

УДК 631.4:504.54:635(477.64-2)

МІКРОМІЦЕТНІ КОМПЛЕКСИ ЯК ПОКАЗНИК ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ УРБОЗЕМІВ ЗАВОДСЬКОГО РАЙОНУ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ

Костюченко Н.І., к.б.н. доц., Супрун О.С.

Запорізький національний університет, Україна, 69600, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 66Kostuchenko.zp@mail.ru

У статті наведено результати досліджень екологічного стану урбоземів Заводського району м. Запоріжжя за мікробіологічними показниками.

Мета – вивчити вплив техногенних поллютантів на видову структуру і таксономічне різноманіття мікроміцетних комплексів територій, які знаходяться в зоні впливу металургійного комбінату ПАТ „Запоріжсталь” і шлакозвалища.

Методи. Відбір ґрунтових зразків, виділення, культивування, облік мікроскопічних грибів проводили за загальноприйнятими в ґрунтовій мікробіології методами, використовуючи середовище Чапека.

Результати та висновки. За весь період досліджень було виділено 600 ізолятів мікроскопічних грибів (46 видів з 15 родів), які належать до відділів *Zygomycota* (7 видів з 3 родів) і *Deuteromycota* (39 видів з 12 родів). Домінували представники родів *Aspergillus* (8), *Penicillium* (7), *Fusarium* (5). Встановлено, що в ґрунтах території, що знаходяться в зоні впливу заводу ВАТ „Запоріжсталь”, формувалися специфічні мікоценози – кількість спільних видів менше 50 %. Показано, що в техноземах і урбоземах у порівнянні з природними ґрунтами відбувається зміна родового і видового складу мікоценозів у бік збільшення присутності грибів з потенційно патогенними властивостями і здатних накопичувати поллютанти. Рясність потенційно патогенних грибів зростала при збільшенні інтенсивності навантаження і досягало максимальних показників (76,2 %) у техноземах. Переважного розвитку набувають види-космополіти з широким ареалом існування такі як *Paecilomyces lilacinus*, *Aspergillus alliaceus*, *A. melleus*, *Penicillium crustosum*, *P. nigricans*, *Fusarium oxysporum*, які є широко поширеними видами в антропогенно порушених ґрунтах.

Ключові слова: урбоземи, техноземи, мікобіота, мікроміцетні комплекси, видове різноманіття.

МИКРОМИЦЕТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УРБОЗЕМОВ ЗАВОДСКОГО РАЙОНА ГОРОДА ЗАПОРОЖЬЕ

Костюченко Н.И., Супрун Е.С.

Запорожский национальный университет, Украина, 69600, г. Запорожье, ул. Жуковського, 66

В статье приведены результаты исследований экологического состояния урбоземов Заводского района г. Запорожья по микробиологическим показателям.

Цель – выявить влияние техногенных поллютантов на видовую структуру и таксономическое разнообразие микроміцетных комплексов территорий, находящихся в зоне влияния металлургического комбината ПАТ „Запорожсталь” и шлакоотвалов.

Методы. Отбор образцов, выделение, культивирование, учет микроскопических грибов проводили согласно общепринятым в почвенной микробиологии методам, используя среду Чапека.

Результаты и выводы. За весь период исследований выделено 600 изолятов микроскопических грибов (46 видов из 15 родов), относящихся к отделу *Zygomycota* (7 видов из 3 родов) и *Deuteromycota* (39 видов из 12 родов). Доминировали представители родов *Aspergillus* (8), *Penicillium* (7), *Fusarium* (5). Установлено, что в почвах территорий, находящихся в зоне влияния завода ВАТ „Запорожсталь”, формировались специфические микоценозы – количество общих видов меньше 50 %. Показано, что в техноземах и урбоземах по сравнению с природными почвами происходит изменение родового и видового состава микоценозов в сторону увеличения присутствия грибов с потенциально патогенными свойствами, способных накапливать поллютанты. Обилие потенциально опасных грибов возрастало с увеличением нагрузки и было максимальным (76,2 %) в техноземах. Преимущественное развитие приобретают виды-космополиты с широким ареалом существования такие как *Paecilomyces lilacinus*, *Aspergillus alliaceus*, *A. melleus*, *Penicillium crustosum*, *P. nigricans*, *Fusarium oxysporum*, являющиеся распространенными видами в антропогенно нарушенных почвах.

Ключевые слова: урбоземы, техноземы, микобиота, микроміцетные комплексы, видовое разнообразие

COMPLEXES OF MICROMYCETES AS AN INDICATOR OF ENVIRONMENT STATE OF URBAN SOIL OF ZAVODKIY DISTRICT OF ZAPORIZHZHYA

Kostuchenko N.I. Suprun K. S.

Zaporizhzhya national university, Ukraine, 69600, Zaporizhzhya, Zhukovskogo Street 66.

The current state of the environment and its subsequent deterioration is reasonable concern because it caused numerous environmental, health and other problems. A special place for the severity of these problems occupy urban areas – multi-functional natural and man-made systems that differ significantly from the original state of natural landscapes. The human factor in soil urbecosystem often prevails over natural, causing the formation of specific soil types and soil-like bodies. In conditions of intense anthropogenic pressure most of the soil cover in varying degrees undergoes degradation, which makes it difficult or prevents soil execution of its functions. A characteristic feature of urban soils is their significant contamination by heavy metals, petroleum products, xenobiotics and other industrial toxicants. In industry soils considerable changes in the microbial complex, including microfungi that appear both in reducing the number and biomass, diversity of microorganisms, and to reduce their activity. Soil contamination by heavy metals and petroleum products also leads to significant restructuring of complex organisms, change the structure of domination species of soil microflora.

