

СТРУКТУРА УГРУПОВАНЬ МІКРОМІЦЕТІВ ЕДАФОТОПІВ ПІДПРИЄМСТВ МЕТАЛУРГІЙНОЇ ТА ГІРНИЧОРУДНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

В.М. Гришко, О.М. Коріновська

Криворізький ботанічний сад НАН України

Показано, що викиди металургійних і гірничозбагачувальних підприємств м. Кривого Рогу значно впливають на структурну організацію угруповань мікроскопічних грибів у ґрунтах, що зумовлює формування угруповань мікроміцетів, які відрізняються від мікоценозів природних ґрунтів. На підставі визначення частоти трапляння видів в угрупованнях, індексів: видового багатства, різноманіття, домінування та коефіцієнта подібності Серенсена доведено, що в едафотопях промислових майданчиків підприємств збіднюється видове різноманіття мікроскопічних грибів.

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

Важкі метали є небезпечними забруднювачами навколишнього природного середовища. Близько 90% їх сполук потрапляє у довкілля з викидами підприємств гірничорудної та металургійної промисловості [1]. За накопичення у ґрунті у високих концентраціях вони здатні змінювати його біологічні властивості і негативно впливати на ґрунтову біоту [2, 3].

Відомо, що ґрунтові мікроскопічні гриби чутливі до змін умов існування, зокрема до забруднення ґрунту важкими металами [4, 5]. У таких ґрунтах змінюється видовий склад, пригнічується їх розвиток, з'являються резистентні до забруднення види мікроміцетів [6–8]. Проте на сьогодні лишаються мало з'ясованими зміни видового складу ґрунтових мікроміцетів у технозомах за дії викидів металургійних та гірничозбагачувальних підприємств, дослідити які і було метою роботи.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Матеріалом для дослідження були зразки таких ґрунтів: свіжесамитого плеса хвостосховища Північного гірничозбагачувального комбінату (ПівнГЗК, м. Кривий Ріг), рудозбагачувальної фабрики — РЗФ-1 ПівнГЗК, поблизу 9-ї домни, прохідної до прокатних станів та прохідної № 1 ком-

бінату «АрселорМіттал Кривий Ріг», біля вантажної прохідної Криворізького сурикового заводу і його санітарно-захисної зони. Контролем слугував чорнозем звичайний (сmt Петрове, Кіровоградська обл.). Мікроскопічні гриби виділяли відповідно до загальних методів ґрунтової мікробіології [9]. Ідентифікацію мікроміцетів здійснювали за відповідними визначниками [10, 11, 12]. Для оцінювання різноманіття мікроміцетів розраховували їх частоту трапляння, схожість угруповань визначали за коефіцієнтом Серенсена; ступінь домінування видів — за індексом Бергера — Паркера, видового багатства — за індексом Сімпсона, видового різноманіття — за індексом Шеннона [13].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Ідентифікація мікроміцетів на поживних середовищах Чапека, сусло-агарі і картопляно-глюкозному агарі дала змогу всебічно оцінити зміни видового складу мікроміцетів досліджуваних ґрунтів. Із ґрунтів обстежених моніторингових ділянок ідентифіковано 45 видів із 18 родів ґрунтових мікроміцетів.

Досліджені ґрунти значно відрізнялися за частотою трапляння мікроміцетів (табл. 1). Так, з чорнозему звичайного виділено та ідентифіковано 17 видів мікроскопічних грибів; в угрупованні домінували (частота трапляння 60–100%)

Частота трапляння мікроміцетів у ґрунтах моніторингових ділянок (%)

