

УДК 502.521:631.461:579.26

Ольга Миколаївна Коріновська, Віталій Миколайович Гришко
**ЧИСЕЛЬНІСТЬ ТА БІОМАСА МІКРОМІЦЕТІВ У ТЕХНОГЕННО-
ПОРУШЕНИХ І ПРИРОДНИХ ҐРУНТАХ**

*Криворізький ботанічний сад Національної академії наук України
вул. Маршака, 50, м. Кривий Ріг, 50089, Україна
e-mail: korinovskaya2009@yandex.ru, vitgryshko@yandex.ru.*

Доведено, що в едафотобах зон сильного забруднення (ділянка біля вантажної прохідної ЗАТ "Криворізький суриковий завод", рудозбагачувальна фабрика і свіжезамитий плес хвостосховища ПівнГЗК) підвищується валовий уміст сполук металів, які належать до І класу небезпечних елементів – кадмію і цинку в 4,7-5,5, а плумбуму в 18,8 разів порівняно з чорноземом звичайним. Проте екологічно небезпечним є зростання вмісту рухомих форм важких металів від 6 до 66,5 разів. Вперше встановлені особливості сезонної динаміки чисельності ґрунтових мікроміцетів у техногенно-порушених ґрунтах Криворіжжя і чорноземі звичайному та показані зміни довжини грибного міцелію, його біомаси, кількості спор та їх біомаси в едафотобах хімічного і гірничо-збагачувального підприємств і у чорноземі звичайному. Показано, що в техноземах зон сильного забруднення Криворізького сурикового заводу і Північного гірничо-збагачувального комбінату спостерігається зниження чисельності мікроміцетів в 4-10 раз, а в едафотобах свіжезамитого плесу хвостосховища ПівнГЗК їх кількість зменшується більш, ніж у 100 разів, порівняно з зональним ґрунтом. В техногенно-порушених ґрунтах надлишковий вміст сполук важких металів зумовлює зменшення довжини грибного міцелію у 2,7-4,2 рази, його біомаси у 2,6-4,5 разів, кількості спор у – 4,5-7,7 разів, а їх біомаси - у 10,5-21 раз, порівняно з природним ґрунтом.

Ключові слова: мікроміцети, забруднення, ґрунт, чисельність, біомаса, важкі метали.

Ольга Николаевна Кориновская, Виталий Николаевич Гришко
**ЧИСЛЕННОСТЬ И БИОМАССА МИКРОМИЦЕТОВ В ТЕХНОГЕННО-
НАРУШЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ ПОЧВАХ**

*Криворожский ботанический сад Национальной академии наук Украины
ул. Маршака, 50, г. Кривой Рог, 50089, Украина
e-mail: korinovskaya2009@yandex.ru, vitgryshko@yandex.ru.*

Доказано, что в эдафотобах зон сильного загрязнения (территория около грузовой проходной ЗАО "Криворожский суриковый завод", рудообогатительная фабрика и свежезамытый плес хвостосховища СевГОКа) увеличивается валовое содержание соединений металлов, которые принадлежат к I классу опасных элементов – кадмия и цинка в 4,7-5,5, а свинца в 18,8 раз по сравнению с черноземом обыкновенным. Однако экологически опасным является возрастание содержания подвижных форм тяжелых металлов от 6 до 66,5 раз. Впервые установлены особенности сезонной динамики



численности почвенных микромицетов в техногенно-нарушенных почвах Криворожья и черноземе обыкновенном и показаны изменения длины грибного мицелия, его биомассы, количества спор и их биомассы в эдафотопях химического и горно-обогатительного предприятия и черноземе обыкновенном. Показано, что в техноземах зон сильного загрязнения Криворожского сурикового завода и Северного горно-обогатительного комбината наблюдается снижение численности микромицетов в 4-10 раз, а в эдафотопях свеженамытого плеса хвостохранилища СевГОКа их количество уменьшается более, чем в 100 раз, по сравнению с зональной почвой. В техногенно-нарушенных почвах избыточное содержание соединений тяжелых металлов способствует уменьшению длины грибного мицелия в 2,7-4,2 раза, его биомассы - в 2,6-4,5 раз, количества спор в - 4,5-7,7 раз, а их биомассы - в 10,5-21 раз, по сравнению с природной почвой.

Ключевые слова: микромицеты, загрязнение, почва, численность, биомасса, тяжелые металлы.

Olga Nikolaevna Korinovskaya, Vitalii Nikolayevich Gryshko
**MICROMICETES QUANTITY AND BIOMASS IN TECHNOGENIC
AND NATURAL SOILS**

*Kryvyi Rig botanical garden National academy of sciences of Ukraine
e-mail: korinovskaya2009@yandex.ru, vitgryshko@yandex.ru.*

It is shown that in edaphotopes around of freight checkpoint of CJSC «Krivorozhskiy Surikovyy Zavod», ore-enrichment factory and fresh-inwashed pool of tailings dam of PJSC «Northern Iron Ore Enrichment Works» there is an increase of heavy metals mobile forms (which are the most dangerous for microorganisms, plants, animals and human): for iron in 310; for zinc - in 4,3-6,5; for lead - in 3.2-5.7; for cadmium - in 5,6-9,8; for copper – 6,8-66,5 and for nickel - in 9 times as compared to zonal soil. Whereas in soils of CJSC «Krivorozhskiy Surikovyy Zavod» sanitary protection zone number of copper, nickel, lead, cadmium and zinc mobile forms exceeded the control values in 2,4-6,6 times.