To understand the functional role Micromycetes in soil were studied such traits as their total number, biochemical and physiological characteristics, species composition, frequency of occurrence, density populations of certain species, genera and physiological groups. Significant changes in the structure and quantitative composition of fungi ecosystem lead to the dramatic impact on the soil. The aim of the work was to study the impact on the ecological state of Micromycetes in urban soils of Zavodskiy district of Zaporozhye, in the zone of influence of pollutants from the plant “Zaporizhstal”.

Research was conducted in the lab of microbiology at the chair of general and applied ecology and zoology of Zaporizhzhya National University, the study of the total number of microscopic fungi was carried out on the territory of the Zavodskiy district m. Zaporizhzhya in September 2015. It was chose 4 experimental plots: number 1 – waste deposit of Zaporizhstal; number 2 – 500 meters from the epicenter of pollution; number 3 – inhabitant zone of Pavlokichkas district; number 4 – control area (natural soil). Samples from areas 2 and 3 were collected in the root area of grass.

The selection of soil samples, selection, cultivation, accounting microscopic fungi carried out by conventional methods in soil microbiology, using Chapek medium. Cultivation was carried during 7-14 days at a temperature 28° C. The number of colonies that were grown expressed in colonies appearances units (CAU) per 1 g of air-dried soil. We made 5 experiments. Identification of selected species of fungi isolates was performed by macro and micromorphological, physiological and cultural characteristics. To assess the environmental state of the soil microbiota into account indicators of species abundance (%), ratio Sørensen (Ks).

The maximum number of microscopic fungi was isolated from soil areas number 2 (slag heaps) and number 3 - 44.0 and 37.2 thousand. CAU / g soil, respectively. However, the significant difference from the control was only on the area number 2. Over the entire period of research, we have identified 600 isolates of microscopic fungi (46 species from 15 genera) belonging to departments *Zegomycota* (7 species of 3 families) and *Deuteromycota*, or anamorphic fungi (39 species from 12 genera). Analysis of quantitative indicators of soil communities of mycota shown in 2-2,5 times exceeding the total number of microscopic fungi in areas of sanitary zone of the plant compared to soils residential zone. The analysis of the quality of the isolated fungi showed that they belong to families *Alternaria* Nees, *Aspergillus* Micheli, *Cephalosporium* Lebert, *Cladosporium* Link, *Doratomyces* Per.: Er, *Fusarium* Link: Fr, *Gonytrichum* Nees ex Wallroth, *Paecilomyces* Thom, *Penicillium* Link: Fr., *Trichoderma* Pers. and *Verticillium* Nees ex Wallroth. The complex formed Micromycetes typical species of the genera *Acremonium*, *Aspergillus*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Verticillium*. We found increase in the number and diversity of species of the genus *Aspergillus*, whose share was between 14,9-22,5% of fungi on selected plots residential zone. This is due to the ability of these fungi to toxin and high tolerance to anthropogenic load, which is typical for ground in urban areas. Reduction of the share or full leveling species genera *Trichoderma*, *Fusarium*, *Alternaria* indicates deterioration of fertility and phytosanitary state of soils studied.

The analysis of species diversity of complexes of micromycetes at studied soils showed that in area number 1 dominated microcenosies that are controlled by *Trichoderma viride* Pers (*T. lignorum*) (a profusion of 25.35 %). At the area number 2 dominated *Aspergillus alliaceus* Thom et Church (profusion of 15.69 %). Among the selected microscopic fungi at the area № 3 was the most abundant species *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Sams., whose species density was 18.52 %. At the area number 4 two species are dominated: *Penicillium crustosum* and *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras* (a profusion of 14.86 %).

Sorensen coefficient calculations showed that the most similar in structure were complexes of micromycetes from soil samples from the control area and area № 2. The most significant differences between complexes of Micromycetes

were found in soil samples from the control plots and plot number 3. Sørensen coefficient calculations showed that in species structure of complexes of micromycetes areas, that are under industry impact significantly different from control (Sørensen ratios <0.5). The most similar in species composition (56% of common species) of micromycetes was found between epicenter of soil pollution and area that located at a distance of 500 m from waste storage.

Thus, the standard method of analyzing the example of saccharolytic Micromycetes been shown that industry soil and urban soil compared with natural soil view upwards presence of potentially pathogenic fungi species and can accumulate pollutants. Preferred of becoming cosmopolitan species with broad habitat such as *Paecilomyces lilacinus*, *Aspergillus alliaceus*, *A. melleus*, *Penicillium crustosum*, *P. nigricans*, *F. oxysporum*, which is a common species in anthropogenically disturbed soils. Abundance of potentially pathogenic fungi growing with increasing intensity reached the maximum load and performance (76.2%) in industry soils.

Keywords: urban soil, industry soil, microbiota, complex of micromycetes, species diversity.

ВСТУП

Сучасний стан навколишнього середовища і подальше його погіршення викликає обґрунтовану тривогу, оскільки цим зумовлені численні екологічні, санітарно-гігієнічні та інші проблеми. Особливе місце за гостротою цих проблем посідають урбанізовані території – складні багатофункціональні природно-антропогенні системи, у яких домінує людина. Вони являють собою „згущення” населення і енергоспоживання, де мало що збереглося від вихідного стану природних ландшафтів [1]. Процес урбанізації буде продовжуватися і в майбутньому, оскільки спосіб життя в містах має певні переваги (економічні, соціально-побутові, культурні, інформаційні тощо), тому, дослідженню стану об’єктів довкілля урбанізованих територій та оцінці їх екологічного стану приділяють велику увагу [2]. Важливе місце в таких дослідженнях має вивчення ґрунтового покриву. Міські ґрунти, виконуючи важливі екологічні функції, піддаються значно більш інтенсивним навантаженням, ніж природні і ті, що використовуються в сільському господарстві.