Вид	Частота трапляння, %							
	1*	2	3	4	5	6	7	8
<i>Mortierella jenkini</i> Naumov	40	–	60	40	–	40	–	–
<i>M. isabelina</i> Oudem	–	40	–	–	–	–	–	–
<i>M. vinacea</i> Dixon-Stewart	13	–	–	–	–	–	–	–
<i>Mucor corticola</i> Hagem	–	–	20	–	–	–	–	–
<i>M. globosus</i> Ficher	–	26	–	20	–	–	20	–
<i>M. racemosus</i> Fres., Beitr	46	–	–	–	20	–	–	–
<i>Absidia butleri</i> Lendn	–	–	6	–	–	–	–	–
<i>A. glauca</i> Hagem	–	–	–	20	–	–	–	–
<i>Cunninghamella echinulata</i> Thaxter	–	–	–	–	–	33	–	–
<i>Rhizopus oligosporus</i> Saito	–	–	–	–	–	20	–	–
<i>Aspergillus niger</i> Tiegh	–	–	40	–	–	–	–	–
<i>A. ochraceus</i> G. Wilh	33	20	–	6	–	–	–	–
<i>A. ustus</i> (Bainier) Thom et Church	60	–	–	80	–	–	–	–
<i>A. nidulans</i> (Eidam) Wint	40	–	–	–	80	–	–	–
<i>A. versicolor</i> Tiraboschi. Thom, Church	–	–	–	–	20	–	–	–
<i>A. fumigatus</i> Fres.	–	–	–	–	–	–	–	33
<i>A. flavus</i> Raper et Fennell	–	–	53	–	–	–	40	–
<i>A. wentii</i> Thom, Church	–	–	–	–	–	20	–	–
<i>Fusarium oxysporum</i> E.F. Sm. et Swingle	93	–	–	60	–	–	–	–
<i>F. solani</i> (C. Mart.) Appel et Wollenw	–	–	–	–	13	20	–	–
<i>F. javanicum</i> Koorders	–	–	–	–	40	–	–	–
<i>F. avanaseum</i> (Corda: Fr.) Sacc	–	–	–	–	–	53	–	–
<i>Botrytis cinerea</i> Persoon ex Fries	20	–	33	–	–	–	–	–
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl	53	60	–	–	–	–	–	–
<i>Arthrobotrys longispora</i> Preuss	13	–	–	–	–	–	–	–
<i>Phoma</i> sp.	–	13	–	–	–	–	–	–
<i>Stachybotrys alternans</i> Bonorden	33	–	–	–	–	60	–	–
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen) G.A.	–	–	–	–	40	–	–	–
<i>Curvularia tuberculata</i> Jain	–	–	–	46	–	–	–	–
<i>Penicillium vinaceum</i> J.C. Gilman	100	–	–	60	–	–	60	6
<i>Penicillium expansum</i> Link	26	–	60	–	13	60	–	–
<i>Penicillium spinulosum</i> Thom	–	–	–	–	–	–	–	40
<i>Penicillium corylophilum</i> Dierckx	20	–	–	20	13	–	20	–
<i>Penicillium citrinum</i> Thom	–	–	–	20	–	–	–	–
<i>Penicillium</i> sp4	–	–	40	–	–	–	–	–
<i>Penicillium</i> sp8	–	26	–	33	–	–	–	–
<i>Penicillium</i> sp9	–	6	–	–	–	–	–	–

Закінчення таблиці 1

Вид	Частота трапляння, %							
	1*	2	3	4	5	6	7	8
<i>Talaromyces variabilis</i> (Sopp) Samson	60	–	–	–	60	–	–	–
<i>Trichoderma viride</i> Pers	20	66	40	20	–	–	–	–
<i>T. lignorum</i> (Tode) Harz	–	–	–	6	40	–	–	–
<i>T. koningii</i> Oudemans	–	–	–	13	–	–	13	–
<i>T. longibrachiatum</i> Rifai	–	–	–	–	–	–	–	46
<i>Verticillium album</i> (Preus) Pidopliczko	26	–	–	20	–	–	–	–

Примітка: *1 – чорнозем звичайний; 2 – вантажна прохідна Криворізького сурикового заводу; 3, 4, 5 – санітарно-захисні зони: Криворізького сурикового заводу; 9-ї домни; біля прохідної № 1; 6 – прохідна до прокатних станів «АрселорМіттал Кривий Ріг»; 7 – РЗФ-1 ПівнГЗК; 8 – свіженамите плесо хвостосховища ПівнГЗК.