For the first time the features of soil microscopic fungi seasonal dynamics of quantity in industrial disturbed soils of Kryvorizhzhya compared to zonal soil (chernozem usual) were registered. Changes in fungal mycelium length and biomass, its spore's amount and biomass in edaphotopes of ore-enrichment and chemical enterprises and of common chernozem are also presented. It is shown that in edaphotopes of heavy contamination areas of «Krivorozhskiy Surikovyy Zavod» and of «Northern Iron Ore Enrichment Works» in spring, summer, and autumn there was decrease of microscopic fungi quantity in 4-10 times, moreover in tehnozems of «Northern Iron Ore Enrichment Works» fresh-inwashed pool of tailings dam their amount reduces in more than 100 times, compared with common chernozem. In low contamination area of «Krivorozhskiy Surikovyy Zavod» their quantity decreases in 2 times.

Also in heavy contamination areas of chemical and ore-enrichment enterprises there is strong decrease in the length of fungal mycelium in 2.7-4.2 times, its biomass in 2,6-4,5 times, the spores amount - in 4,5-7,7 times and their biomass - in 10,5-21 times compared to the natural soil, which could be explained by high contents of toxicants. While in the sanitary

protection zone of the «Krivorozhskiy Surikovyy Zavod» the fungal mycelium length and biomass were in 1.2-1.4 times and the spores amount and biomass – in 1.5-1.7 times less than in the natural soil.

Key words: mycomycetes, contamination, soil, quantity, biomass, heavy metals.

Одною з гострих екологічних проблем у промислових центрах України залишається оцінка рівня забруднення едафотопів сполуками важких металів, які відносяться до класів небезпечних та високонебезпечних (Гришко, 2013). Вони активно включаються до природних повітряних, водних і біогеохімічних потоків. В залежності від ландшафтно-геохімічних особливостей, рівень їх токсичності може зростати (Колесников, 2000, Добровольский, 2002, Минкина, 2009). Відомо, що ґрунтові мікроскопічні гриби чутливі до змін умов існування, зокрема до забруднення ґрунту важкими металами (Беспалова, 2002, Dragutin, 2007). В техногенно-порушених ґрунтах знижується чисельність і біомаса мікроскопічних грибів, а також формуються стійкі до забруднення мікоценози (Марфенина, 2005, Gadd, 2007, Гришко, 2012). Враховуючи, що забруднення довкілля є одним з вагомих чинників у формуванні мікробних ценозів антропогенно-змінених ґрунтів, актуальним є визначення специфіки впливу забруднення на кількісний склад ґрунтових мікроскопічних грибів та біомасу їх міцелію і спор, як однієї з ланок процесу продукування та трансформації речовини і енергії в екосистемах.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Матеріалом для досліджень були ґрунти, відібрані біля вантажної прохідної ЗАТ “Криворізький суриковий завод” і санітарно-захисній зоні заводу, свіженамитого плесу хвостосховища та рудозбагачувальної фабрики-1 Північного гірничо-збагачувального комбінату (РЗФ-1, ПівніГЗК, м. Кривий Ріг). Контролем слугував чорнозем звичайний (с.м.т. Петрове, Долинський район, Кіровоградська обл.). Відбір ґрунтових зразків у техногенно-порушених і природних едафотобах виконували за загальноприйнятими методиками на глибині 0-10; 10-20 і 20-30 см (Якість..., 2004). Кількість важких металів у ґрунті визначали з використанням HNO_3 , H_2O_2 і ацетатно-амонійного буферу (pH 4,8) на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С-115 (Україна) (Методические..., 1989; Якість..., 2007). Для мікробіологічного аналізу ґрунтову суспензію висівали на тверді поживні середовища – Чапека, картопляно-глюкозний агар і сусло-агар. Підрахунок колоній утворюючих одиниць (КУО) здійснювали на 5 паралельних чашках на сьому добу (Методы..., 1982; Прудникова, 2010). Довжину грибного міцелію, кількість та біомасу спор в зразках ґрунту досліджуваних ділянок визначали методом прямої мікроскопії з використанням світлового мікроскопу Мікмед-2 (Росія) та мембранних фільтрів з діаметром пор 0,8 мкм фірми Сінпор (Чехія) (Методы..., 1991).



РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ.

Виконані дослідження дозволили встановити особливості акумуляції в ґрунтах моніторингових ділянок різних за рухомістю форм важких металів, які створюють специфічний екологічний стан на зазначених ділянках.

Так, уміст валових сполук елементів, які належать до I класу небезпеки, в едафотобах біля вантажної прохідної ЗАТ “Криворізький суриковий завод” становив для кадмію – 4,61, плюмбуму й цинку – 173,85 і 330,24; тоді як у чорноземі звичайному – 0,97; 9,20 і 60,35 мг/кг ґрунту відповідно.

В техноземах РЗФ-1 та хвостосховища ПівнГЗК частка рухомих форм кадмію, цинку і плюмбуму від валових у порівнянні з умовним контролем підвищувалася до 9,4; 2,1 і 5,9 разів, а купруму і нікелю – до 2,8 і 18,2 разів відповідно (табл. 1).

Встановлене зростання вмісту рухомих форм елементів свідчить про небезпеку для живих організмів, з огляду на більшу їх доступність. В едафотобах санітарно-захисної зони ЗАТ “Криворізький суриковий завод” уміст валових форм цинку і кадмію підвищувався в 2,9-3,7 рази порівняно з чорноземом звичайним, а частка рухомих форм купруму, нікелю, плюмбуму, кадмію і цинку зростала лише до 1,4; 5,2; 1,3; 1,7 і 1,2 разів відповідно. Враховуючи суттєве перевищення вмісту як валових, так і рухомих форм важких металів у ґрунтах моніторингових ділянок біля вантажної прохідної ЗАТ “Криворізький суриковий завод”, РЗФ-1 та хвостосховища ПівнГЗК у порівнянні з санітарно-захисною зоною заводу, перші віднесені до зон сильного рівня забруднення, тоді як остання – до слабого. Про аерогенний характер надходження забруднювачів свідчить той факт, що в поверхневому шарі ґрунту зон сильного рівня забруднення промислових майданчиків валовий уміст сполук важких металів перевищував їх кількість у більш глибоких шарах у 1,4-4,2, а рухомих форм – у 1,3-6,5 разів.

