

УДК 669.018.674+582.28+628.516+477.63

**С.В. Олішевська¹, В.О. Захарченко¹, Л.Т. Наконечна¹,
В.Й. Манічев², І.В. Кураєва³**

¹Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України,
вул. Академіка Заболотного, 154, Київ МСП, Д03680, Україна

²Інститут геохімії навколишнього середовища НАН і МНС України,
пр-т Палладіна, 34 а, Київ, 03142, Україна

³Інститут геохімії, мінералогії і рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України, пр-т Палладіна,
34, Київ, 3403142, Україна

ВПЛИВ ІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА МІКОБІОТУ ҐРУНТУ КРИВОРІЗЬКОГО РЕГІОНУ

*Із забруднених іонами важких металів ґрунтів м. Кривий Ріг та його околиць виділено та ідентифіковано 45 видів 28 родів (127 штамів) мікроскопічних грибів, серед яких новим для мікобіоти України є *Murothecium leucotrichum*, рідкісними — *Absidia cylindrospora* і *Gongronella butleri*. У ґрунтах поблизу заводів “Криворіжсталь” і Південного гірничо-збагачувального комбінату домінували *Raecioscypha lilacinus* і *R. tarquandii*, часто траплявся стерильний міцелій, кількість темнозбарвлених видів грибів сягала до 30 %, внаслідок чого екологічна ситуація у м. Кривому Розі оцінена як несприятлива.*

Ключові слова: іони важких металів, ґрунт, мікроскопічні гриби.

Грандіозні об’єми видобутку і переробки гірських порід у Криворізькому залізорудному басейні (м. Кривий Ріг Дніпропетровської обл.) невідворотно викликають запиленість і загазованість повітряного басейну і потрапляння у довкілля іонів важких металів у кількостях, які набагато перевищують гранично допустимі концентрації (ГДК). Щорічно підприємствами міста скидається понад 200 млн м³ недостатньо очищених стічних вод, у яких частка підприємств гірничорудної промисловості складає 85,3 % від загального обсягу забруднених стоків. Найбільший внесок у забруднення атмосфери дають Південний гірничо-збагачувальний комбінат (ПГЗК) — 30,12 % і Криворізький металургійний завод “Криворіжсталь” — 29,49 %, з викидами яких до ґрунту в середньому потрапляє 500–700 мг/кг свинцю (10 ГДК), 1500 мг/кг цинку (15 ГДК) та інших металів [2].

Накопичуючись у ґрунті, іони важких металів негативно впливають на мікроорганізми, в тому числі і мікроскопічні гриби, сільськогосподарські рослини та тварини, а також становлять загрозу здоров’ю людини [1, 4, 6]. Наприклад, у дітей, які проживають поблизу підприємств чорної та кольорової металургії, виявлено високий вміст іонів свинцю у волоссі,

© С.В. Олішевська, В.О. Захарченко, Л.Т. Наконечна, В.Й. Манічев, І.В. Кураєва, 2009

зубах, сечовині тощо. Показано, що накопичення свинцю в організмі дітей суттєво впливає на функціональний стан нервової системи, розумову працездатність тощо. [12].

Для оцінки реальної загрози дії потенційно токсичних хімічних речовин на організм людини і середовище її існування використовують різні види моніторингу, серед яких важливе місце має екологічний – контроль за станом біоти [12]. Зокрема, зміна видового складу мікроскопічних грибів, наявність індикаторних видів на певний тип забруднення, особливо важкими металами, є важливими показниками при оцінці антропогенного навантаження на ґрунтову біоту [6].

Метою нашої роботи було дослідити вплив важких металів на мікобіоту ґрунту поблизу Південного гірничо-збагачувального комбінату та Криворізького металургійного заводу “Криворіжсталь” м. Кривого Рогу Дніпропетровської обл.

Матеріали і методи. Матеріалом дослідження були зразки чорноземних ґрунтів, відібраних у 2006 р. на глибині 5–10 см на відстані 200 м від металургійного заводу “Криворіжсталь” і ПГЗК Дніпропетровської обл., які розташовані один від одного на відстані 5 км; а також зразки ґрунту, відібрані на території м. Жовті Води (50 км на північ від м. Кривого Рогу) та с. Червоне (3 км на північ від м. Кривого Рогу) Дніпропетровської обл., які розташовані на відстані 75 і 73 км від металургійних заводів [7].

Кількість валових і рухомих форм важких металів у ґрунті визначали методом атомної абсорбції на абсорбційному і полум'яно-емісійному двохканальному спектрофотометрі AA – 8500 F (Японія) [10].

Мікроскопічні гриби виділяли користуючись методом ґрунтових розведень [7]. Висів ґрунтової суспензії здійснювали на агаризовані поживні середовища: Чапека (ЧА), картопляно-глюкозне (КГА) та сусло-агар (СА). Повторність дослідів трикратна.