Penicillium vinaceum, *Talaromyces variabilis*, *Fusarium oxysporum* і *Aspergillus ustus*; до типових видів у ценозі (частота трапляння – 33–53%) віднесено *Alternaria alternata*, *Mortierella jenkini*, *Aspergillus nidulans*, *A. ochraceus*, *Stachybotrys alternans* і *Mucor racemosus*, тоді як частота трапляння інших не перевищувала 26%.

Істотні зміни в угрупованнях мікроміцетів встановлено в едафатопах моніторингових ділянок гірничо-металургійного комбінату «АрселорМіттал Кривий Ріг». Наприклад, у ґрунтах санітарно-захисної зони біля 9-ї домни загальна кількість видів була в 1,3 раза меншою порівняно з контролем, тоді як за типовими домінантними видами (*A. ustus*, *P. vinaceum* і *F. oxysporum*) угруповання мікроміцетів техноземів цієї ділянки майже не відрізнялися від зонального ґрунту. До типових (з частотою трапляння 33–46%) віднесено *M. jenkini*, *C. tuberculata* і *Penicillium sp8*. Дещо меншим видовим різноманіттям характеризувався ґрунт санітарно-захисної зони біля прохідної № 1, у якому домінували 2 види: *A. nidulans* і *T. variabilis*, тоді як до типових за частотою трапляння належали *F. javanicum*, *C. cladosporioides* і *T. lignorum*. З техноземів прохідної до прокатних станів виділено лише 8 видів ґрунтових мікроскопічних грибів, що у 2 рази менше порівняно з контролем. У ньому домінували (з частотою трапляння 60%) *Stachybotrys alter-*

nans і *P. expansum*, серед субдомінантних видів (з частотою трапляння 33–53%) – *F. avanaseum*, *M. jenkini* і *C. echinulata*.

На моніторинговій ділянці у зоні сильного забруднення біля вантажної прохідної Криворізького сурикового заводу загальна кількість видів мікроміцетів знижувалася в 2,1 раза порівняно з чорноземом звичайним. Домінували (з частотою трапляння 60–66%) *T. viride* і *A. alternata*, до типових (з частотою трапляння 40%) належала *M. isabelina*. У ґрунтах санітарно-захисної зони заводу кількість видів в угрупованні була 1,8 раза меншою, ніж у зональному ґрунті. Домінували *P. expansum* і *M. jenkini* (частота трапляння 60%), а серед субдомінантних видів (частота трапляння 33–53%) відзначено *Penicillium sp4*, *T. viride*, *A. niger*, *A. flavus*, і *B. cinerea*.

Істотне зниження видового різноманіття мікроміцетів спостерігалось на промислових майданчиках ПівнГЗК. Так, на промисловому майданчику РЗФ-1 кількість видів мікроскопічних грибів була в 3,4 раза меншою порівняно з контролем, а домінував лише *P. vinaceum*, до типових належав *A. flavus*. Найменше видове різноманіття було характерне для техноземів свіженамитоного плеса хвостосховища ПівнГЗК. Слід підкреслити, що в ґрунтах цієї моніторингової ділянки не було типових домінантних видів, а з доволі високою частотою трапляння (33–46%) спостері-

галися *P. spinulosum*, *T. longibrachiatum* і *A. fumigatus*.

Значущу різницю у кількісному видовому складі ґрунтових грибів на досліджених моніторингових ділянках можуть зумовлювати промислові викиди, внаслідок яких чутливі до сполук важких металів види зникають, а їх місце в екологічних нішах займають більш резистентні до забруднення мікроміцети.