Спроби вирішення проблеми охорони навколишнього середовища призвели до нового осмислення ролі ґрунтового покриву в підтримуванні комфорту й безпечної життєдіяльності людини в місті. Антропогенний фактор ґрунтоутворення в урбоекосистемах часто переважає над природними, що викликає формування специфічних типів ґрунтів і ґрунтоподібних тіл. В умовах інтенсивного антропогенного навантаження велика частина ґрунтового покриву в тій чи іншій мірі піддається деградації, що ускладнює або заважає виконанню ґрунтом його функцій [3]. Техногенне забруднення ґрунтів можна характеризувати як суму процесів, зумовлених перерозподілом хімічних елементів на поверхні ґрунту і в його товщі під впливом людської діяльності [4].

Функціонування заводів чорної та кольорової металургії призводить до накопичення у ґрунтах і стічних водах підприємств великої кількості іонів важких металів, які є токсичними для живих організмів, у тому числі й мікроміцетів [5]. Ґрунти територій, що знаходяться під впливом викидів виробництв чорної і кольорової металургії, машинобудування, вугледобувної, хімічної та металообробної промисловості містять важкі метали в кількостях, які в десятки і сотні разів перевищують природний геохімічний фон. Найбільш забруднені важкими металами ґрунти промислових та селетєбних зон поруч з підприємствами чорної і кольорової металургії. Менш забруднені ґрунти, що знаходяться під впливом викидів підприємств хімічної, машинобудівної та металообробної промисловості [6].

З підвищенням рівня забруднення, у тому числі на території металургійних підприємств, може відбуватися незначне збільшення видової різноманітності грибів за рахунок появи мало типових для даного місцезнаходження видів, збільшення кількості резистентних видів грибів, зокрема меланінвмісних [7]. У техногенно-порушених ґрунтах знижується чисельність і біомаса мікроскопічних грибів, а також формуються стійкі до забруднення

мікоценози. Враховуючи те, 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 процесів продукування та трансформації речовини і енергії в екосистемах [8].

Метою роботи було вивчення впливу техногенних полютантів на видову структуру і таксономічне різноманіття мікроміцетних комплексів територій, які знаходяться в зоні впливу ПАТ „Запоріжсталь” і шлакозвалища металургійного комбінату.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводилися на базі кафедри загальної та прикладної екології і зоології Запорізького національного університету у вересні 2015 р. Аналізувався ґрунт з чотирьох ділянок Заводського району м. Запоріжжя: техноземи – територія балки Середня, що розташована на відстані 2300 метрів від підприємства ПАТ „Запоріжсталь”, яка є шлакозвалищем металургійного комбінату (ділянка № 1); урбоземи, що знаходяться на відстані 500 м від епіцентру забруднення (ділянка 2); урбоземи селітебної зони Павло-Кічкас (ділянка 3). Контроль – зразки ґрунту природного біогеоценозу – балки, що знаходиться в межах Заводського району (умовно чиста зона). Зразки ґрунту з ділянок № 2 і № 3 відбирали з кореневої зони газонних трав.

Відбір ґрунтових зразків, виділення, культивування, облік мікроскопічних грибів проводили за загальноприйнятими в ґрунтовій мікробіології методами [9], використовуючи середовище Чапека (ЧА) для сахаролітичної групи мікроміцетів. Тривалість культивування – 7-14 діб за температури 28°C. Чисельність колоній, що виростили, виражали в колоніях утворювальних одиницях (КУО) у 1 г повітряно-сухого ґрунту. Повторність досліджу – п’ятиразова.

Мікроміцети визначали на основі морфолого-культуральних ознак, вивчення морфології колоній (морфологія поверхні та краю колоній, їх розмір та форма, забарвлення колоній та реверзumu), а також мікроструктур (розмір, форма та тип конідій, конідієносців, стеригм тощо). Мікропрепарати для дослідження під світловим мікроскопом готували за допомогою препарувальної голки і леза. Для виготовлення прижиттєвих препаратів як монтувальне середовище використовували дистильовану воду.

Видову ідентифікацію виділених ізолятів грибів проводили, користуючись визначниками вітчизняних та зарубіжних авторів [10–12]. Для оцінки екологічного стану мікобіоти ґрунту враховували показники відносної рясності видів (%), коефіцієнт Сьоренсена (K_s). Відносну рясність визначали як число пропагул даного виду до загального числа пропагул, виражене у %. Достовірними за відмінністю при порівнянні видового складу двох різних ценозів вважали такі, при яких коефіцієнт Соренсена складає більше 50 %.



Рисунок 1 – Балка Заводського району (контроль).



Рисунок 2 – Балка Середня – епіцентр забруднення промисловими шлаковими відвалами.



Рисунок 3 – Територія на відстані 500 м від епіцентру забруднення.



Рисунок 4 – Селітебна зона Заводського району (Павло-Кічкас)

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Проведений аналіз кількісних показників мікоценозів дозволив встановити відмінності кількісних показників мікоценозів на досліджених ділянках у порівнянні з природним біогеоценозом. Мікробіологічні дослідження показали, що максимальна кількість мікроскопічних грибів була виділена з ґрунту ділянок епіцентру забруднення (ділянка № 1) і на відстані 500 м від епіцентру (ділянка № 2) – 44,0 і 37,2 тис. КУО/г ґрунту відповідно. Проте достовірною різниця із контролем була лише на ділянці № 1. (табл. 1).