Ідентифікацію мікроміцетів здійснювали за визначниками зарубіжних авторів [13–18].

Для оцінки екологічного стану мікобіоти ґрунту враховували частоту трапляння видів мікроскопічних грибів, коефіцієнт Сьорнсена-Чекановського та індекс меланізації мікобіоти [3, 9].

Результати та їх обговорення. Серед виявлених металів у ґрунтах поблизу заводів “Криворіжсталь” і ПГЗК відмічали найвищий валовий вміст іонів свинцю, який у 3 і 2,5 рази був вищий рівня ГДК відповідно (рис. 1). Вміст валових форм іонів цинку у ґрунті в районі заводу “Криворіжсталь” був значно менший порівняно зі свинцем, але перевищив ГДК у 1,45 рази, а у ґрунтах поблизу ПГЗК майже сягав рівня ГДК (рис. 2). У забруднених ґрунтах вміст іонів міді порівняно з іншими металами був найнижчим в районі заводу “Криворіжсталь” та ПГЗК і становив 61 мг/кг та 25,3 мг/кг відповідно (рис. 3).

Зі збільшенням рівня забруднення у досліджених ґрунтах рівень рухомих форм важких металів підвищувався і досягав максимальних значень поблизу заводу “Криворіжсталь” та ПГЗК. Так, в найбільшій кількості (18,25 мг/кг, 11,46 мг/кг) рухомі форми іонів цинку були виявлені у забруднених ґрунтах поблизу заводу “Криворіжсталь” та ПГЗК (рис. 2). Ці значення не досягали рівня ГДК, хоча були майже в 2 рази вищими за такі у ґрунтах с. Червоне та м. Жовті Води. Менш рухомими порівняно з цинком були іони свинцю та міді (рис. 1, 3).

Кількість рухомих форм іонів міді та свинцю у ґрунтах поблизу заводу “Криворіжсталь” і ПГЗК перевищувала ГДК майже у 2 і 4 рази відповідно, тоді як у ґрунтах м. Жовті Води кількість рухомих форм іонів міді була в 1,6 і 1,7 разів нижчою за ГДК відповідно (рис. 1, 3).

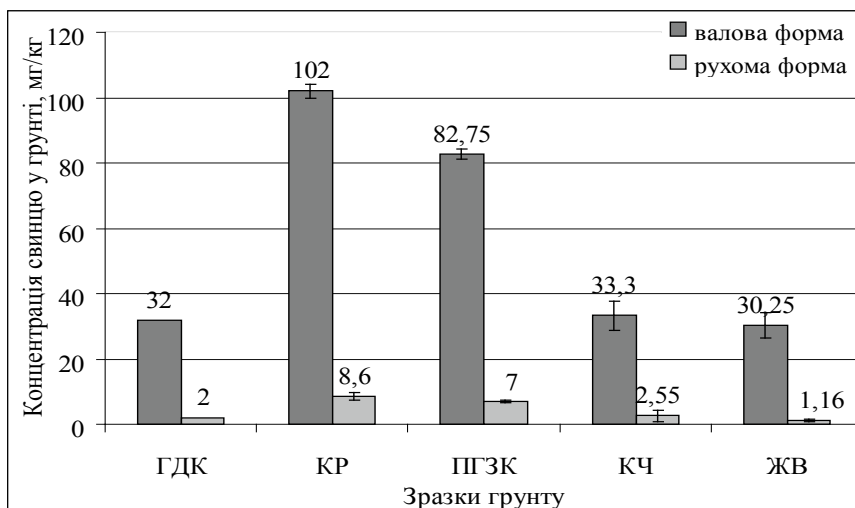


Рис. 1. Вміст іонів свинцю у ґрунтах Дніпропетровської обл.

Примітка: тут і в рис. 2–4 та табл. 1–2: ГДК – гранично допустимі концентрації; ЖВ – м. Жовті Води Дніпропетровської обл.; КР – завод „Криворіжсталь”; КЧ – с. Червоне Криворізького р-ну Дніпропетровської обл.; ПГЗК – Південний гірничо-збагачувальний комбінат.