Проведений аналіз структури угруповань мікроміцетів антропогенно-порушених ґрунтів і чорнозему звичайного за загальноприйнятими в екології критеріями засвідчив, що найбільше їх біорізноманіття відзначено у зональному ґрунті.

Визначення коефіцієнта подібності Серенсена виявило, що найбільш схожими на угруповання чорнозему звичайного були угруповання ґрунтових мікроскопічних грибів санітарно-захисної зони біля 9-ї домни комбінату «АрселорМіттал Кривий Ріг», а найменш подібним до контролю був ценоз ґрунтових мікроміцетів РЗФ-1 та свіженамитою плесо ПівнГЗК (табл. 2). Більше ніж удвічі відрізнялися угрупован-

ня ґрунтових мікроміцетів техноземів прохідної до прокатних станів металургійного комбінату і чорнозему звичайного.

Про істотні зміни у структурі ценозу мікроміцетів свідчать величини індексу домінування Бергера – Паркера у техноземах порівняно з чорноземом звичайним. Зменшення його в 2–3,5 рази для ценозів у техноземах біля вантажної прохідної Криворізького сурикового заводу, РЗФ-1 і свіженамитою плеса хвостосховища ПівнГЗК підтверджує збіднення видового різноманіття мікроміцетів у мікробному ценозі перелічених ґрунтів. Найвищу величину індексу Бергера – Паркера встановлено для чорнозему звичайного, що добре узгоджується з максимальним видовим різноманіттям виділених з нього мікроскопічних грибів.

Аналогічні результати отримано за розрахунку індексу видового багатства Сімпсона, визначення якого засвідчило, що найнижчими величинами характеризувався ценоз контрольної ділянки через значну кількість домінантних видів. Для угруповань санітарно-захисної зони біля 9-ї домни комбінату «АрселорМіттал Кривий Ріг»

Таблиця 2

Індекси екологічного різноманіття угруповань мікроміцетів моніторингових ділянок

Моніторингова ділянка	Коефіцієнт Серенсена	Індекс		
		Бергера – Паркера	Сімпсона	Шеннона
Біля вантажної прохідної Криворізького сурикового заводу	0,26	3,8	0,42	2,14
Санітарно-захисна зона Криворізького сурикового заводу	0,40	5,3	0,33	2,69
Санітарно-захисна зона біля 9 домни комбінату «АрселорМіттал Кривий Ріг»	0,72	5,8	0,25	3,86
Санітарно-захисна зона біля прохідної № 1 комбінату «АрселорМіттал Кривий Ріг»	0,45	5,4	0,30	2,90
Прохідна до прокатних станів комбінату «АрселорМіттал Кривий Ріг»	0,35	5,1	0,35	2,29
РЗФ-1 ПівнГЗК	0,20	3,1	0,53	1,57
Свіженамитою плесо хвостосховища ПівнГЗК	0,10	1,9	0,67	1,23
с/т Петрове (чорнозем звичайний)	–	6,3	0,16	4,50

його величини були у 1,5 раза більшими, ніж для чорнозему звичайного. Про зменшення кількості домінантних видів свідчить зростання до 2,6 раза індексу видового багатства в техноземах біля вантажної прохідної Криворізького сурикового заводу. Найвищі величини індексу Сімпсона зафіксовано для ценозів техноземів промислового майданчика РЗФ-1 та свіженамитого плеса хвостосховища ПівнГЗК. Це свідчить про незначну кількість домінантних видів, що характерно угрупованням промислових екосистем з доволі високим рівнем забруднення полювантами [8].

Максимальною величиною індексу Шеннона характеризувалося угруповання мікроскопічних грибів чорнозему звичайного. В угрупованнях мікроміцетів у ґрунтах прохідної до прокатних станів комбінату «АрселорМіттал Кривий Ріг» і біля вантажної прохідної Криворізького сурикового заводу він зменшувався у 2,1 раза порівняно з умовним контролем (чорноземом звичайним). Найнижчими були величини цього показника для угруповань техноземів РЗФ-1 та свіженамитого плеса хвостосховища ПівнГЗК, що свідчить про значне збіднення видового складу угруповань мікроміцетів ґрунтів промислових майданчиків.