Таблиця 1 – Загальна чисельність мікроскопічних грибів, виділених з ґрунту Заводського району м. Запоріжжя, тис. КУО/г ґрунту

Варіант	Усього колоній, шт.	Середнє арифметичне М	Середнє квадратичне відхилення δ	Похибка m	Критерій Стьюдента (td)
Контроль	105	21,0	6,73	3,36	
Ділянка №1	220	44,0*	4,42	2,21	2,86
Ділянка №2	186	37,2	12,45	6,22	1,14
Ділянка №3	89	17,8	3,9	1,95	0,41

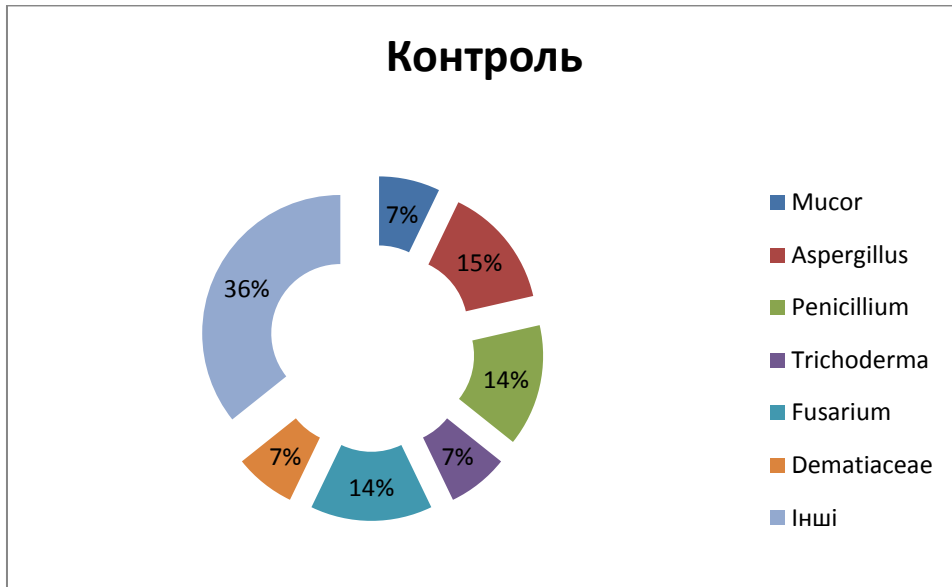
Примітка. * – різниця між варіантами достовірна при $P > 0,95$

За весь період досліджень нами було виділено 600 ізолятів мікроскопічних грибів (46 видів з 16 родів) та ідентифіковано до виду 29 морфолого-культуральних типів, які належать до відділів *Zegomycota* (5 видів з 2 родів) і *Deuteromycota*, або анаморфні гриби (30 видів з 14 родів). Проведений аналіз якісного складу виділених грибів показав, що вони належать до родів *Alternaria* Nees, *Aspergillus* Micheli, *Cephalosporium* Lebert, *Cladosporium* Link, *Doratomyces* Per.:Er, *Gliocladium* CDA, *Gonytrichum* Nees ex Wallroth, *Fusarium* Link:Fr, *Metarrhizium* Sorokin, *Mucor* Mich, *Mycelia sterilia*, *Paecilomyces* Harz, *Penicillium* Link: Fr., *Trichoderma* Pers. та *Verticillium* Nees ex Wallroth.

Серед усіх виділених мікроміцетів найбільшим видовим спектром вирізнялися роди *Aspergillus* (8 видів), *Penicillium* (7), *Fusarium* (5), а також гриби порядку *Mucorales* (4). Інші роди були представлені 1-2 видами. Проте, слід зазначити, що видовий спектр зазначених родів відрізнявся за варіантами (рис. 5–6). Так, з контрольних зразків нами було виділено лише 2 види р. *Aspergillus*, частка яких становила 15 %. У зразках з епіцентру забруднення промисловими поллютантами (ділянка 1), та з території на відстані 500 м (ділянка 2) – 6 видів, у зразках селітебної зони – 5, частка яких складала від 22 до 28 %. Видовий спектр р. *Penicillium* був широким лише в ґрунті ділянок № 1 і № 2 і становив 5 і 4 види (рясність 24 і 15 % відповідно). Видове різноманіття мікроскопічних грибів порядку *Mucorales* і грибів роду *Fusarium* було більш широким у ризосфері газонних трав у порівнянні з контролем і епіцентром забруднення (рис. 6).

Родове і видове різноманіття мікроскопічних грибів значно розширювалось у ризосфері газонних трав за рахунок видів з низькою видовою щільністю, що належать до родів *Doratomyces*, *Gliocladium*, *Metarrhizium*, які не зустрічалися в контролі і на ділянці № 1. Серед грибів, які зустрічалися тільки в контролі були представники р. *Gonytrichum*. Проте, нами було відмічено зменшення частки або повне нівелювання видів родів *Trichoderma*, *Fusarium*, *Alternaria*, що свідчить про погіршення родючості та фітосанітарного стану досліджуваних ґрунтів.

А



Б

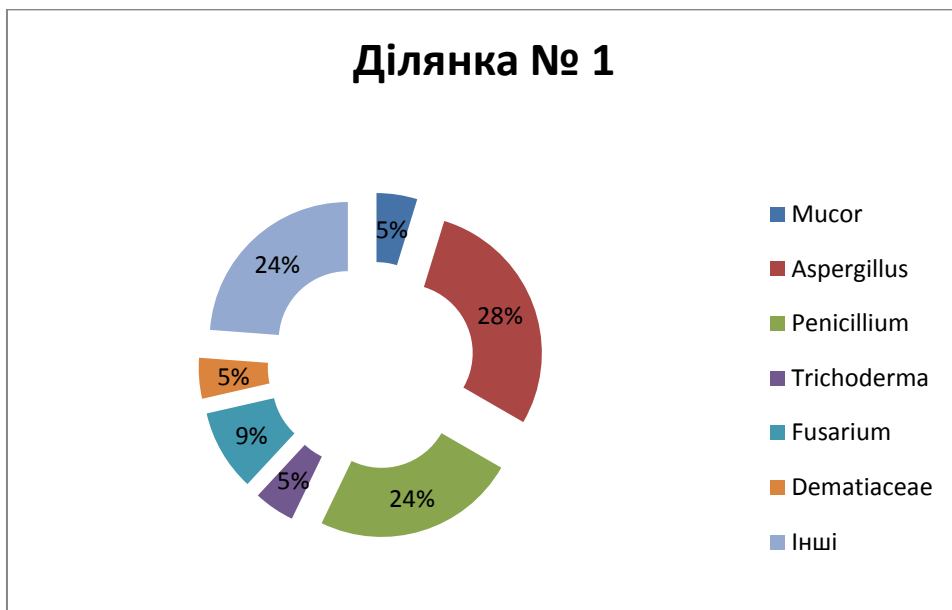


Рисунок 5 – Родовий склад мікроскопічних грибів, виділених з ґрунтів Заводського району м. Запоріжжя: А – фонові ґрунти; Б – балка Середня (епіцентр забруднення).

