Novokostiantynivsk mines in the Kirovohrad region

Зразок №__	Кількість бактерій, тис/г	Міцелій	
		біомаса, мг/г	довжина гіф, м/г
1	6,3 · 10 ⁴	0,27 ± 0,05	92,18 ± 1,5
2	1,8 · 10 ⁴	0,30 ± 0,02	76,0 ± 1,7
3	0,2 · 10 ⁴	0,35 ± 0,07	82,10 ± 1,25
5	7,3 · 10 ⁴	0,25 ± 0,08	78,27 ± 1,25
6	4,6 · 10 ⁴	0,30 ± 0,05	90,46 ± 1,5
8	18,0 · 10 ⁴	0,38 ± 0,02	97,27 ± 1,5
контроль	34,0 · 10 ⁴	0,46 ± 0,07	127,5 ± 1,25

наявність специфічних видів із відсутнім спороношенням на типовому середовищі Чапека, яке використовується для характеристики грибного комплексу загалом. Це типові ґрунтові мікоміцети роду *Mucorales* (*Mucor* sp., *Mortierella* sp.). Багато їх у зразках 2 та 3 (шахта *Смолінська*). Імовірно, ці гриби мають низьку потребу в нітрогені, чим і обумовлене їх глибоке розповсюдження у відносно бідному на гумус ґрунті. З іншого боку, вони є компонентом екосистеми й потрібні для вивчення трофічних зв'язків і зміни груп, видів біоти в екосистемі. Також часто зустрічалися швидкоростучі мікоміцети роду *Trichoderma* (48 %). По-перше, низька частота зустрічальності деяких груп грибів (< 10 %) свідчить про те, що вони, можливо, в цьому випадку не відіграють суттєвої ролі серед іншої біоти, по-друге, не менш велика кількість грибів (зразки 8, 3 шахт *Новокостянтинівська*, *Смолінська*) має важливе екологічне значення. Передусім велика групова кількість означає формування різноманітних трофічних ланцюгів (симбіоз, мутуалізм, паразитизм, тощо), що є істотним для розуміння й подальшого вивчення мікобіоти з еколого-фізіологічного погляду (табл. 3).

Так, пеніцилії як домінуючі факультативні анаеоби, потрапляючи в повітря після звичайних умов життя в ґрунті, швидко пристосовуються й освоюють нові екобіоценози, які з'являються внаслідок зростаючого техногенезу. Частота зустрічальності їх коливається від 55 % (зразок 8 шахти *Новокостянтинівська*)

у межах 40,8 % (зразки 1 і 6 шахт *Смолінська* та *Новокосянтинівська* відповідно) до 35 % (зразок 5 шахти *Новокосянтинівська*), а адаптованість до нових умов довкілля надає пеніциліям обмежені можливості до функціонування у швидко змінених компонентах біосфери. Останнє істотно впливає на формування їх метаболізму, макро- і мікрморфологічну структуру, але, на жаль, додає труднощі в ідентифікації виду.

Відомо [11], що ґрунтові мікоміцети перебувають у постійному контакті між собою і з екологічного погляду можна констатувати, що в наносних ґрунтах, сформованих за останні десятиліття, з'явилися перехідні групи мікоміцетів (полівалентні форми), які за певних умов можуть бути і сапрофітами, і паразитами, і симбіонтами (наприклад, гриби роду *Fusarium*).

Встановлено, що в досліджуваних зразках конкуренція між групами мікоміцетів має вигляд нестійкої рівноваги й повністю залежить від щільності популяції роду гриба, але перевагу, безумовно, мають темнозабарвлені гриби (табл. 4).

Підтвердженням цього факту є підвищений відсоток меланізації мікобіоти в ґрунтовому покриві всіх зразків (від 28,5 до 48,3 %), що, на нашу думку, можна пояснити специфікою викиду відходів у повітря, накопиченням їх у ґрунті та, головне, фізіолого-біохімічними особливостями самих грибів.

Найбільша кількість грибних зародків та їх різноманітність відмічена в умовно чистому ґрунті – представники родів *Mucor* sp., *Mortierella* sp., *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp., види *Rhizopus* sp., *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp.