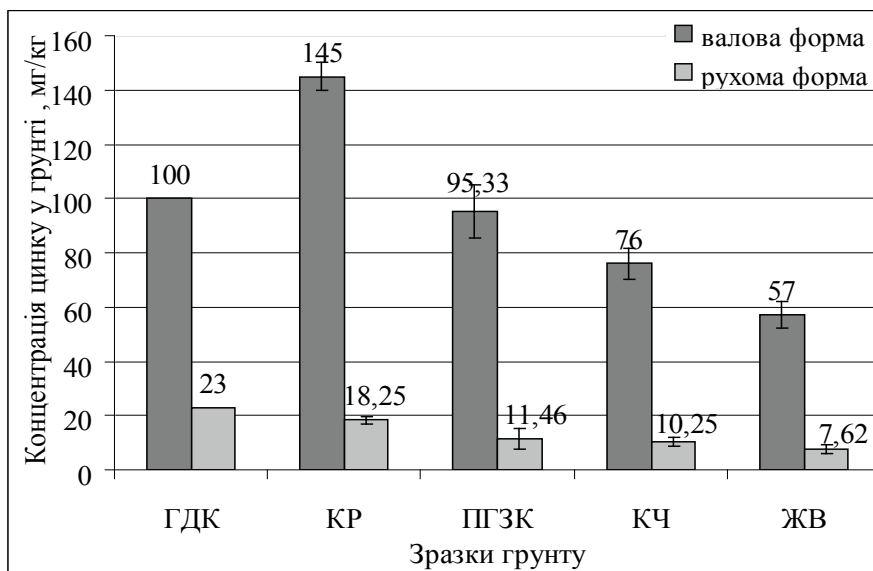


Рис. 2. Вміст іонів цинку у ґрунтах Дніпропетровської обл.

Таким чином, серед досліджених територій найзабрудненішими є ділянки поблизу заводу “Криворіжсталь” та ПГЗК.

Посилаючись на роботу Андреюк зі співав. [1], де наведені прийняті в Україні нормативи ГДК важких металів у ґрунтах і нормативи оцінок забруднення, ситуацію поблизу заводу “Криворіжсталь” і ПГЗК можна оцінити як кризову (вміст валових форм важких металів 1,1–10 ГДК, вміст рухомих форм – 2–100 ГДК).

Одержані дані збігаються з даними літератури про те, що у техногенно забруднених ґрунтах кількість рухомих форм важких металів значно більша, ніж у відносно чистих (контрольних). Рухомість важких металів залежить від багатьох факторів: типу ґрунту, значень рН і Eh, наявності органічних та мінеральних речовин у ньому, рослинності тощо [4].

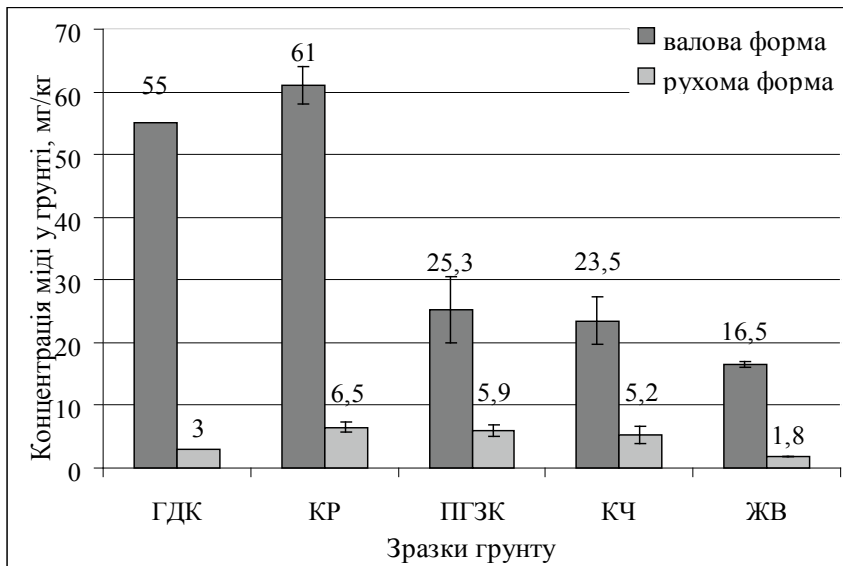


Рис. 3. Вміст іонів міді у ґрунтах Дніпропетровської обл.

Спираючись на дані літератури [4] можна припустити, що велика кількість валових форм свинцю у чорноземних ґрунтах поблизу заводу “Криворіжсталь” та ПГЗК обумовлена здатністю іонів свинцю зв’язуватися з органічними речовинами (гумус і його складові та ін.) у ґрунті і, відповідно, затримуватись у верхніх його горизонтах, на відміну від іонів міді та цинку, кількість рухомих форм яких у вказаних ґрунтах значно вища.

Із ґрунтів досліджуваного регіону виділено та ідентифіковано 45 видів 28 родів (127 штамів) мікроскопічних грибів, які відносяться до відділів Ascomycota, Zygomycota та анаморфних грибів, серед яких для мікобіоти ґрунтів України новим є *Myrothecium leucotrichum*, рідкісними — *Absidia cylindrospora* і *Gongronella butleri* (табл. 1).