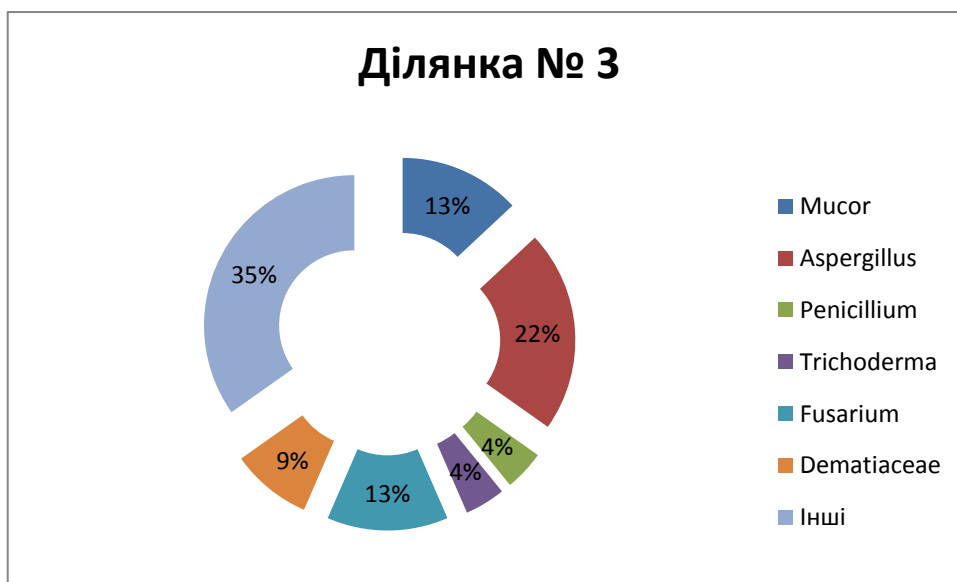
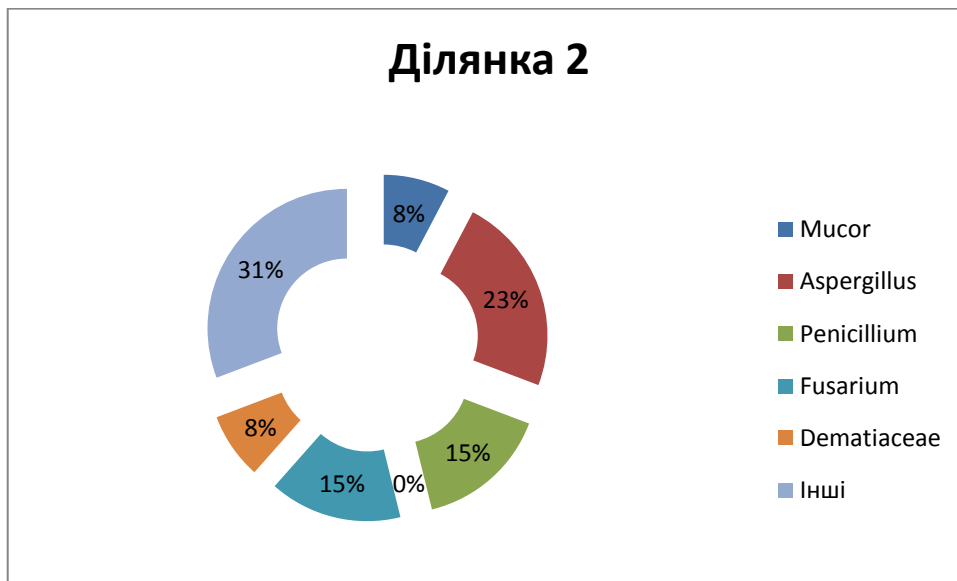


Рисунок 6 – Родовий склад мікроскопічних грибів, виділених з ґрунтів Заводського району м. Запоріжжя: А – 500 м від епіцентру забруднення, Б – селітебна зона (Павло-Кічкас).

Як свідчать дані таблиці 2, найрізноманітнішим виявився видовий склад мікроміцетних комплексів на ділянці, що розташована на відстані 500 м від промислових відвалів (29 видів), це майже в 2 рази більше за видовий склад грибів ґрунту контрольної ділянки (14 видів). Кількість виділених мікроміцетів у епіцентрі забруднення і селітебній зоні була майже однаковою і становила 21 і 26 види відповідно. За даними літератури, така помітна різниця у кількісному видовому складі ґрунтових грибів досліджуваних територій може бути обумовлена впливом підвищеного рівня забруднення іонами важких металів, через що відбувається незначне збільшення видової різноманітності грибів [13].