Наші дослідження довели, що для мікроміцетів притаманні не тільки зміни їх чисельності впродовж року, але і залежність від рівня антропогенного навантаження на ґрунт. Так, навесні найбільша кількість ґрунтових мікроскопічних грибів спостерігалась у чорноземі звичайному (табл. 2).

У зразках ґрунту, відібраних в зоні сильного забруднення біля вантажної прохідної Криворізького сурикового заводу, найбільша чисельність спостерігалась в шарі ґрунту 20-30 см, тоді як в поверхневому шарі (0-10 см) їх було на 75% менше. Це можна пояснити тим, що більша кількість промислових викидів, зокрема сполук важких металів, аерогенно потрапляє у верхні шари ґрунту, тоді як вниз за ґрунтовым профілем їх кількість знижується. Так, на даній ділянці вміст рухомих форм цинку, плюмбуму, кадмію, нікелю і купруму зростав у 5,5; 18,8; 6,5; 5,7; 9,8 і 66,5 разів відповідно, порівняно з чорноземом звичайним.

Таблиця 1. Уміст різних за рухомістю форм важких металів у ґрунтах (мг/кг ґрунту)

Глибина відбору проб, см	Zn	Pb	Cd	Cu	Ni
	M±m	M±m	M±m	M±m	M±m
Чорнозем звичайний					
0-10	<u>9,85±0,6</u> 16,3	<u>1,08±0,08</u> 11,8	<u>0,97±0,08</u> 22,8	<u>0,31±0,03</u> 2,0	<u>0,93±0,03</u> 2,6
10-20	<u>6,65±0,1</u> 14,6	<u>0,85±0,23</u> 7,7	<u>0,16±0,007</u> 24,7	<u>0,38±0,05</u> 2,5	<u>1,17±0,12</u> 4,2
20-30	<u>4,88±0,48</u> 11,9	<u>1,05±0,11</u> 10,2	<u>0,23±0,01</u> 37,8	<u>0,28±0,05</u> 2,1	<u>1,1±0,11</u> 3,8
Біля вантажної прохідної ЗАТ "Криворізький суриковий завод"					
0-10	<u>63,92±0,49*</u> 19,4	<u>6,13±0,31*</u> 3,5	<u>2,17±0,2*</u> 15,8	<u>20,64±0,73</u> 15,8*	<u>8,39±0,22</u> 24,5
10-20	<u>40,14±4,01*</u> 16	<u>3,83±0,01*</u> 3,0	<u>1,97±0,07*</u> 29,8	<u>14,13±1,41*</u> 29,8	<u>6,34±0,16*</u> 23,9
20-30	<u>39,61±2,02*</u> 17,5	<u>3,35±0,4*</u> 2,9	<u>1,29±0,24*</u> 25,3	<u>7,83±0,05*</u> 25,3	<u>4,44±0,27*</u> 17,3
Санітарно-захисна зона ЗАТ "Криворізький суриковий завод"					
0-10	<u>43,07±2,31*</u> 19	<u>4,05±0,02*</u> 2,7	<u>1,47±0,01*</u> 27,5	<u>10,84±0,7*</u> 27,5	<u>2,29±0,11*</u> 18,7
10-20	<u>20,58±2,67*</u> 10,5	<u>3,64±0,04*</u> 3,5	<u>0,78±0,03*</u> 43,3	<u>10,19±1,02*</u> 43,3	<u>2,2±0,04*</u> 22
20-30	<u>20,16±1,08*</u> 10,4	<u>3,37±0,88*</u> 3,9	<u>1,61±0,05*</u> 28	<u>6,86±0,59*</u> 28,8	<u>0,92±0,05*</u> 13,2
РЗФ-1 ПівнГЗК					
0-10	<u>42,25±3,7*</u> 48	<u>4,55±0,25*</u> 17	<u>1,45±0,03*</u> 51,1	<u>2,11±0,2*</u> 28,3	<u>1,77±0,03*</u> 33,8
10-20	<u>35,65±0,11*</u> 46	<u>3,12±0,12*</u> 23	<u>0,89±0,05*</u> 52,7	<u>1,95±0,26*</u> 31,9	<u>4,37±0,06*</u> 1,37±0,4
20-30	<u>32,42±3,38*</u> 70,8	<u>2,75±0,4*</u> 23,9	<u>0,46±0,04*</u> 47,9	<u>0,95±0,08*</u> 14,4	<u>1,37±0,1</u> 31,3
Свіженамийний плес хвостосховища ПівнГЗК					
0-10	<u>18,22±3,38*</u> 72,8	<u>3,52±0,38*</u> 16,4	<u>0,48±0,08*</u> 15,4	<u>1,15±0,08*</u> 18,9	<u>1,57±0,08*</u> 45,2
10-20	<u>24,28±2,17*</u> 33,9	<u>3,88±0,18*</u> 72,4	<u>0,28±0,03*</u> 25,4	<u>1,28±0,17*</u> 62,5	<u>1,77±0,06*</u> 76,3
20-30	<u>17,55±3,4*</u> 35,7	<u>1,98±0,35*</u> 60,4	<u>0,2±0,02*</u> 16,2	<u>1,25±0,03*</u> 70,7	<u>1,43±0,21*</u> 67,3

Примітка: в чисельнику – уміст рухомих форм (амонійно-ацетатна витяжка рН=4,8) важких металів; в знаменнику – відсоток кількості рухомих форм від валу; * тут і надалі різниця достовірна відносно чорнозему звичайного, $p < 0,05$.