Таблиця 1

Частота трапляння мікроміцетів у ґрунтах м. Кривого Рогу та його околиць

№	Назва мікроміцета	Частота трапляння, %			
		КР	ПГЗК	ЖВ	КЧ
1	2	3	4	5	6
Відділ Zygomycota					
1	<i>Absidia cylindrospora</i> Hagem	16,6	—	—	—
2	<i>Actinomicor elegans</i> (Eidam) C. R. Benjamin et Hesseltine	16,6	40,0	—	—
3	<i>Cunninghamella blakesleeana</i> Lendner	—	—	20,0	—
4	<i>C. echinulata</i> (Thaxt.) Thaxter	16,6	—	—	—
5	<i>Gongronella butleri</i> (Lendner) Peyronel et. Dal Vesco	—	—	40,0	16,6
6	<i>Mortierella isabellina</i> Oudem.	33,3	20,0	—	—
7	<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer f. <i>hiemalis</i>	16,6	40,0	—	—
8	<i>M. humilis</i> Naumov	16,6	—	—	—
9	<i>Rhizopus stolonifer</i> (Ehrenb.) Vuill.	—	—	—	50,0
Відділ Ascomycota					
10	<i>Eurotium halophilicum</i> C.M. Chr., Papav. et C.R. Benj	—	—	—	20,0
11	<i>Fennellia flavipes</i> B.J. Wiley et E.G. Simmons	—	—	20,0	—
Мітоспорові гриби					
12	<i>Acremonium</i> sp.	—	20,0	—	—
13	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	—	40,0	—	—
14	<i>Aspergillus alliaceus</i> Thom et Churh	16,6	—	—	—

1	2	3	4	5	6
15	<i>A. niger</i> Tiegh.	—	—	20,0	—
16	<i>A. ochraceus</i> G. Wilh.	50,0	—	—	50,0
17	<i>A. oryzae</i> (Ahlb.) E. Cohn	—	—	20,0	—
18	<i>A. terreus</i> Thom	—	—	20,0	—
19	<i>A. ustus</i> (Bainier) Thom et Church	—	20,0	—	50,0
20	<i>Apiospora montagnei</i> Sacc.	—	20,0	20,0	—
21	<i>Byssochlamys nivea</i> Westling	—	—	—	16,6
22	<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) G.A. de Vries	—	40,0	20,0	—
23	<i>Curvularia pallescens</i> Boedijn	—	—	—	16,6
45	<i>Fusarium oxysporum</i> E.F. Sm. et Swingle	16,6	40,0	40,0	50,0
46	<i>F. solani</i> var. <i>agrillaceum</i> (Fr.) Bilai	—	—	—	16,6
24	<i>Geotrichum candidum</i> Link: Fries	16,6	—	—	—
25	<i>Gilmaniella humicola</i> G.L. Barron	—	—	20,0	16,6
26	<i>Gliocladium virens</i> H. Mill., Giddens et A.A. Foster	—	—	20,0	50,0
27	<i>Myrothecium cinctum</i> (Corda) Sacc.	—	20,0	—	—
28	<i>M. leucotrichum</i> (Peck) M.C. Tulloch	16,6	—	—	—
29	<i>Mycelia sterilia</i> (white)	33,3	40,0	—	16,6
30	<i>Mycelia sterilia</i> (dark)	33,3	40,0	—	—
31	<i>Paecilomyces lilacinus</i> (Thom) Samson	90,0	90,0	40,0	—
32	<i>P. marquandii</i> (Masse) S. Hughes	90,0	90,0	—	—
33	<i>Penicillium chermesinum</i> Biourge	—	—	20,0	—
34	<i>Penicillium cremeogriseum</i> Chalab.	16,6	20,0	—	—
35	<i>P. funiculosum</i> Thom	—	—	20,0	16,6
36	<i>P. nigricans</i> Bainier et Thom	—	40,0	—	—
37	<i>P. spinulosum</i> Thom	16,6	20,0	—	—
38	<i>P. thomii</i> Maire	—	40,0	—	—
39	<i>Penicillium</i> sp.	—	20,0	—	—
40	<i>Scytalidium</i> sp.	—	20,0	—	—
41	<i>Scolecobasidium tshawytschae</i> (Doty & D.W. Slater) McGinnis & Ajello	—	20,0	—	—
42	<i>Trichoderma atroviride</i> Bissett	—	20,0	—	16,6
43	<i>T. harzianum</i> Rifai	16,6	40,0	—	—
44	<i>T. koningii</i> Oudem.	—	20,0	—	—
45	<i>T. polysporum</i> (Link) Rifai	—	—	—	16,6
46	<i>T. viride</i> Pers.	—	20,0	20,0	33,3
47	<i>Verticillium albo-atrum</i> Reinke et Berthold	—	20,0	—	—
48	<i>V. dahliae</i> Kleb	—	60,0	40,0	—

Примітка: “—” означає відсутність гриба у зразках ґрунту.

