

А.І. Чусько, Л.Т. Наконечна, Н.М. Жданова

*Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України,
вул. Академіка Заболотного, 154, Київ МСП, Д 03680, Україна*

ВИДОВИЙ СКЛАД ГРИБІВ, ВИДІЛЕНИХ З УРАЖЕНИХ ГУМОВИХ ШИН ТА ЇХ КОМПОНЕНТІВ

В роботі досліджена мікобіота гумотехнічних виробів, що містять різні пластифікатори – натуральний та синтетичний. Порушення технології виготовлення та умов зберігання суцільнолитих гумових шин викликало їх ураження мікроскопічними грибами. З поверхні і внутрішніх шарів таких об'єктів та їх компонентів виділено 27 видів мікроміцетів, які віднесені до 16 родів.

*Досліджено вплив пластифікаторів на ураження мікроміцетами матеріалів, що вивчалися та виявлено закономірність щодо розподілу видів роду *Aspergillus* у їх внутрішніх шарах та на поверхні.*

Використовуючи методи флористичного аналізу та комп'ютерної обробки даних, була оцінена ступінь дослідженості зібраної інформації, обраховано число видів, що можуть теоретично існувати на досліджених гумових шинах та їх компонентах, доведена несприятливість умов існування для більшості грибів на таких субстратах, виявлені угруповання видів, що вносять найбільший вклад у їх ураження.

Ключові слова: мікобіота, гумотехнічні матеріали, коефіцієнт Тюрінга, індекс Сімпсона, пластифікатор, біопшкодження, ступінь домінування, угруповання мікроміцетів.

Представники царства грибів можуть розвиватися на широкому колі різноманітних техногенних субстратів, багато з яких відносяться до важкодоступних (наприклад, гумотехнічні вироби) [6]. Мікроскопічні гриби мають переваги перед іншими організмами за рахунок того, що вони здатні швидко пристосовуватись до нових субстратів, формувати на них колонії, проникати в середину відповідного матеріалу [1, 9].

На сьогодні існує велика кількість промислових матеріалів, в тому числі гумотехнічних (ГТМ), що виготовляються на основі вторинної сировини, або зі змінами у технології [5, 13]. Метою таких нововведень є, як правило, здешевлення виробництва матеріалу, або надання йому нових, бажаних якостей. При цьому трапляються випадки ураження таких матеріалів мікроскопічними грибами. Стійкість полімерних матеріалів, до яких відносять і ГТМ, до ураження мікроскопічними грибами регламентується ГОСТ 9.049-91 [14]. Список тест-культур мікроміцетів, що застосовуються у даному документі, не враховує специфіки мікобіоти, що формується саме на ГТМ в зоні помірного клімату. Тому, для успішного запобігання біопшкодженням ГТМ необхідно, перш за все, дослідити їх видовий склад. Інформація про видове різноманіття та зустрічальність таких видів грибів на ГТМ є важливою для удосконалення грибних тестів, що рекомендовані для випробування на грибостійкість ГТМ.

Метою даної роботи було виявлення особливостей видового складу грибів, які були виділені з уражених гумових шин, виготовлених за різною технологією.

Матеріали і методи. Досліджений видовий склад мікобіоти, яка викликала обростання литих гумових шин, виготовлених за різними технологіями, та їх основних компонентів. Перелік зразків подано у табл. 1.

Перелік досліджених зразків

Найменування зразка	Кількість
Зразки шин, що містять синтетичний пластифікатор	3
Зразки шин, що містять натуральний пластифікатор	3
Компоненти суцільнолітих гумових шин	
Зразки гуми некондиційної різної, виготовленої на основі каучуків загального призначення	3
Крихта гумова з вулканізаційних виробів	1
Пластифікатор синтетичний	1
Пластифікатор натуральний	1

Зразки матеріалів шин одержували з поверхні та внутрішніх шарів (5–25 мм).

Виділення мікроскопічних грибів проводили з використанням методу змиву та розведення суспензії конідій та фрагментів міцелію (1:1000) з подальшим висівом її на стандартизоване середовище Чапека [2].

Виділення грибів із рідких компонентів шин (пластифікаторів) проводили шляхом внесення 10 мл пластифікатора на поверхню агаризованого стандартного середовища Чапека в чашках Петрі з подальшою експозицією при 28 °С протягом 10 діб [2].