В едафотобах даної ділянки в шарі ґрунту 0-10 см кількість мікроскопічних грибів була у 4-5 разів нижчою, а в шарах 10-20 і 20-30 см їх чисельність знижувалась у 1,5-2 та у 1,3-1,4 рази, порівняно з зональним ґрунтом. У зразках ґрунту санітарно-захисної зони заводу найбільша чисельність мікроміцетів відмічена на глибині 0-10 см, тоді як в шарі ґрунту 20-30 см вона зменшувалася у 2 рази. У поверхневому шарі ґрунту санітарно-захисної зони заводу їх кількість була у 2,5 рази більшою, ніж біля вантажної прохідної, та у 2 рази нижчою, ніж у природному ґрунті, що вказує на менший рівень техногенного навантаження, ніж на попередній ділянці.

Таблиця 2. Чисельність мікроміцетів у технозомах в порівнянні з чорноземом звичайним, тис. КУО/г сухого ґрунту

Глибина відбору проб	Середовище Чапека		Картопляно-глюкозний агар		Сусло-агар	
	M±m	% до контролю	M±m	% до контролю	M±m	% до контролю
Весна						
Чорнозем звичайний						
0-10 см	509,3 ± 3,6	–	516,4±26,3	–	426,0±12,7	–
10-20 см	247,8±15,6	–	399,9±7,0	–	308,1±2,5	–
20-30 см	223,4±4,3	–	249,4±14,1	–	238,6±9,7	–
Біля вантажної прохідної ЗАТ “Криворізький суриковий завод”						
0-10 см	108,8±10,1*	22,6	91,9±8,2*	17,8	104,0±6,1*	24,4
10-20 см	158,2±15,5*	45,5	181,0±14,7*	42,9	149,3±2,7*	48,4
20-30 см	197,8±19,3*	81,0	191,0±4,4*	76,6	164,8±6,8*	69,1
Санітарно-захисна зона ЗАТ “Криворізький суриковий завод”						
0-10 см	269,4±8,3*	56,0	240,7±9,5*	39,9	260,8±10,5*	61,2
10-20 см	195,3±8,8*	56,2	188,2±5,2*	38,1	174,1±5,7*	56,5
20-30 см	132,9±8,3*	59,2	90,4±4,1*	39,4	147,8±7,4*	61,9
РЗФ-1 ПівнГЗК						
0-10 см	49,9±5,0*	10,4	52,0±3,2*	10,1	35,3±2,5*	8,3
10-20 см	95,1±4,9*	27,4	103,0±8,7*	25,8	84,5±5,2*	27,4
20-30 см	123,9±3,2*	55,5	142,4±7,6*	57,1	123,9±10,7*	52,0
Свіжезамитий плес хвостосховища ПівнГЗК						
0-10 см	1,83±0,2*	0,4	2,44±0,2*	0,5	1,83±0,2*	0,3
10-20 см	6,46±0,2*	3,6	6,22±0,4*	2,8	6,22±0,4*	2,8
20-30 см	8,89±0,8*	5,5	8,89±0,9*	4,3	8,89±0,6*	4,3
Літо						
Чорнозем звичайний						
0-10 см	480,9±15,9	–	396,3±6,4	–	382,2±11,6	–
10-20 см	182,0 ± 10,5	–	221,3±16,9	–	209,0±20,2	–

20-30 см	162,4 ± 17,1	–	205,4±16,6	–	109,8±12,1	–
Біля вантажної прохідної ЗАТ “Криворізький суриковий завод”						
0-10 см	78,1 ± 6,2*	15,3	70,8±8,1*	17,9	77,9±5,9*	23,0
10-20 см	125,5 ± 6,1*	69,0	171,6±14,3*	81,8	91,7±8,1*	43,9
20-30 см	141,2 ± 8,1	87,0	180,9±4,4	96,3	102,7±4,0	93,5
Санітарно-захисна зона ЗАТ “Криворізький суриковий завод”						
0-10 см	173,5 ± 10,0*	34,0	191,1±9,2*	48,2	183,6±5,4*	48,0
10-20 см	132,6 ± 11,8*	72,9	155,6±12,3*	70,3	130,1±14,7*	62,2
20-30 см	114,3 ± 5,6*	70,4	60,9±4,7*	29,7	99,0±6,2	90,2
РЗФ-1 ПівнГЗК						
0-10 см	21,9 ± 2,4*	4,3	29,2±2,9*	7,4	21,9±2,4*	5,7
10-20 см	34,1 ± 3,6*	18,8	43,2±4,2*	19,5	27,3±2,7*	13,1
20-30 см	59,6 ± 5,6*	36,7	50,4±4,5*	24,5	41,2±4,5*	37,5
Свіженамитий плес хвостосховища ПівнГЗК						
0-10 см	1,24±0,2*	0,2	1,24±0,2*	0,2	1,24±0,2*	0,3
10-20 см	4,71±0,3*	2,6	4,45±0,3*	2,0	4,45±0,3*	2,1
20-30 см	5,79±0,4*	3,6	5,99±0,3*	2,9	5,79±0,4*	5,3
Осінь						
Чорнозем звичайний						
0-10 см	500,5±7,2	–	450,2±15,2	–	383,3±5,4	–
10-20 см	238,3±10,7	–	269,4±10,2	–	276,1±6,4	–
20-30 см	216,3±8,9	–	215,7±8,9	–	180,5±8,2	–
Біля вантажної прохідної ЗАТ “Криворізький суриковий завод”						
0-10 см	81,4±7,6*	16,3	89,3±7,6*	19,9	89,1±4,9*	21,2
10-20 см	157,8±10,2*	52,9	179,3±12,5*	66,5	131,5±7,5*	47,6
20-30 см	171,8±12,0*	75,8	189,3±8,2*	87,8	151,9±4,6*	84,2
Санітарно-захисна зона ЗАТ “Криворізький суриковий завод”						
0-10 см	213,1±11,9*	42,6	231,6±12,1*	51,4	223,3±5,1*	48,3
10-20 см	172,0±17,7*	57,7	181,3±7,8*	67,3	144,1±5,9*	52,2
20-30 см	122,0±8,6*	53,8	85,1±6,9*	39,5	101,3±6,7*	56,1
РЗФ-1 ПівнГЗК						
0-10 см	42,8±3,8*	8,6	30,5±3,2*	6,8	30,4±2,4*	60,36
10-20 см	64,6±2,0*	21,7	60,4±3,9*	22,4	52,1±4,6*	28,02
20-30 см	80,1±4,2*	35,3	90,6±4,2*	42,0	88,5±2,5*	10,65
Свіженамитий плес хвостосховища ПівнГЗК						
0-10 см	1,44±0,2*	0,3	1,65±0,2*	0,3	1,65±0,2*	0,4
10-20 см	5,50±0,2*	3,0	5,76±0,3*	2,6	5,76±0,3*	2,8
20-30 см	6,20±0,3*	3,8	6,61±0,4*	3,2	6,82±0,2*	6,2