Із ґрунтів поблизу ПГЗК виділено 27 видів мікроміцетів, що у 1,5 рази більше за видовий склад грибів ґрунту поблизу заводу “Криворіжсталь” (18 видів). Кількість виділених мікроміцетів із ґрунтів м. Жовті Води і с. Червоне була однаковою і становила 16 видів. Помітна різниця у кількісному видовому складі ґрунтових грибів досліджуваних територій може бути обумовлена впливом іонів металів. Так, за даними літератури [5], з підвищенням рівня забруднення, у тому числі на території металургійних підприємств, може відбуватися незначне збільшення видової різноманітності грибів за рахунок появи малотипових для даного місцезнаходження видів, збільшення кількості резистентних видів грибів, зокрема меланінвмісних.

У наших дослідженнях підвищена кількість видів мікроскопічних грибів поблизу ПГЗК порівняно з іншими територіями пов’язана з наявністю резистентних видів мікроміцетів. Підтвердженням цього є підвищений індекс меланізації мікобіоти ґрунту на цій території – 30,6 % (рис. 4). Для ґрунтів поблизу м. Жовті Води та с. Червоне індекс меланізації мікобіоти становив 25 %, що, на нашу думку, можна пояснити специфікою викиду промислових відходів досліджуваних підприємств. Так, за даними багаторічних спостережень, у м. Кривому Розі в середньому за рік переважають вітри північного та північно-східного напрямків з річною швидкістю 5 м/с [2], де і розташовані м. Жовті Води та с. Червоне.

Досліджені нами території відрізнялися не лише за видовим складом, а і за частотою трапляння мікроміцетів у ґрунтах. Так, у ґрунтах поблизу ПГЗК домінували 3 види мікроскопічних грибів і 10 траплялися часто. Домінуючими були *Paecilomyces lilacinus* і *P. marquandii*, які траплялися з частотою 90,0 %, а також *Verticillium dahliale*, частота трапляння якого становила 60,0 %. У ґрунтах досліджуваної території *Actinomucor elegans*, *Mucor hiemalis*, *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides*, *Penicillium nigricans*, *P. thomii*, *Trichoderma harzianum*, *Fusarium oxysporum*, *Mycelia sterilia* (white), *M. sterilia* (dark) траплялися з частотою 40,0 % (табл. 1).

Серед виділених грибів поблизу заводу “Криворіжсталь” домінуючими були 3 види: *P. lilacinus*, *P. marquandii* та *Aspergillus ochraceus*, частота трапляння яких становила 90,0 % та 50 % відповідно. Із досліджених ґрунтів із високою частотою (33,3 %) виділялися *Mortierella isabellina* та *Mycelia sterilia* (white and dark) (табл. 1).

У ґрунтах с. Червоне домінуючими були 5 видів грибів: *Rhizopus stolonifer*, *A. ochraceus*, *A. ustus*, *Gliocladium virens* та *F. oxysporum*, частота трапляння яких становила 50,0 %; *T. viride* виділялася з меншою частотою (33,3 %) (табл. 1). Слід відмітити, що у ґрунтах м. Жовті Води нами не виявлено домінуючих видів, а з високою частотою (40,0 %) виділялося лише *P. lilacinus*, *V. dahliale* і *F.oxysporum* (табл. 1), що, на нашу думку, може бути обумовлено підвищеним рівнем радіоактивності досліджуваних ґрунтів, оскільки останнім часом у м. Жовті Води проводилося добування урану [2].

Визначення коефіцієнта подібності Сьоренсена-Чекановського показало, що видовий склад ґрунтових мікроскопічних грибів, виділених із досліджуваних місць, помітно відрізняється ($S < 0,5$) (табл. 2). Так, найменш подібними за видовим складом мікроміцетів є ґрунти поблизу заводу “Криворіжсталь” та м. Жовті Води ($S = 0,12$). Коефіцієнт подібності Сьоренсена-Чекановського (S) мав найвище значення при порівнянні мікобіот ґрунтів поблизу заводів “Криворіжсталь” та ПГЗК ($S = 0,49$), що свідчить про негативний вплив іонів важких металів. Одержані нами дані збігаються з даними літератури. Так, за Марфеніною [6], список видів мікроскопічних грибів, виділених із дуже забруднених ґрунтів різного типу, стає подібним ($S > 0,5$), що було відмічено і у нашій роботі.