Для виділення мікроміцетів із твердих компонентів ГТМ (гумової крихти та гумової суміші) та внутрішніх шарів матеріалу, зразки обробляли за методикою [4]. Оброблені таким чином зразки розкладали у чашках Петрі на поверхню агаризованого середовища Чапека та голодного агару. Для запобігання росту бактерій до цих середовищ додавали антибіотики ампіцилін та цефалоспорин з розрахунку 40 од/мл середовища. Зразки витримували у термостаті при 28 °С протягом десяти діб.

Ідентифікацію мікроскопічних грибів здійснювали за їх культурально-морфологічними ознаками за відповідними визначниками [3, 12, 16, 17]. Встановлення таксономічної приналежності виділених видів проводили на основі номенклатурних даних щодо царства грибів [15].

Повноту збору інформації щодо вивченої мікобіоти для всіх досліджених об'єктів було обраховано за допомогою коефіцієнта Тюрінга:

$$C = 1 - \frac{f_1}{S} * 100\%,$$

де f_1 – число синглетонів (видів, що зустрілися тільки один раз), S – число всіх знайдених видів. Коефіцієнт Тюрінга виражається у відсотках; його величина вказує на те, який відсоток видів було виділено дослідником.

Дані щодо числа синглетонів дозволяють не тільки встановити якість вивчення біоти, але також орієнтовно визначити загальне число видів, що мешкають на даних об'єктах (з урахуванням тих, що не були виявлені дослідником):

$$T = \frac{S}{C},$$

де T – загальне число видів, S – число знайдених видів, C – коефіцієнт Тюрінга.

Частоту трапляння грибів розраховували як відношення загальної кількості ізолятів виділеного виду до числа зразків досліджених субстратів.

Кількісний ступінь домінування та відносна сприятливість умов існування мікроскопічних грибів на досліджених субстратах було обраховано за допомогою індексу Сімпсона:

$$D = \sum p_i^2,$$

де p_i – відносна рясність кожного виду, тобто $p_i = n_i/N$, де n_i – число ізолятів, що належать до i -го виду, а N – загальне число ізолятів в дослідженому матеріалі. Доцільність застосування саме цього критерію пояснюється його досить слабкою залежністю від видового багатства та простою підрахунку.

Подібність мікобіот досліджених субстратів між собою та з даними інших авторів оцінювали за допомогою коефіцієнта Сьоренсена-Чекановського:

$$C_x = \frac{2c}{a+b},$$

де a – число видів у першій з порівнюваних біот, b – число видів у другій з порівнюваних біот, c – число видів, що були знайдені в обох біотах.

Встановлення ступеня відповідності сукупності грибів дослідженим субстратам проводилося за допомогою аналізу відповідностей, або кореспонденс-аналізу із застосуванням комп'ютерної програми Statistica 6.0. Аналіз відповідностей або кореспонденс-аналіз є унікальним методом множинних порівнянь, який дозволяє не лише візуалізувати міру подібності між об'єктами, що порівнюються, але і оцінити відповідність між варіюванням об'єктів і варіюванням змінних, що їх описують. У біологічних дослідженнях останнім часом цей вид аналізу набуває все більшої популярності, оскільки дозволяє у формі однієї діаграми виразити ступені збіжності подібності між різними станами даного екологічного чинника та характер належності видів або їх груп до даного чинника. На відміну від інших методів вивчення сукупності даних, аналіз відповідностей працює з первинними флористичними даними – списками видів, в яких вказана їх чисельність. При побудові діаграми аналізу відповідностей види позначаються точками, а субстрати, з яких вони були виділені – лініями (векторами) [8].

Відповідність видів певному субстрату є досить відносною. Її визначають за величиною кута нахилу між вектором, що проходить крізь точку – субстрат та вектором, що проходить крізь точку, що означає певний вид. Початок векторів знаходиться в точці з координатами (0,0). Кут нахилу, менший за 90° , вказує на позитивну кореляцію (відповідність) між двома величинами, що порівнюються. Кут нахилу, що більше, або дорівнює 90° , вказує на негативну кореляцію, або, відповідно, її відсутність. Умовно зменшуючи величину кута до $22,5^\circ$ (75 % кореляції), отримаємо види, що мають найбільшу спорідненість до субстрату. Види, що розташовані на найближчій за значенням зваженої Евклідової відстані до точки перетину координат, дають найбільший внесок у формування загальної біоти. Дана величина розраховується за формулою:

$$d = (l^2x + l^2y)^{0,5},$$

де lx – проекція Евклідової відстані на горизонтальну вісь, ly – проекція Евклідової відстані на вертикальну вісь.

Для більшої наочності сукупності таких видів на діаграмі їх позначають еліпсами.