Таблиця 2 – Видовий склад мікроміцетів ґрунтів Заводського району м. Запоріжжя

	Види	Контроль	Ділянка № 1	Ділянка № 2	Ділянка №3
<i>Zygomycota, Zygomycetes, Mucorales</i>					
Mucoraceae					
1	<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer	5,63	4,90	0,93	1,35
2	<i>M. racemosus</i> (Fr.)	-	-	-	1,35
3	<i>Mucor sp. 1</i>	-	-	-	1,35
4	<i>Mucor. sp. 2</i>	-	-	0,93	-
5	<i>Rhizopus nigricans</i> Ehr. *	-	-	2,78	4,05
<i>Hyphomycetes, Hyphomycetales</i>					
Moniliaceae					
6	<i>Aspergillus alliaceus</i> Thom et Church*	-	15,69	4,63	2,70
7	<i>A. melleus</i> Jukawa*	12,68	10,78	6,48	-
8	<i>A. niger</i> V.Tieghem*	1,40	-	-	2,70
9	<i>A. niveus</i> Blochwitz*	-	2,75	0,93	1,35
10	<i>A. ochraceus</i> Wilhelm*	-	-	-	5,41
11	<i>A. terreus</i> Thom*	-	0,98	0,93	-
12	<i>A. ustus</i> Thom et Church*	-	0,98	1,85	1,35
13	<i>Aspergillus sp.</i>	-	0,98	0,93	-
14	<i>Cephalosporium gramineum</i> Lebert*	8,45	-	1,85	1,35
15	<i>Gliocladium griseum</i> (Lk.)Bain *	-	2,94	-	1,35
16	<i>Gonytrichum sp.</i>	4,23	-	-	-
17	<i>Metarrhizium anisoplie</i> Sorokin	-	-	0,93	9,46
18	<i>Paecilomyces lilacinus</i> (Thom) Sams.	-	2,94	21,3	4,05
19	<i>Penicillium citrinum</i> Thom *	-	0,98	-	-
20	<i>P. crustosum</i> Thom *	2,82	7,84	17,59	16,21
21	<i>P. digitatum</i> (Pers.) Sacc.	-	1,96	1,85	-
22	<i>P. nigricans</i> (Bain) et Thom*	7,04-	7,84	9,26	-
23	<i>P. thomii</i> Maire *	-	0,98	-	-
24	<i>Penicillium. sp 1</i>	-	-	0,93	-
25	<i>Trichoderma viride</i> Pers.*	25,35	1,96	-	4,05
26	<i>Verticillium album</i> (Preuss) Pidopliczko	12,68	3,92	0,93	1,35
Dematiaceae					
27	<i>Alternaria alternate</i> (Per.: Er) van Keissler *	-	0,98	4,63	2,70
28	<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fres.) de Vr*	1,40	-	4,63	4,05
<i>Stilbellales, Stilbellaceae</i>					
29	<i>Doratomyces stemonitis</i> (Per.: Er) Vuill	-	-	0,93	-
<i>Tuberculariales, Tuberculariaceae</i>					
30	<i>Fusarium moniliforme</i> Sheld*	5,63	-	-	1,35
31	<i>F. oxysporum var. orthoceras</i> Appl. Et Wr.*	9,86	2,94	2,78	14,86
32	<i>F. sambucinum</i> Fuck*	-	-	2,78	-
33	<i>F. semitectum</i> Berkeley et Ravenel	-	6,86	0,93	6,76
34	<i>Fusarium sp. 1</i>	-	-	3,70	-
<i>Agonomycetales, Agonomycetaceae</i>					
35	<i>Mycelia sterilia</i> (white)	2,82	1,96	0,93	5,41
	Інші	1,40	8,82	3,72	2,7
	Всього родів (видів)	10 (14)	10 (21)	13 (29)	14 (26)
	Токсичні види* (%)	64,28	76,19	68,97	69,23

Проведений аналіз видового різноманіття мікроміцетних комплексів досліджуваних ґрунтів показав, що в мікоценозі контрольної ділянки з високою видовою щільністю (25,35 %) виділялись гриби *Trichoderma viride* (syn. *T. lignorum*), а типовими видами були представники рр. *Fusarium* (*F. moniliforme*, *F. oxysporum* var. *orthoceras*), *Verticillium album*, *Cephalosporium gramineum*, які є природними антагоністами грибів р. *Trichoderma*. Крім зазначених видів, рясними типовим для цих ґрунтів виявився вид *A. melleus* (12,68 %).

У ґрунті біля шлакозвалища нами зареєстрована найбільша кількість грибів рр. *Aspergillus* і *Penicillium*, загальна частка яких складала 51,8 %. Серед типових представників р. *Aspergillus* (*A. alliaceus*, *A. melleus*, *A. niveus*, *A. terreus*, *A. ustus*) найбільш рясними були 2 види – *A. alliaceus* (рясність 15,69 %) і *A. melleus* (рясність 10,78 %). Типовими, але менш рясними були мікроміцети роду *Penicillium* (*P. crustosum*, *P. nigricans*).

У зразках ґрунту, що були відібрані з газонів на відстані 500 м від епіцентру забруднення і селітебної зони, нами відмічено зростання кількості видів роду *Fusarium* і значне зростання порівняно з контролем рясності *Penicillium crustosum*. Крім того, встановлено зменшення в 6,3 рази частки *Trichoderma viride* у зразках ґрунту селітебної зони і відсутність представників цього роду на ділянці № 2. Серед виділених мікроскопічних грибів з ділянки № 2 найбільш рясним виявився вид *Paecilomyces lilacinus*, видова щільність якого становила 21,3 %, За даними літератури цей вид грибів вважається індикаторним на забруднення іонами важких металів [14], що може свідчити про високий фоновий рівень важких металів. На ділянці № 3, крім *P. crustosum*, з високою видовою щільністю зустрічався *F. oxysporum* var. *orthoceras* (14,86 %) і типовими були *Paecilomyces lilacinus* і *Aspergillus ochraceus*, з який останній зустрічався лише на цій ділянці.