ВИСНОВКИ

Аналіз наведених даних свідчить про істотні зміни видового складу мікроміцетів у едафотобах промислових підприємств металургійної та гірничорудної промисловості. По-перше, в едафотобах у 2–4 рази зменшується загальна кількість видів. По-друге, в забруднених ґрунтах збіднюється видове різноманіття мікроміцетів, на що вказує зменшення величин індексів домінування і видового різноманіття та — збільшення індексу видового багатства.

Роботу виконано в рамках проекту № 36 «Транслокація важких металів і фтору в системі «ґрунт — рослина» і підвищення стійкості рослин за дії абіотичних чин-

ників» цільової комплексної міждисциплінарної програми наукових досліджень НАН України з проблем стійкого розвитку, раціонального природокористування і збереження довкілля.

ЛІТЕРАТУРА

1. Важкі метали: надходження в ґрунти, транслокація у рослинах та екологічна небезпека // В.М. Гришко, Д.В. Сишиков, О.М. Піскова та ін. — Донецьк: Донбасс, 2012. — 303 с.
2. *Андреюк Е.И.* Основы экологии почвенных микроорганизмов / Е.И. Андреюк, Е.В. Валагурова. — К.: Наукова думка, 1992. — 190 с.
3. *Зачиняева А.В.* Микроміцети забруднених ґрунтів Северо-Западного регіону Росії та їх роль в патогенезі алергічних форм мікозів / А.В. Зачиняева, Е.В. Лебедева // Микологія і фітопатологія. — 2003. — Вип. 5. — С. 69–74.
4. Вплив іонів важких металів на мікробіоту ґрунту Криворізького регіону / С.В. Олішевська, В.О. Захарченко, Л.Т. Наконечна та ін. // Мікробіол. журн. — 2009. — Т. 71. — С. 50–57.
5. *Gadd G.M.* Geomycology: biogeochemical transformations of rocks, minerals, metals and radionuclides by fungi, bioweathering and bioremediation / G.M. Gadd // Mycol. Res. — 2007. — No. 111. — P. 3–48.
6. *Коріновська О.М.* Чутливість мікроміцетів до важких металів / О.М. Коріновська, В.М. Гришко // Вісник Дніпропетровського національного університету. — 2011. — Вип. 2, т. 2. — С. 49–55. — (Серія: Біологія. Медицина.)
7. *Лебедева Е.В.* Микроміцети ґрунтів, подвержених впливанню горно-металургічного комбінату / Е.В. Лебедева, Т.В. Канивец // Микологія і фітопатологія. — 1991. — Вип. 2, т. 25. — С. 111–116.
8. *Марфенина О.Е.* Антропогенная экология почвенных грибов / О.Е. Марфенина. — М.: Медицина для всех, 2005. — 198 с.
9. *Кураков А.В.* Методы выделения и характеристики комплекса микроскопических грибов наземных экосистем / А.В. Кураков. — М.: МАКС Прес, 2001. — 85 с.
10. *Мельник В.А.* Определитель грибов России: класс *Nyctomyces*, сем. *Dematiaceae* / В.А. Мельник. — СПб.: Наука, 2000. — 358 с.
11. *Domsh K.H.* Compendium of soil fungi / K.H. Domsh, W. Gams, T.H. Andersen. — Eching: IHW-Verlag, 2007. — 672 p.
12. Modern concept in *Penicillium* and *Aspergillus* classification / Ed. by R.A. Samson, J.I. Pitt. — New York: Plenum Press, 1990. — 460 p.
13. *Мэгарран Э.* Экологическое разнообразие и его измерение / Э. Мэгарран — М.: Мир, 1992. — 181 с.