Різноманіття груп мікоміцетів, їх кількість і появу зі специфічними особливими характеристиками ми оцінили за допомогою низки екологічних індексів (табл. 4). Коефіцієнт Шенона (H) враховує в порівняльному аспекті кількість груп колоній різних родів, груп грибів на певній площі та в окремій чашці; індекс Сімпсона (C) – вірогідність кількостей трапляння найчисельніших груп грибів на певній території; індекс Сьоренсена – Чекановського (S) – коефіцієнт подібності, тобто в екосистемах формуються специфічні мікоценози (аноморфні мітоспорові недовершені мікоміцети, які перейшли до самостійного існування) – у забруднених ґрунтах вони мало відмінні, хіба що тільки, імовірно, за видовим складом, порівняно з контролем. З табл. 4 видно, що H змінюється через появу малотипових для цього місцезнаходження груп мікоміцетів, збільшення кількості резистентних, меланінвмісних грибів (зразки 2, 3 – шахта *Смолінська*, зразок 6 – шахта *Новокосянтинівська*), що свідчить про велику кількість темнозабарвлених мікоміцетів, на відміну від середовища,

Таблиця 3. Частота трапляння родів мікоміцетів у зразках наносного ґрунту на території шахт *Смолінська* та *Новокосянтинівська* в Кіровоградській області

Table 3. Frequency of occurrence of mycomycete genera in alluvial soil samples on the territory of the Smolinsk and Novokostiantynivsk mines in the Kirovohrad region

Рід мікоміцета та частота трапляння, %									
Зразок, №	<i>Aspergillus</i>	<i>Alternaria</i> *	<i>Cladosporium</i> *	<i>Fusarium</i>	<i>Mucor</i>	<i>Mortierella</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Trichoderma</i>	<i>Rhizopus</i>
1	5,0	18,0	17,0	5,0	5,0	–	40,8	16,0	–
2	–	40,0	25,0	–	18,0	27,0	5,0	18,0	–
3	–	27,0	18,0	–	40,0	25,0	5,0	10,0	5,0
Контроль	10,0	10,0	6,0	10,0	5,0	8,0	28,0	25,0	–
5	5,0	18,0	17,0	10,0	5,0	8,0	25,0	10,0	–
6	–	22,0	16,0	–	30,0	10,0	40,8	18,0	20,0
8	5,0	15,0	15,0	10,0	12,0	10,0	55,0	15,0	–

Примітка: «–» означає відсутність мікоміцета в зразку, «*» темнозабарвлені, меланінвмісні мікоміцети

Таблиця 4. Еколого-фізіологічні показники мікоміцетів ґрунтового покриву шахт *Смолінська* та *Новокосянтинівська* в Кіровоградській області

Table 4. Ecological and physiological indicators of mycomycetes of the soil cover of the mines of Smolinsk and Novokostiantynivsk mines in the Kirovohrad region

Зразок, №	Коефіцієнт Шенона-Уївера, H	Індекс Сьоренсена-Чекановського, S	% меланізації	Індекс Сімпсона, C
1	2,80	0,23	28,5	0,048
2	3,75	0,12	45,0	0,036
3	3,40	0,16	38,0	0,042
контроль	3,10	0,40	20,0	0,083
5	3,15	0,32	35,0	0,036
6	3,60	0,36	48,3	0,052
8	3,00	0,49	30,0	0,063

малоприспосадованого для життя. Визначення коефіцієнта подібності Сьоренсена – Чекановського показало, що за видовим складом мікоміцети помітно відрізняються за чисельністю в досліджуваних зразках ($S < 0,5$). Вважаємо, що найменш подібними за родовим складом є мікоміцети роду *Penicillium* (морфологія, структура) ($S = 0,12$), а більш подібними ($S = 0,48$) – зразок 8 шахти *Новокосянтинівська*. Стверджувати останнє можна тільки після ідентифікації виду. У техногенних ґрунтах можуть зберігатися декілька домінуючих груп мікоміцетів. У наших дослідженнях домінуючими були представники *Mucorales*, *Penicillium*, *Alternaria* і, відповідно, індекс Сімпсона змінювався від 0,036–0,048–0,063. Одержані нами дані збігаються з даними автора [12]. Більш детальну оцінку різноманітності мікоміцетів, розповсюджених у техногенному ґрунті на території уранових шахт, можна надати тільки після ідентифікації останніх до виду. Індекс S підкреслює заміну одних груп мікоміцетів більш конкурентноздатними, а індекс C констатує, що найкращим середовищем для різноманіття біоти залишається чорнозем. Цікавим є й той факт, що в ґрунтовому покриві на території шахт деякі групи грибів зустрічалися досить часто – *Penicillium* sp., *Alternaria* sp., *Stachybotrys* sp. Це так звані гриби-убіквісти – звичайні для різних екоотопів, характеризуються можливістю утворення консорцій з іншими високоспеціалізованими представниками біоти з вузькою екологічною амплітудою. Крім того, *Alternaria* sp. та *Stachybotrys* sp. – темнозабарвлені мікоміцети, траплялись із частотою до 45 %, і наявність їх свідчить про промислову меланізацію, а представники їх є типовими біоіндикаторами забруднення довкілля.