Наші дані збігаються з даними Олішевської та ін. [14], що вивчали вплив іонів важких металів на мікобіоту території ВАТ „Запоріжсталь” і виявили домінування *Aspergillus ochraceus* та *Fusarium oxysporum*. За даними наших досліджень у технозомах Заводського району міста Запоріжжя, крім зазначених, домінували евритопні види *Aspergillus alliaceus*, *A. melleus*, а в урбоземах – *Penicillium crustosum*, *F. oxysporum* var. *orthoceras*, *Paecilomyces lilacinus* і зростала кількість *Mycelia sterilia* (white).

Розрахунки коефіцієнта Сьоренсена показали, що за видовим складом мікроміцетні комплекси територій, що знаходяться в зоні впливу промислових поллютантів достовірно відрізнялись від контролю (коефіцієнти Соренсена < 0,5). Найбільш подібні за видовим складом (56 % спільних видів) мікоценози ґрунтів у епіцентрі забруднення і ділянки, яка розташована на відстані 500 м від шлакозвалища (табл. 3).

Таблиця 3 – Показники подібності видового складу мікроміцетів за Сьоренсом

	Контроль	Ділянка №1	Ділянка № 2	Ділянка №3
Контроль		8	7	9
Ділянка № 1	0,46		14	12
Ділянка № 2	0,33	0,56		14
Ділянка № 3	0,45	0,51	0,51	

Таким чином, при стандартному способі аналізу на прикладі сахаролітичної групи мікроміцетів було показано, що в технозомах і урбоземах у порівнянні з природними ґрунтами відбувається зміна родового і видового складу мікоценозів у бік збільшення присутності грибів з потенційно патогенними властивостями і здатних накопичувати поллютанти. Переважного розвитку набувають види-космополіти з широким ареалом

існування такі як *Paecilomyces lilacinus*, *Aspergillus alliaceus*, *A. melleus*, *Penicillium crustosum*, *P. nigricans*, *F. oxysporum*, які є широко поширеними видами в антропогенно порушених ґрунтах. Рясність потенційно патогенних грибів зростала при збільшенні інтенсивності навантаження і досягала максимальних показників (76,2 %) у технозомах.

Зміни складу і структури ґрунтової мікобіоти, які відбуваються в міських екосистемах, спрямовані на деградацію природних трофічних груп і розвиток угруповань, здатних розвиватися в умовах забруднення промисловими поллютантами. Це зумовлює доцільність оцінки поширення певних трофічних груп мікроміцетів у міських ґрунтах для об'єктивної екологічної характеристики урбанізованих територій та їх безпеки для здоров'я людини. Виявлені зміни у видовому складі мікроскопічних грибів під дією промислових полютантів можуть бути базовими для подальшого моніторингу стану урбаноземів м. Запоріжжя

ВИСНОВКИ

1. За весь період досліджень було виділено 600 ізолятів мікроскопічних грибів (46 видів з 15 родів), які належать до відділів *Zygomycota* (7 видів з 3 родів) і *Deuteromycota*, або анаморфні гриби (39 видів з 12 родів).
2. Встановлено, що структуру мікроміцетних комплексів досліджуваних ґрунтів формували види мікроскопічних грибів, що належать до рр. *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Doratomyces*, *Fusarium*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Verticillium*. Домінували представники рр. *Aspergillus*, *Penicillium* і *Fusarium*. Переважного розвитку набувають видикосмополіти з широким ареалом існування: *Paecilomyces lilacinus*, *Aspergillus alliaceus*, *A. melleus*, *Penicillium crustosum*, *P. nigricans*, *Fusarium oxysporum*, що є широко поширеними видами в антропогенно порушених ґрунтах.
3. Найбільша кількість видів грибів виділена з ґрунту ділянки № 2 (500 м від епіцентру забруднення), серед яких найбільш рясним виявився індикаторний щодо іонів важких металів вид *Paecilomyces lilacinus*, видова щільність якого становила 18,52 %.
4. Встановлено, що в ґрунтах досліджуваної території формувалися специфічні мікоценози – кількість спільних з природними ґрунтами видів менше 50 %. Найбільш подібними за видовим складом виявилися мікроміцетні комплекси техноземів і урбаноземів (коефіцієнти Соренсена = 0,51-0,56).
5. Показано, що в технозомах і урбозомах у порівнянні з природними ґрунтами відбувається зміна родового і видового складу мікоценозів у бік збільшення присутності грибів з потенційно патогенними властивостями і здатних накопичувати полютанти. Рясність потенційно патогенних грибів зростала при збільшенні інтенсивності навантаження і досягала максимальних показників (76,2 %) у технозомах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Хакимов Ф.И. Почвы промышленного города: Трансформация и загрязнение / Ф.И. Хакимов, Н.Ф. Деева, А.О. Ильина // Екологія та ноосферологія. – 2006. – Т. 17, №. 1–2. – С. 24–40.
2. Герасимова М.И. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация: учеб. пособие / М.И. Герасимова, М.Н. Строганова, Н.В. Можарова, Т.В. Прокофьева. – Смоленск: Ойкумена, 2003. – 268 с.
3. Криштоп Є.А. Міські ґрунти як невід'ємний елемент урбанізованих і техногенно забруднених територій / Є.А. Криштоп, В.В. Волощенко // Вісник ХНАУ. – 2013. – № 2. – С. 200 – 201.