У техноземах зони сильного забруднення біля складу готової продукції РЗФ-1 ПівнГЗК спостерігалось досить значне зменшення кількості мікроміцетів



(до 10 разів) у поверхневих шарах ґрунту, тоді як на глибині 20-30 см вона зросла майже вдвічі, порівняно з чорноземом звичайним. Зазначене свідчить про значний рівень забруднення ґрунтів промисловими викидами і добре узгоджується з підвищенням у 30, 4,3, 3,2, 6,5 і 6,8 разів вмісту рухомих форм феруму, цинку, плюмбуму, кадмію і купруму відповідно в порівнянні з чорноземом звичайним.

В едафотобах зони сильного забруднення проммайданчика (свіженамийтій плес хвостосховища ПівнГЗК) встановлено найсуттєвіше зниження чисельності мікробіотів в усіх шарах ґрунту.

Так, в шарі ґрунту 0-10 см вона зменшувалася до 330 разів, а в більш глибоких шарах – у 25-50 разів (табл. 2). Встановлений факт може мати декілька пояснень. По-перше, техноземи хвостосховища утворюються в процесі подрібнення майже стерильної рудної породи піднятої з глибини 400-600 м та наміву на поверхню хвостосховища. Зрозуміло, що за цей короткий час в техноземах лише починається стадія заселення субстрату мікроорганізмами та формування мікробіоти (Білова, 2007).

По-друге, такі ґрунти мають незначний уміст доступних для мікроорганізмів елементів мінерального живлення, проте вміст рухомих форм феруму, цинку, плюмбуму, кадмію і купруму був у 310; 3,6; 4,5; 2,1 та 4,4 рази більшим, ніж у чорноземі звичайному.

Отримані дані також певною мірою узгоджуються із результатами досліджень чисельності мікробіотів в едафотобах під впливом викидів інших промислових підприємств. Так, М.В. Корнійковою показано, що в техноземах Кандакшського алюмінієвого заводу в зоні сильного забруднення чисельність мікробіотів знижувалася у 5 разів порівняно з умовним контролем (Корнійкова, 2006).

В техноземах Нікопольського феросплавного заводу в зоні сильного забруднення кількість мікробіотів була в 3-5 раз меншою, ніж у чорноземі звичайному (Гришко, 1989). Дослідженнями О.А.Севрякової доведено, що на відвалах Сімбайського мідно-колчеданового кар'єру чисельність мікробіотів знижувалася у 2 рази, порівняно з чорноземом звичайним (Севрякова, 2012).

За дослідженнями Т.А.Головіної в ґрунтах Челябінського міського бору, який знаходиться під постійним впливом викидів підприємства кольорової металургії, чисельність мікробіотів не перевищувала 40 КУО тис/г сухого ґрунту (Головіна, 2013).

Влітку з підвищенням температури і зниженням вологості ґрунту спостерігалася деяке зниження чисельності мікробіотів на всіх моніторингових ділянках (табл. 2). Так, у чорноземі звичайному спостерігалася зниження (до 10%) кількості ґрунтових мікробіотів порівняно з весною. В техноземах зони сильного забруднення біля вантажної прохідної Криворізького сурикового заводу чисельність мікробіотів була в 1,3 рази

меншою порівняно з весняним періодом, тоді як в едафотобах зон сильного забруднення ПівнГЗК – на 20-30%. В ґрунтах санітарно-захисної зони сурикового заводу їх кількість зменшувалася на 15%.

Восени з настанням більш сприятливих погодних умов чисельність мікроміцетів підвищувалася на всіх моніторингових ділянках (див. табл. 2). В чорноземі звичайному спостерігалася збільшення в 1,2 рази чисельності мікроміцетів порівняно з літом, але вона все одно була на 10% меншою, ніж навесні. В техноземах зони сильного забруднення біля вантажної прохідної Криворізького сурикового заводу кількість мікроміцетів була на 10% більшою, ніж влітку та у 1,2 рази меншою порівняно з весною.

В едафотобах санітарно-захисної зони заводу спостерігалася збільшення їх чисельності у 1,2 рази порівняно з літом, але вона все одно була у 1,3 рази меншою, ніж навесні. В ґрунтах зон сильного забруднення проммайданчиків РЗФ-1 та свіженамитою плесу хвостосховища ПівнГЗК чисельність мікроскопічних грибів була на 10-20% більшою порівняно з літом та у 1,2-1,7 рази меншою, ніж навесні.