Висновки. Гриби як унікальна група евкаріотних гетеротрофних організмів завдяки особливостям метаболізму і життєвих функцій мають високий адаптаційний потенціал і різноманітні життєві форми. У глобальних процесах колообігу хімічних елементів через опосередкованість метаболізму виконують важливу роль у регуляції біохімічних і фізіологічних процесів в екосистемі у складі різних асоціацій.

1. За біомасою, різноманітністю і функціональною активністю мікоміцети є важливим компонентом біоти ґрунтових екосистем. На техногенних ґрунтах одними з перших поселенців з'являються представники родів *Mucor* sp., *Penicillium* sp., *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp.

2. Мікоміцети здатні виживати в різних умовах життя й утворювати перехідні, полівалентні форми, які за певних умов можуть бути і сапрофітами, і паразитами, і симбіонтами.

3. Визначення чисельності мікобіоти в наносному ґрунті на території уранових шахт *Смолінська* та *Новокосянтинівська* є базою для подальшого тривалого моніторингу стану довкілля Кіровоградської області та складання прогнозу щодо токсичної дії промислових викидів на біоту загалом.

Література

1. Бровко Ф. М., Юхновський В. О. Техногенні сукцесії на відвальних ландшафтах. Вісник ХНАУ. Лісове господарство. 2010, № 5. С. 181–191.
2. Денисюк Г. І., Задорожня Г. М. Похідні процеси та явища в ландшафтах зон техногенезу. Вінниця, Кривий Ріг, 2013, 230 с.
3. Національний стандарт України. Якість ґрунту. ДСТУ 7845-2015, 42 с.
4. Іутинська Г. О. Ґрунтова мікробіологія : навчальний посібник / Г. О. Іутинська. Київ : Арістей, 2006. 284 с.
5. Методи експериментальної мікології. Довідник / під ред. В. Й. Білай. Київ : Наукова думка, 1982. 550 с.
6. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження / Андрюк К. І., Іутинська Г. О., Антипчук А. Ф. та ін. Київ : Обереги, 2001. 240 с. (Б-ка Держ. фонду фундамент. досліджень).
7. Жданова Н. М. Моніторинг мікоміцетів при визначенні екологічного стану ґрунтів / Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель. Київ : Фітосоціоцентр, 2002. С. 146–152.
8. Вишеньська І. Г., Олексієнко А. В. Енергетичний потенціал ґрунтів широколистяних лісів НПП «Голосіївський». Наук. записки НаУКМА. Біологія і екологія, 2020, т. 3. С. 24–32.
9. Хімія ґрунтів. Основи теорії і практикум : навчальний посібник / А. А. Кирильчук, О. С. Бонішко. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 354 с. + 0,5 вкл.
10. Pianka E.R. On r and K selection // Amer.Naturalist. 1970. 104. P. 592–597.
11. Антоняк Г. Л., Калинець-Мамчур З. І., Дудка І. О., Бабич Н. О., Панас Н. С. Екологія грибів : монографія. Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2013. 628 с.
12. Дудка І. О., Андріанова Т. В., Придюк М. П. Гриби у природних і антропогенних екосистемах / Укр. ботан. журн., 2005, т. 62, № 5, 739–745.