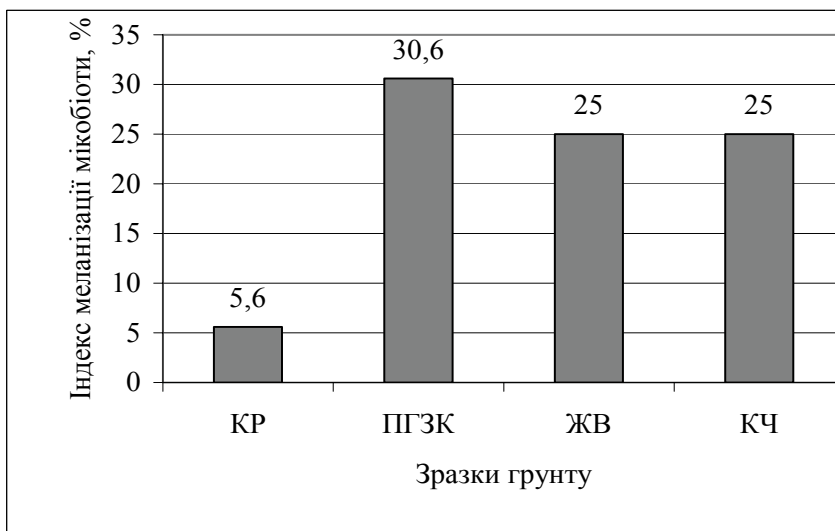


Рис. 4. Індекс меланізації мікобіоти ґрунтів Дніпропетровської обл.

Слід зазначити, що у ґрунтах поблизу ПГЗК і заводу “Криворіжсталь” домінували *P. lilacinus* і *P. marquandii* (частота трапляння становила 90 %), які за даними літератури вважаються індикаторними видами на забруднення важкими металами. Крім того, у цих ґрунтах часто траплявся світло- і темнопігментований стерильний міцелій, що також вказує на негативну дію іонів важких металів [6, 11].

У сильно забруднених ґрунтах можуть зберігатися лише декілька домінуючих видів, або ж вони зовсім відсутні [6]. У наших дослідженнях відсутність домінуючих видів і стерильного міцелію була відмічена у ґрунтах м. Жовті Води. Крім того, у вказаних ґрунтах часто траплявся *P. lilacinus* —індіакторний вид на забруднення іонами важких металів [6], що можна пояснити негативною дією різноманітних відходів при добуванні уранової руди [2].

Таблиця 2

Коефіцієнт Сьоренсена-Чекановського при порівнянні списку видів, виділених із чорноземних ґрунтів

Місце відбору зразків ґрунту			
	ПГЗК	ЖВ	КЧ
КР	0,49	0,12	0,18
ПГЗК		0,28	0,23
ЖВ			0,38

Порівнюючи одержані результати з нашими попередніми даними [11], можна зробити висновок, що вплив відходів підприємств чорної металургії на мікобіоту ґрунту значно менший, ніж відходів кольорової металургії, що проявляється у значеннях індексу меланізації мікобіоти. Так, індекс меланізації мікобіоти на території ПГЗК і заводу “Запоріжсталь” (чорна металургія) становив 30 %, тоді як на території заводу у м. Артемівськ (Донецька обл.) і ділянці мідних покладів х. Картамиш (Луганська обл.) — 41,3 і 42,5 % відповідно. Зазначимо, що у заповіднику “Мамай гора”, який знаходиться на відстані 70 км від заводу “Запоріжсталь” Запорізької обл., індекс меланізації мікобіоти чорноземного ґрунту становив 24,1 %, що майже збігається з отриманим нами значенням для мікобіот м. Жовті Води і с. Червоне (25 %). За даними вищезгаданих авторів найбільш чистим відносно вмісту важких металів є ґрунт заповідника “Михайлівська цілина”.

У найбільш забруднених важкими металами чорноземних ґрунтах м. Артемівськ і ділянці мідних покладів х. Картамиш часто траплялися *P. lilacinus* і *P. marquandii*, а у нашому випадку ці види поблизу заводу “Криворіжсталь” і ПГЗК займали домінуюче положення. Одержані дані щодо частоти трапляння стерильного міцелію у ґрунті (30-40 %) збігаються з даними вищенаведених авторів про його виявлення у забруднених важкими металами ґрунтах.

Таким чином, домінування і висока частота трапляння індикаторних щодо важких металів видів *P. lilacinus*, *P. marquandii* та стерильного міцелію у ґрунті, а також підвищення значення індексу меланізації мікобіоти (до 30 %) є характерними показниками забруднення ґрунту важкими металами, що було відмічено для територій поблизу заводу чорної металургії “Криворіжсталь” та ПГЗК.

Виявлені нами зміни у видовому складі ґрунтових мікроскопічних грибів під дією важких металів є базовими для подальшого тривалого моніторингу стану довкілля м. Кривого Рогу та його околиць, а також складання прогнозу щодо токсичної дії хімікатів на біоту в цілому. На даному етапі досліджень за наявності важких металів у ґрунті та їх впливом на мікобіоту екологічна ситуація у м. Кривий Ріг є вкрай несприятливою.