Визначення кількості ґрунтових мікроскопічних грибів на трьох поживних середовищах, показало, що встановлені вище закономірності є загальними, як для середовища Чапека, сусло-агару, так і картопляно-глюкозного агару.

Забруднення ґрунтів важкими металами проявляється у змінах таких екологічних характеристик мікоценозів, як довжина й біомаса грибного міцелію та кількість і біомаса спор, які можуть характеризувати рівень впливу різних чинників на формування популяцій мікроскопічних грибів в едафотобах (Евдокимова, 2002; Терехова, 2002; Dighton, 2003).

Про високий рівень забруднення сполуками важких металів едафотопів промислових майданчиків гірничо-збагачувального комбінату та хімічного підприємства свідчить зменшення довжини грибного міцелію та його біомаси, а також кількості спор та їх біомаси.

Наші дослідження показали (табл. 3), що найбільша довжина і біомаса грибного міцелію була характерна для чорнозему звичайного, а найменша – для зони сильного забруднення на промисловому майданчику РЗФ-1.

Так, в шарі ґрунту 0-10 см вона знижувалася у 4,2-4,5 рази, а в шарі 10-20 см – до 3 разів, порівняно з природним ґрунтом. В техноземах зони сильного забруднення біля вантажної Криворізького сурикового дані показники зменшувалися у шарі ґрунту 0-10 см до 2,7 разів, а на глибині 10-20 см на 20-30 %. Тоді як в ґрунтах санітарно-захисної зони заводу довжина і біомаса грибного міцелію була у поверхневому шарі ґрунту 1,2-1,4 рази меншою, ніж у зональному ґрунті, тоді як на глибині 10-20 см – на 10%.

Самою високою кількістю і біомасою спор характеризувався зональний ґрунт (табл. 4). Тоді як, в едафотобах промислового майданчика РЗФ-1 їх кількість знижувалася у 7,7-20 разів в шарі ґрунту 0-10 см, а в шарі 10-20 см у 4,5-



7 разів, порівняно з природним ґрунтом. В техноземах зони сильного забруднення біля вантажної Криворізького сурикового заводу в поверхневому шарі кількість спор і їх біомаса зменшувалася у 4,2-10,5 рази, а на глибині 10-20 см у 2,8-4,6 рази, тоді як в едафотоплах санітарно-захисної зони заводу дані показники були у 1,7 рази меншими, ніж у чорноземі звичайному.

Таблиця 3. Довжина і біомаса грибного міцелію в техноземах порівняно з чорноземом звичайним

Варіант	Довжина грибного міцелію (м/г)		Біомаса грибного міцелію (мг/г)		
	M±m	% к контролю	M±m	% к контролю	к
Чорнозем звичайний					
0-10 см	158,19±2,41	–	0,32±0,02	–	
10-20 см	128,03±2,18	–	0,26±0,05	–	
Біля вантажної прохідної ЗАТ “Криворізький суриковий завод”					
0-10 см	58,51±0,48*	37,0	0,12±0,002*	37,0	
10-20 см	66,33±0,48*	51,8	0,13±0,002*	51,8	
Санітарно-захисна зона ЗАТ “Криворізький суриковий завод”					
0-10 см	127,47±1,25*	80,6	0,26±0,007*	80,6	
10-20 см	114,06±1,7*	89,1	0,23±0,003*	89,1	
РЗФ-1 ПівніГЗК					
0-10 см	36,9±0,2*	23,3	0,07±0,001*	23,3	
10-20 см	46,88±1,51*	36,6	0,09±0,009*	36,6	

Отримані результати узгоджуються з даними літератури. Згідно даних Е.Г. Кузнецової і співавт., в ґрунтах, які знаходяться біля породного відвалу шахти “Воркутинська” довжина грибного міцелію знижується у 5 разів, його біомаса – у 3 рази, а кількість спор – у 8 разів, порівняно з фоновією ділянкою (Кузнецова, 2012).

В едафотоплах Кандалакшського алюмінієвого заводу в зоні сильного забруднення довжина грибного міцелію була в 1,5 рази, а його біомаса – у 1,4 рази меншою, ніж на помірно забрудненій ділянці, що показано у роботі М.В.Корнійкової (Корнейкова, 2006).

Таким чином, підсумовуючи усе вище сказане, слід зазначити, що в едафотоплах зон сильного забруднення (біля вантажної прохідної Криворізького сурикового заводу, РЗФ-1, свіжезамитого плесу хвостосховища ПівніГЗК) спостерігається підвищення рухомих форм сполук металів, які відносяться до І класу небезпечних елементів – кадмію, цинку і 4 плюмбуму у 9,8; 6,5 і 5,7 разів порівняно з чорноземом звичайним.

Таблиця 4. Кількість та біомаса спор мікроміцетів в техноземах порівняно з чорноземом звичайним

Варіант	Кількість спор (кл/г)		Біомаса спор (мг/г)		
	M±m	% к контролю	M±m	% к контролю	к
Чорнозем звичайний					
0-10 см	263,3±1,1	–	0,21±0,008	–	
10-20 см	240,3±3,9	–	0,14±0,006	–	
Біля вантажної прохідної ЗАТ “Криворізький суриковий завод”					
0-10 см	62,6±2,91*	23,8	0,02±0,001*	11,0	
10-20 см	83,1±6,13*	34,6	0,05±0,005*	40,0	
Санітарно-захисна зона ЗАТ “Криворізький суриковий завод”					
0-10 см	167,2±1,87*	63,5	0,12±0,01*	57,4	
10-20 см	145,8±4,52*	60,7	0,08±0,004*	57,8	
РЗФ-1 ПівнГЗК					
0-10 см	33,9±3,12*	12,9	0,01±0,002*	7,4	
10-20 см	52,9±1,04*	22,0	0,02±0,002*	15,6	