Результати та їх обговорення. В ході досліджень із 12 досліджених зразків шин та їх компонентів нами було виділено 64 ізоляти, що відносилися до 27 видів 16 родів (табл. 2).

**Частоти трапляння видів,
виділених із різних гумових шин та їх компонентів**

№ п/п	Назва	Частота трапляння мікроскопічних грибів на досліджених зразках, %			Загальна частота трапляння, %
		ШС*	ШН*	Компоненти гумових шин	
Відділ Zygomycota					
1	<i>Mucor racemosus</i> Fresenius	33,3	-	20,0	18,2
2	<i>Rhizopus stolonifer</i> (Ehrenberg: Fries) Vuillemin	33,3	-	20,0	18,2
Відділ Mitosporic fungi					
3	<i>Acremonium strictum</i> Gams	-	33,3	-	9,1
4	<i>Alternaria alternata</i> (Fries: Fries) von Keissler	33,3	-	40,0	27,3
5	<i>Aspergillus alliaceus</i> Thom et Church em. Fennel et Warcup	-	-	20,0	9,1
6	<i>A. carneus</i> Blochwitz et al.	33,3	33,3	-	18,2
7	<i>A. flavus</i> Link: Fries	100	66,7	80,0	81,8
8	<i>A. fumigatus</i> Fresenius	33,3	-	-	9,1
9	<i>A. giganteus</i> Wehmer	33,3	-	-	9,1
10	<i>A. niger</i> van Tieghem	33,3	-	20,0	18,2
11	<i>A. sydowii</i> (Bainier et Satory) Thom et al.	66,7	100	-	45,5
12	<i>A. ustus</i> (Bainier) Thom et Church	33,3	33,3	40,0	27,3
13	<i>A. versicolor</i> (Vuillemin) Tiraboschi	33,3	33,3	20,0	27,3
14	<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary) G. Arnaud	33,3	-	-	9,1
15	<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresenius) de Vries	-	33,3	20,0	18,2
16	<i>C. sphaerospermum</i> Penzig	33,3	-	-	9,1
17	<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenweber	33,3	33,3	-	18,2
18	<i>Geotrichum candidum</i> Link: Fries	-	33,3	33,3	18,2
19	<i>Mycelia sterilia</i> (orange)	-	33,3	40,0	27,3
20	<i>Paecilomyces lilacinus</i> Thom (Samson)	33,3	33,3	20,0	18,2
21	<i>Penicillium chrysogenum</i> Thom	-	-	40,0	18,2
22	<i>P. expansum</i> Link	-	-	40,0	18,2
23	<i>Penicillium</i> sp. Link	100	66,7	60,0	72,7
24	<i>Scopulariopsis brumptii</i> Salvent-Duval	-	-	20,0	9,1
25	<i>Stachydotrys chartarum</i> (Ehrenberg) S. Hughes	-	-	20,0	9,1
26	<i>Trichoderma viride</i> Persoon: Fries	33,3	-	20,0	18,2
Відділ Ascomycota					
27	<i>Eurotium herbariorum</i> Link	33,3	33,3	-	18,2

Примітка. * ШС – шини, що містять синтетичний пластифікатор; * ШН – шини, що містять натуральний пластифікатор; “-” – гриб не було виділено.

На основі одержаних даних, можна зробити припущення, що найвагоміший внесок в ураження суцільнолитих гумових шин вносили види, що мали найбільшу частоту зустрічаємості та були виділені з усіх досліджених субстратів. В нашому випадку це були *A. flavus*, *A. versicolor* та види роду *Penicillium*.

Значення загальної частоти зустрічаємості вище за 60 % означає домінування виду, 30–60 % – вид зустрічається часто, 10–30 % – вид зустрічається рідко, нижче 10 % – випадковий вид [10].

Ми припускаємо, що ураження досліджених шин мікроскопічними грибами відбувається за двома можливими шляхами:

- 1) проростання міцелію з поверхні матеріалу у його внутрішні шари;
- 2) проростання міцелію з внутрішніх шарів на поверхню і утворення колоній.

Внесок кожного з цих шляхів можна оцінити, порівнюючи видовий склад мікроскопічних грибів на поверхні та у внутрішніх шарах досліджених зразків.

Під час роботи було вивчено видовий склад мікроскопічних грибів (табл. 3), що контамінують внутрішні шари гумотехнічних матеріалів на глибині 5–25 мм.