С.В. Олишевская¹, В.А. Захарченко¹, Л.Т. Наконечная¹,
В.И. Маничев², И.В. Кураева³

¹ Інститут мікробіології та вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України

² Інститут геохімії оточуючої середовища НАН і МЧС України

³ Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України

ВЛИЯНИЕ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА МИКОБИОТУ ПОЧВ КРИВОРОЖСКОГО РЕГИОНА

Резюме

Из загрязненных тяжелыми металлами почв г. Кривой Рог и его окрестностей выделено и идентифицировано 45 видов 28 родов (127 штаммов) микроскопических грибов, среди которых

новым для микобиоты Украины является *Myrothecium leucotrichum*, редкими — *Absidia cylindrospora* и *Gongronella butleri*. В почвах возле заводов “Криворожсталь” и Южного горно-обогатительного комбината доминировали *Paecilomyces lilacinus* и *P. marquandii*, часто встречался стерильный мицелий, количество темноокрашенных видов грибов достигало 30%, в результате чего экологическая ситуация в г. Кривом Роге оценена как неблагоприятная.

Ключевые слова: ионы тяжелых металлов, почва, микроскопические грибы

S. O. Olishavska¹, V.O. Zakharchenko¹, L.T. Nakonechna¹,
V.I. Manichev², I.V. Kurayeva³

¹Zabolotny Institute of Microbiology and Virology,
National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv;

²Institute of Environmental Geochemistry, National Academy of Sciences of Ukraine
and Ministry of Emergencies and Population Protection Affairs from the Consequences
of Chernobyl Catastrophe, Kyiv;

³M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation,
National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

INFLUENCE OF HEAVY METAL IONS ON THE SOIL MYCOBIOTA IN KRYVYI RIG REGION

S u m m a r y

Ecological-taxonomic analysis of mycobiota from heavy metal polluted soils in Kryvyi Rig town and its residential suburbs are presented in this study. The mycobiota consists of 45 filamentous species (127 strains) belonging to 28 genera from 3 divisions. Among them *Myrothecium leucotrichum* was described as a new species for Ukrainian mycobiota while *Absidia cylindrospora* and *Gongronella butleri* as rare species. *Paecilomyces lilacinus* and *P.marquandii* dominated in the soils near the factory *Kryvorizhstal* and South Ore Mining and Processing Enterprises. In these soils, *Mycelia sterilia* (white and dark) and dark-colored micromycetes occurred with a high frequency (up to 30%). Results obtained allow us to conclude that ecological conditions in Kryvyi Rig town are unfavourable.

The paper is presented in Ukrainian.

К е y w o r d s: heavy metal ions, soil, microscopic fungi.

The a u t h o r ' s a d d r e s s: S.V. Olishavska, Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, National Academy of Sciences of Ukraine; 154 Acad. Zabolotny St., Kyiv, MSP, D03680, Ukraine.

1. Андреев К.И., Иутинська Г.О., Антипчук А.Ф. та ін. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження. — Київ: Обереги, 2001. — 240 с.
2. Багрий І.Д., Білоус А.М., Вишкул Ю.Г. та ін. Досвід комплексної оцінки та картографування факторів техногенного впливу на природне середовище міст Кривого Рогу та Дніпродзержинська. — Київ: Фенікс, 2000. — 108 с.
3. Жданова Н.М. Моніторинг мікроміцетів при визначенні екологічного стану ґрунтів / Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель. — Київ: Фітосоціоцентр, 2002. — С. 146–152.
4. Жовинский Э.Я., Кураева И.В. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины. — Киев: Наукова думка, 2002. — 214 с.
5. Зачиняева А.В., Лебедева Е.В. Микромицеты загрязненных почв северо-западного региона России и их роль в патогенезе аллергических форм микозов // Микология и фитопатология — 2003. — 37, № 5. — С. 69–74.
6. Марфенина О.Е. Антропогенная экология почвенных грибов. — Москва: Медицина для всех, 2005. — 196 с.
7. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д.Г. Звягинцева — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991. — 3003 с.
8. Милько А.А. Определитель мукоальных грибов. — Киев: Наукова думка, 1974. — 304 с.
9. Мирчинк Т.Г. Почвенная микология. — М.: МГУ, 1988. — 220 с.
10. Обухов А.И., Плеханова И.О. Атомно-абсорбционный анализ в почвенно-биологических исследованиях. — М.: МГУ, 1991. — 183 с.
11. Олишевская С.В., Маничев В.И., Захарченко В.А. и др. Влияние тяжелых металлов на микобиоту почв некоторых промышленных регионов Украины // Микол. и фитопатол. — 2006. — 40, № 2. — С. 133–142.
12. Трахтенберг И.М. Приоритетные аспекты медицинской экологии в Украине // Современные проблемы токсикологии. — 1998. — № 1. — С. 46–53.