ВИСНОВКИ

Показано, що негативний вплив забруднення важкими металами техноземів промислових майданчиків Криворізького сурикового заводу і Північного гірничо-збагачувального комбінату впродовж весни, літа і осені призводить до зниження чисельності мікроміцетів у 4-10 разів. В едафотобах свіженамитого плесу хвостосховища ПівнГЗК їх кількість зменшується більш, ніж у 100 разів, порівняно з чорноземом звичайним, а зоні слабого забруднення Криворізького сурикового заводу - до 2 разів. У техногенно-порушених ґрунтах надлишковий вміст сполук важких металів зумовлює зменшення довжини грибного міцелію у 2,7-4,2 рази, його біомаси - у 2,6-4,5 разів, кількості спор у - 4,5-7,7 разів, а їх біомаси - у 10,5-21 раз, порівняно з природним ґрунтом.

У санітарно-захисній зоні Криворізького сурикового заводу довжина і біомаса грибного міцелію була у 1,2-1,4 рази, а кількість і біомаса спор у - 1,5-1,7 рази меншою, ніж у зональному ґрунті.

Робота була виконана в рамках проекту № 36 «Транслокація важких металів і фтору в системі «ґрунт-рослина» і підвищення стійкості рослин при дії абіотичних чинників» цільової комплексної міждисциплінарної програми наукових досліджень НАН України з проблем стійкого розвитку, раціонального природокористування і збереження довкілля.



ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Беспалова А.Ю. Влияние микроскопических грибов на подвижность меди, никеля и цинка в загрязненных альфегумусовых подзолах Кольского полуострова / А.Ю.Беспалова, О.Е.Марфенина, Г.В.Мотузова // Почвоведение. – 2002. – №9. – С.1066-1071.
- Білова Н.А. Мікрморфологічна та хімічна характеристика формування ґрунтів плесів та дамб хвостосховищ Кривбасу / Н.А.Білова, О.М.Сметана, Н.А.Сметана // Ґрунтознавство. – 2007. – Т.8, №1-2. – С. 33-40.
- Головина Т.А. Влияние техногенного загрязнения на микобиоту почвы соснового леса / Т.А.Головина // Вестник Челябинского гос. ун-та. – 2013. – №7 (298). – С. 160-161.
- Гришко В.М. Видовий склад та чисельність мікроміцетів у технозомах / В.М.Гришко, О.М.Коріновська, А.М.Бондаренко // Вісн. ХНАУ. – 2012. – Вип. 1(25). – С. 70-77.
- Гришко В.Н. Поступление и миграционная способность свинца и цинка в почвах центральной части Кривого Рога / Гришко В.Н.// Современные проблемы загрязнения почв: IV международная научная конференция, 27-30 мая 2013 г.: матер. – Москва. – 2013. – С. 75-81.
- Гришко В.Н. Биологическая активность почв при антропогенном загрязнении фторидами: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. биол. наук: спец. 03.00.16. "Экология" / В.Н.Гришко. – Днепропетровск, 1989. – 17 с.
- Деградация и охрана почв / под. ред. Г.В. Добровольского. – М. МГУ, 2002. – 654 с.
- Евдокимова Г.А. Биодинамика процессов трансформации органического вещества в почвах Северной Фенноскандии / Евдокимова Г.А., Зенкова И.В., Переверзев В.Н. – Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2002. – 154 с.
- Колесников С.И. Экологические последствия загрязнения почв тяжелыми металлами / Колесников С.И., Казеев К.Ш., Вальков В.Ф. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2000. – 232 с.
- Корнейкова М.В. Комплексы микроскопических грибов в лесных экосистемах при загрязнении газвоздушными выбросами алюминиевого предприятия: автореф. дис. на соискание науч. степени канд.биол. наук: спец. 03.00.16. "Экология" / Корнейкова М.В. – Санкт-Петербург, 2006. – 30 с.
- Кузнецова Е.Г. Влияние породных отвалов на тундровые экосистемы в Воркутинском промышленном районе / Е.Г.Кузнецова, В.А.Ковалева, Ф.М.Хабибуллина [и др.] // Известия Самарского научн. центра РАН. – 2012. – Т.14., № 1(8). – С. 2118-2122.
- Марфенина О.Е. Антропогенная экология почвенных грибов / Марфенина О.Е. – М.: Медицина для всех, 2005. – 198 с.

- Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под. ред. Д.Г.Звягинцева – М.: МГУ, 1991. – 295 с.
- Методы экспериментальной микологии / Под. ред. В.И. Билай. – К.: Наукова думка, 1982. – 432 с.
- Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. Центральный институт агрохимического обслуживания сельского хозяйства. – М.: б.и., 1989. – 62 с.
- Минкина Т.М. Состав соединений тяжелых металлов в почвах / Минкина Т.М., Мотузова Г.В., Назаренко О.Г. – Ростов-на-Дону: “Эверест”, 2009. – 208 с.
- Прудникова Т.И. Почвоведение методические рекомендации к лабораторным занятиям: підручник / Прудникова Т.И., Леонтьев Д.В., Неделько О.П. – Харьков: ХНУ, 2010. – 42 с.
- Севрякова О.А. Экологическая оценка почв в зоне размещения отвалов медно-колчеданных месторождений (на примере Башкирского Зауралья): автореф. дис. на соискание науч. степени канд. биол. наук: спец. 03.00.16 “Экология” / Севрякова О.А. – Уфа, 2012. – 23 с.
- Терехова В.А. Информативность параметров микобиоты в экологическом нормировании загрязнений наземных экосистем / В.А.Терехова // “Современная микология в России”: I съезд микологов России, 11-13 апреля 2002 г.: матер. – Москва. – 2002. – С. 83-84.
- Якість ґрунту. Відбирання проб: ДСТУ 4287:2004 – [Чинний від 2005-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2004. – 5 с. – (Національні стандарти України).
- Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю (цинку, кадмію, заліза, кобальту, міді, нікелю, хрому, свинцю) в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії: ДСТУ 4770.1-9:2007 – [Чинний від 2009-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 14 с. – (Національні стандарти України).
- Gadd G.M. Geomycology: biogeochemical transformations of rocks, minerals, metals and radionuclides by fungi, bioweathering and bioremediation / G.M.Gadd // Mycol. Res. – 2007. – № 111. – P. 3-48.
- Dighton J. Fungi in ecology processes / Dighton J. – New York; Basel: Marcel Dekker, Inc., 2003. – 434 p.
- Dragutin A. Anthropogenic effects on soil micromycetes / A.Dragutin, G.Leka, V.Sumanov, S. Racetic // Proc. Nat. Sci. Matica Srpska Novi. – 2007. – № 113. – P. 179-191.



REFERENCES

- Bespalova, A.Yu., Marfenina, O.Ye., Motuzova, G.V. (2002). Impact of microfungi on Cu, Ni, and Zi activity in polluted ashen-gray soils of the Kola Peninsula. *Soil Sciences*, 9, 1066-1071.
- Bilova, N.A., Smetana, O.M., Smetana, N.A. (2007). Micromorphological and chemical characteristics of broads and damp of Krivbas tailings ponds. *Soil Sciences*, 8 (1-2), 33-40.
- Golovina, T.A. (2013). Impact of industrial pollution on soil mycobiota of pine-tree forest. *Bulletin of Chelyabinsk State University*, 7 (298), 160-161.
- Grishko, V.M., Korinovska, O.M., Bondarenko, A.M. (2012). Species composition and abundance of micromicetes in industrial soils. *Bulletin of Kharkiv National Agrarian University*, 1 (25), 70-77.
- Grishko, V.N. (2013). Input and migratory ability of Pb and Zi in the soils of Central part of Krivyi Rog city. IV Intern. Conf. Current Problems of Soil Pollution. Moscow.
- Grishko, V.N. (1989). Biological activity of soils under industrial pollution by fluorides. Thesis of Doctoral Dissertation. Dnepropetrovsk.
- Soil Protection and Spoilage. (2002). G.V. Dobrovolskiy (Ed.). Moscow: Moscow State University.

- Yevdokimova, G.A., Zenkova, I.V., Pereverzev, V.N. (2002). Biological dynamics of transformation of organic matter in the soils of North Fennoscandia. Apatity: Kola Scientific Center Press
- Kolesnikov, S.I., Kazeyev, K.S., Valkov, V.F. (2000). Ecological consequences of soil pollution by heavy metals. Rostov-on-Don.
- Korneykova, M.V. (2006). Microfungi communities of forest ecosystems under pollution of air emissions from aluminum plant. Thesis of Doctoral Dissertation. Saint Petersburg.
- Kuznetsova, Ye.G., Kovaleva, V.A., Khabibullina, F.M. (2012). Influence of pit heaps on tundra ecosystems in Vorkuta industrial area. Bulletin of Samara Scientific Center, 14 (8), 2118-2122.
- Marfenina, O.Ye. (2005). Human Ecology of Soil Fungi. Moscow: Meditsina dlya vsekh.
- Methods of Soil Microbiology and Biochemistry. (1991). D.G. Zvyagintsev (Ed.). Moscow: Moscow State University.
- Methods of Experimental Mycology. (1982). V.I. Bilay (Ed.). Kiev: Naukova dumka.
- Methods on Heavy Metals determination in soils of cropland farmland. (1989). Moscow: Central Institute of Agrochemistry Service for Agriculture Industry.
- Minkina, T.M., Motuzova, G.V., Nazarenko, O.G. (2009). Composition of heavy metals in the soils. Rostov-on-Don: Everest.



Prudnikova, T.I., Leontyev, D.V., Nedelko, O.P. (2010). Soil Sciences. Lab Guidelines.

Kharkov: Kharkov National University.

Sevryakova, O.A. (2012). Ecological value of the soils in dump area of copper-sulphide deposits (the case of Bashkir Trans-Urals). Thesis of Doctoral Dissertation. Ufa.

Terekhova, V.A. (2002). Informative value of mycobiota parameters in ecological regulation of pollutions of terrestrial ecosystems. First Congress of Russian Mycologists. Moscow.

Soil Quality. Sampling. DSTU 4287:2004. (2004). Kiev: Ukrainian State Standard Committee.

Soil Quality. Zi, Cd, Fe, Co, Cu, Cr, and Pb contamination test. Ammonium-acetate extraction from 4.8 pH by atomic absorption spectrometry. DSTU 4770.1-9:2007. (2007). Kiev: Ukrainian State Standard Committee.

Поступила в редакцію 12.06.2014

Как цитировать:

Коріновська, О.М., Гришко, В.М. (2014). Чисельність та біомаса мікроміцетів у техногенно-порушених і природних ґрунтах. *Биологический вестник Мелитопольского государственного педагогического университета имени Богдана Хмельницкого*, 4 (2), 67-82. **crossref** <http://dx.doi.org/10.7905/bbmstu.v4i2.885>

© Коріновська, Гришко, 2014

Users are permitted to copy, use, distribute, transmit, and display the work publicly and to make and distribute derivative works, in any digital medium for any responsible purpose, subject to proper attribution of authorship.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 3.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/).