4. Ізюмова О.Г. Агроекологічні наслідки впливу цементного пилу на поживний режим ґрунту / О.Г. Ізюмова // Агроекологічний журнал. – 2012. – № 3. – С. 40.
5. Олішевська С.В. Сорбція іонів міді ґрунтовими мікроміцетами / С.В. Олішевська, А.І. Василевська, М.О. Фоміна, В.Й. Манічев // Мікробіол. журн. – 2006. – № 4. – С. 60 – 71.
6. Матеріали V Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю. 23 – 26 вересня 2015 р. Збірник наукових праць. – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. – 280 с.
7. Зачиняева А.В. Микологическая индикация почв Череповецкого промышленного района / А.В. Зачиняева, Е.В. Лебедева, М.А. Ярмишко, А.В. Румянцева // Микология и фитопатология. – 2006. – № 1. – С. 39 – 45.
8. Коріновська О.М. Чисельність та біомаса мікроміцетів у техногенно-порушених і природних ґрунтах / О.М. Коріновська, В.М. Гришко // Біологічний вісник МДПУ. – 2014. – № 2. – С.69.
9. Методы почвенной микробиологии и биохимии: учеб. пособие / Под ред. Д. Г. Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.
10. Литвинов М. А. Определитель микроскопических грибов / М. А. Литвинов. – Л.: Наука, 1967. – 303 с.
11. Определитель патогенных и условнопатогенных грибов / Д. Саттон, А. Фотергилл, М. Ринальди; пер. с англ. К. Л. Тарасовой и Ю. Н. Ковалева; [под ред. И. Р. Дорожковой]. – М. : Мир., 2001. – 486 с.
12. Билай В.И. Определитель токсинобразующих микромицетов / В.И. Билай, З.А. Курбацкая. – Киев : Наук. думка, 1990. – 236 с.
13. Олішевська С.В. Вплив іонів важких металів на мікробіоту ґрунту криворізького регіону / С.В. Олішевська, В.О. Захарченко, Л.Т. Наконечна [та ін.] // Мікробіол. журн. – 2009. – № 4. – С. 50 – 57.
14. Олишевская С.В. Влияние тяжелых металлов на микобиоту почв некоторых промышленных регионов Украины / С.В. Олишевская, В.И. Маничев, В.А. Захарченко [и др.] // Микология и фитопатология. – 2006. – 40, № 2. – С. 133 – 142.

REFERENCES

1. Khakimov F.I. Pochvy promyshlennogo goroda: Transformacija i zagrjaznenie / F.I. Khakimov, N.F. Deeva, A.O. Ilina // Ekologija ta noosferologija. – 2006. – Т. 17, №. 1–2. – S. 24–40.
2. Gerasimova M.I. Antropogennye pochvy: genezis, geografija, rekultivacija: ucheb. posobie / M.I. Gerasimova, M.N. Stroganova, N.V. Mozharova, T.V. Prokof'eva. – Smolensk: Ojkumena, 2003. – 268 s.
3. Krishtop Є.А. Miski rrunti jak nevidjemnij element urbanizovanikh i tehnogenno zabrudnenikh teritorij / Є.А. Krishtop, V.V. Voloshhenko // Visnik HNAU. – 2013. – № 2. – S. 200 – 201.
4. Izyumova O.G. Agroekologichni naslidky vplivu cementnogo pilu na pozhivnij rezhim rruntu / O.G. Izyumova // Agroekologichni zhurnal. – 2012. – № 3. – S. 40.
5. Olishevskaja S.V. Sorbcija ioniv midi ґруntovimi mikromicetami / S.V. Olishevskaja, A.I. Vasilevska, M.O. Fomina, V.J. Manichev // Mikrobiol. zhurn. – 2006. – № 4. – S. 60.
6. Materiali V Vseukrasinskogo z'їzdu ekologiv z mizhnarodnoju uchastyu. 23 – 26 veresnja 2015 r. Zbirnik naukovih prats – Vinnicya: TOV «Nilan-LTD», 2015. – 280 s.

7. Zachinjaeva A.V. Mikologicheskaya indikaciya pochv Cherepoveckogo promyshlennogo rayona / A.V. Zachinjaeva, E.V. Lebedeva, M.A. Jarmishko, A.V. Rumjanceva // Mikologiya i fitopatologiya. – 2006. – № 1. – S. 39.
8. Korinovska O.M. Chiselnist ta biomasa mikromicetiv u tehnogenno-porushenih i prirodnikh gruntakh / O.M. Korinovska, V.M. Grishko // Biologichniy visnik MDPU. – 2014. – № 2. – S.69.
9. Metody pochvennoj mikrobiologii i biokhimii: ucheb. posobie / Pod red. D. G. Zvyaginceva. – M.: Izd-vo MGU, 1991. – 304 s.
10. Litvinov M. A. Opredelitel' mikroskopicheskikh gribov / M. A. Litvinov. – L.: Nauka, 1967. – 303 s.
11. Opredelitel patogennyh i uslovnopatogennyh gribov / D. Satton, A. Fotergill, M. Rinaldi; per. s angl. K. L. Tarasovoy i Ju. N. Kovaleva; [pod red. I. R. Dorozhkovoy]. – M. : Mir., 2001. – 486 s.
12. Bilay V.I. Opredelitel toksinobrazujushhih mikromicetov / V.I. Bilay, Z.A. Kurbackaya. – Kiev : Nauk. dumka, 1990. – 236 s.
13. Olishevskaya S.V. Vplyv ioniv vazhkykh metaliv na mikrobiotu gruntu kryvorizhskogo regionu / S.V.Olishevskaya, V.O. Zakharchenko, L.T. Nakonechna // Mikrobiol. zhurn. – 2009. – № 4. – S. 50-57.
14. Olishevskaya S.V. Vliyaniye tyazhelykh metallov na mikrobiotu pochv nekotorykh promyshlennykh regionov Ukrainy / S.V.Olishevskaya, N.N. Zhdanova, V.I. Manichev, A.N. Legan // Mikologiya i fitopatologiya. – 2006. – T. 40, v. 2. – S. 133-141.

Рецензенти: Камишний О.М., д.мед.н., професор кафедри мікробіології, вірусології та імунології ЗДМУ

Войтович О.М., к.б.н., доцент кафедри садово-паркового господарства та генетики рослин ЗНУ