13. Bissett J. A revision of the genus *Trichoderma* (II). Intrageneric classification // *Can J. Bot.* – 1991. – Vol. 69. – P. 2357–2372.
14. Ellis M.B. Dematiaceus Hyphomycetes. *Common. Mycol. Inst., Kew.* 1971. – 608 p.
15. Introduction to Food and Airborne Fungi / Ed. by R.A. Samson, E.S. Hoekstra, J.C. Frisvad – Utrecht.: Centraalbureau voor Schimmelcultures. Seventh edition. – 2004. – 384 p.
16. List of Cultures. Fungi (filamentous fungi and yeasts). *Bacteria. Plasmids. Phages.* 35th edition. – Baarn: Institute of the Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences, 2001. – 365 p.
17. Modern concept in *Penicillium* and *Aspergillus* classification / Ed. by R.A. Samson, J.I. Pitt. – New York: Plenum Press. – 1990. – 460 p.
18. <http://indexfungorum.org>.

Отримано 25.03.2008

УДК 579.887:576.5(045)

**К.С. Коробкова¹, А.М. Онищенко¹, Л.П. Панченко¹, О.Є. Мамчур²,
О.О. Дмитрук², В.І. Редько³**

¹Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України,
вул. Академіка Заболотного, 154, Київ МСП, Д03680, Україна

²Інститут сільськогосподарської мікробіології УААН, вул. Шевченка, 97, Чернівці, Україна

³Інститут цукрових буряків УААН, вул. Клінічна, 25, Київ, Україна

СТВОРЕННЯ МОДЕЛЬНОЇ СИСТЕМИ *IN VITRO* ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ ФІТОПАТОГЕННИХ МОЛІКУТІВ З КЛІТИНАМИ РОСЛИН

*Створено модельну систему на основі інфікування калюсних тканин цукрового буряку мікоплазмами, а також вивчено зміни морфології клітин калюсів під впливом цих мікроорганізмів. Калюси цукрового буряку ЗК51, культивовані на середовищі Гамборга, заражали молікутом *Acholeplasma laidlawii* var. *granulatum* шт. 118. Під впливом молікутної інфекції відбувалися зміни морфології клітин калюсу цукрового буряку: перетворення форми з округлої до надмірно витягнутої, підвищення інтенсивності утворення поліплоїдних форм клітин, розташування їх групами, а також повна деструкція. Дані електронної мікроскопії підтвердили наявність молікута у калюсах цукрових буряків: клітини ахолеплазм розташовувалися як у міжклітинниках, так і всередині недиференційованих клітин.*

Ключові слова: молікути, взаємодія, калюси, ультраструктура клітини, модельна система.

В сучасних умовах культура клітин є зручним інструментом у вирішенні багатьох проблем молекулярної біології. При вивченні фітопатологічних процесів цінність методів біотехнології полягає у тому, що взаємовідносини між клітиною хазяїна і паразитом відтворюються у контрольованих умовах живлення, температури тощо. В результаті досліджень вченими було висловлено думку, що за певних умов взаємодія партнерів у культурі відображає їх взаємовідносини у природі [3, 7, 11, 12].

Метод культивування клітин в умовах *in vitro* використовують для вивчення фізіології і біохімії хворої рослини, патологічних процесів, що відбуваються в рослині під впливом бактерій, грибів, вірусів [11, 12]. Цей метод надає широкі можливості для вивчення молекулярних і клітинних механізмів імунітету рослин, таких як первинні етапи впізнання, трансдукції сигналу, індукції і експресії захисних реакцій, а також інших питань, які неможливо розкрити на тканинах цілої рослини. Проте потенціал біотехнологічного методу для вивчення взаємовідносин рослин і фітопатогенних молікутів (мікоплазм) використовується не повною мірою. Раніше були описані спроби культивування представників молікутів у калюсних культурах різних рослин, здебільшого вони виявлялися невдалими [3, 10, 13]. У деяких публікаціях подано результати досліджень відносно введення мікоплазм у калюсні культури. Так, у роботі Petru зі співавторами було отримано калюси тютюну (*Nicotiana glauca* Grah), заражені збудником відьминих мітел картоплі. У калюсах, вирощених на середовищі з кінетином та індолілоцтовою кислотою (ІОК), клітини мікоплазм зберігались і навіть розповсюджувались у новоутвореній тканині. У цьому випадку більшість рослин-регенерантів було уражено мікоплазмозами [14, 15].

© Ю.О. Павлова, С.О. Гнатуш, С.П. Гудзь, 2009