References

1. Brovko, F.M. and Yukhnovs'kyi, V.O. (2010). Tekhnohenni suksesiyyi na vidval'nykh landshaftakh, Visnyk KHNAU, Lisove gospodarstvo, UA, № 5: 181–191.
2. Denysyk, H.I. and Zadorozhnyia, H.M. (2013). Pokhidni protsesy ta yavyshcha v landshaftakh zon tekhnohenezu, Vinnytsya-Kryvyi Rih, UA. 230 p.
3. Natsional'nyy Standart Ukrayiny, Yakist' ґruntu, DSTU7845-2015, UA. 42 p.
4. Iutynska G.O. (2006). Soil microbiology: Study guide / G.O. Iutynska. Kyiv: Aristei. 284 p.
5. Methods of experimental mycology. Handbook / Ed. V.Y. white (1982). Kyiv: Nauk. dumka. 550 p.
6. Functioning of soil microbial coenoses under conditions of anthropogenic load / Andreyuk K.I., Iutynska G.O., Antipchuk A.F. etc. (2001). Kyiv: Oberegy. 240 p. (B-ka of the State Foundation for Research).
7. Zhdanova, N.M. (2002). Monitorynh mikromitsetiv pry vyznachenni ekolohichnoho stanu hruntiv / Ahroekolohichnyy monitorynh ta pasportyzatsiya sil'skohospodars'kykh zemel', Kyiv, UA, Fitosotsiotsentr: 146–152.
8. Vyshens'ka, I.H. and Oleksiyenko, A.V. (2020). Enerhetychnyy potentsial hruntiv shyrokolystyanykh lisiv NPP «Holosiyivs'kyi», Nauk. zapysky NaUKMA, Biolohiya i ekolohiya, UA, t. 3: 24–32.
9. Soil chemistry. Basics of theory and practice: teaching. Guide / A.A. Kyrylchuk, O.S. Bonishko (2011). Lviv: LNU named after Ivan Franko. 354 p. + 0.5 incl.
10. Pianka E.R. On r and K selection // Amer.Naturalist. 1970. 104. P. 592–597.
11. Antonyak, H.L. and Kalynets'-Mamchur, Z.I. and Dudka, I.O. and Babych, N.O. and Panas, N.YE (2013), Ekolohiya hrybiv : monohrifiya, L'viv: LNU im. I.Franka, UA. 628 p.
12. Dudka I.O., Andrianova T.V., Prydyuk M.P. (2005). Mushrooms in natural and anthropogenic ecosystems. / Ukr. botan. zhurn., v. 62, no. 5, 739–745.

DISTRIBUTION OF MYCOBIOTA IN THE GROUND COVER ON THE TERRITORY OF THE SMOLINSKA AND NOVOKOSTYANTYNIIVSKA URANIUM MINES IN THE KIROVOGRAD REGION

Musych O.G., Verkhovtsev V.G., Demikhov Yu.M., Zubko O.V.

Musych O.G., PhD (Biology), Senior Researcher, State institution “The Institute of Environmental Geochemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine”, ORCID: 0000-0003-3874-741X, nad79eva@ukr.net

Verkhovtsev V.G., D. Sc. (Geology), Head of the Department, State institution “The Institute of Environmental Geochemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine”, ORCID: 0000-0002-1015-6725, Verkhovtsev@ukr.net

Demikhov Yu.M., PhD (Geology, Mineralogy), Head of the Laboratory, State institution “The Institute of Environmental Geochemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine”, ORCID: 0000-0002-3576-6570, y_demikhov@ukr.net

Zubko O.V., Researcher, State institution “The Institute of Environmental Geochemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine”, ORCID: 0000-0002-2521-8087, g200709g@yahoo.com

*The results of the study of the distribution of biota in the soil cover of the Smolinsk and Novokostyantynivsk uranium mines in the Kirovohrad region are highlighted. The basis of the research methodology is a systematic approach, within which general scientific methods (data analysis and synthesis) were used – selection and identification of biota. In the conditions of environmental monitoring and growing anthropogenic pressure, there is a need for a more careful attitude to the environment and the detection of new risk factors. Man, as a subject of the biosphere, is influenced not only by natural environmental factors, but also by new ones created by man himself, thereby significantly changing the environment. This dependence determines the emergence of various environmental relations between all biotic and abiotic components of the biosphere. Intensive extraction of ore from exploited deposits depletes the raw material base of mining enterprises, most of which becomes waste, sludge, and pits are formed. As part of the rehabilitation of the mine territory, alluvial soil is often used, which has its own specific features in the conditions of growing technogenesis. It was found that the number of bacteria in all soil samples decreases due to the lack of organic substances and living conditions. Mycomycetes, as multifunctional components of the soil biota, are stress-tolerant according to the type of life strategy with economical use and redistribution of nutrients in sedimentary soil. Representatives of the genera *Mucor* sp., *Penicillium* sp., *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp. are among the first settlers to appear on man-made soils, representatives of the latter are typical bioindicators of environmental pollution. The identified changes in the quantitative and qualitative composition of the mycobiota in the man-made soil of the studied samples are fundamental for further long-term monitoring of the state of the environment of the Kirovohrad region, as well as the possibility of making a forecast regarding the toxic effect of industrial emissions on the biota as a whole.*

Key words: alluvial soil cover, mycobiota, mycomycetes, polyvalent forms of mycomycetes, ubiquitous fungi.