Таблиця 3

Порівняння видового складу мікроміцетів, виділених із внутрішніх шарів шин

ШС	ШН
<i>A. carneus</i>	<i>Acremonium strictum</i>
<i>A. flavus</i>	<i>A. carneus</i>
<i>A. fumigatus</i>	<i>A. flavus</i>
<i>A. sydowii</i>	<i>A. sydowii</i>
<i>A. ustus</i>	<i>A. ustus</i>
<i>A. versicolor</i>	<i>A. versicolor</i>
<i>Aureobasidium pullulans</i>	<i>Fusarium poae</i>
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	<i>Paecilomyces lilacinus</i>
<i>Penicillium</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp.

Примітка. ШС – шини, що містять синтетичний пластифікатор; ШН – шини, що містять натуральний пластифікатор.

Порівняння подібності мікобіот зовнішніх і внутрішніх шарів досліджених шин та їх компонентів подано в табл. 4.

Таблиця 4

Порівняння подібності мікобіот зовнішніх та внутрішніх шарів шин та їх компонентів

	ШСВ	ШСП	ШНВ	ШНП	К
ШСВ		38,1	77,8	50,0	37,0
ШСП			47,6	31,6	60,0
ШНВ				37,5	37,0
ШНП					40,0
К					

Примітка. “ШСВ” – мікобіота внутрішніх шарів шин, що містять синтетичний пластифікатор; “ШСП” – мікобіота поверхні шин, що містять синтетичний пластифікатор; “ШНВ” – мікобіота внутрішніх шарів шин, що містять натуральний пластифікатор; “ШНП” – мікобіота поверхні шин, що містять натуральний пластифікатор; “К” – мікобіота компонентів шин.

Значення коефіцієнта Сьоренсена-Чекановського, що лежать у межах 50–100 % свідчать про достовірну подібність трьох біот [10]. Таким чином, на основі даних, поданих у табл. 4, можна стверджувати про достовірну подібність мікобіоти внутрішніх шарів суцільнолитих

гумових шин, що містили різні пластифікатори (77,8 %), подібність мікобіоти шин, що містять синтетичний пластифікатор, з їх компонентами (60 %), та подібність біот внутрішніх шарів шин, що містять синтетичний пластифікатор, і поверхнею шин, що містять натуральний пластифікатор (50 %).

Тому можна припустити, що поверхнева контамінація суцільнолитих гумових шин більшою мірою спричиняється за рахунок мікобіоти навколишнього середовища, в той же час як контамінація їх внутрішніх шарів спричиняється мікобіотою інфікованих компонентів.

Вплив пластифікаторів на ураження досліджених об'єктів є очевидним, оскільки при всіх інших однакових складових та при наявності контамінації, обростання поверхні спостерігалось тільки у шин, що містили синтетичний пластифікатор. Це може свідчити про наявність у натурального пластифікатора фунгістатичних властивостей, що буде вивчатись у наших подальших дослідженнях.

У внутрішніх шарах суцільнолитих шин спостерігалось суттєве збільшення грибів роду *Aspergillus* порівняно з поверхнею: 42 та 67 % у шин, що містили синтетичний пластифікатор та від 28 до 56 % у шин, що містили натуральний пластифікатор. У інших видів така особливість не є характерною.

Коефіцієнт Тюрінга для вивченої мікобіоти складає 70 %, що вказує на досить високий рівень збору інформації. При цьому кількість грибів, що можуть бути теоретично знайденіми складає 39. Це означає, що принаймні ще 12 видів можуть бути виділені з досліджуваних об'єктів.

Результати обрахунку індексу Сімпсона, що лежать в межах 0,07–0,1, вказують на низький рівень домінування та досить несприятливі умови для існування більшості видів на досліджених субстратах.

Аналіз даних літератури щодо вивчення мікобіоти уражених гум та матеріалів, виготовлених на їх основі, показав досить низьку узгодженість отриманих результатів із такими іншими дослідниками [1, 6, 7, 11, 18]. Коефіцієнти подібності Сьоренсена-Чекановського для описаних біот лежать в інтервалі 0,05–0,40, що може свідчити про відсутність достовірної подібності між ними. Це можна пояснити неоднаковими термінами випробувань та різним компонентним складом ГТМ, що досліджувалися цими авторами.

Найбільшу подібність даних щодо мікобіоти, порівняно з нашими даними, мають результати Лугаускаса [18]. З гумотехнічних виробів та матеріалів цим автором протягом 9 років досліджень було виділено 33 види мікроскопічних грибів. Як і в нашому випадку, більшість видів склали представники родів *Aspergillus* та *Penicillium*.

З метою оцінки внеску окремих представників мікроскопічних грибів в ураження досліджених об'єктів було застосовано аналіз відповідностей, поданий на рис. 1

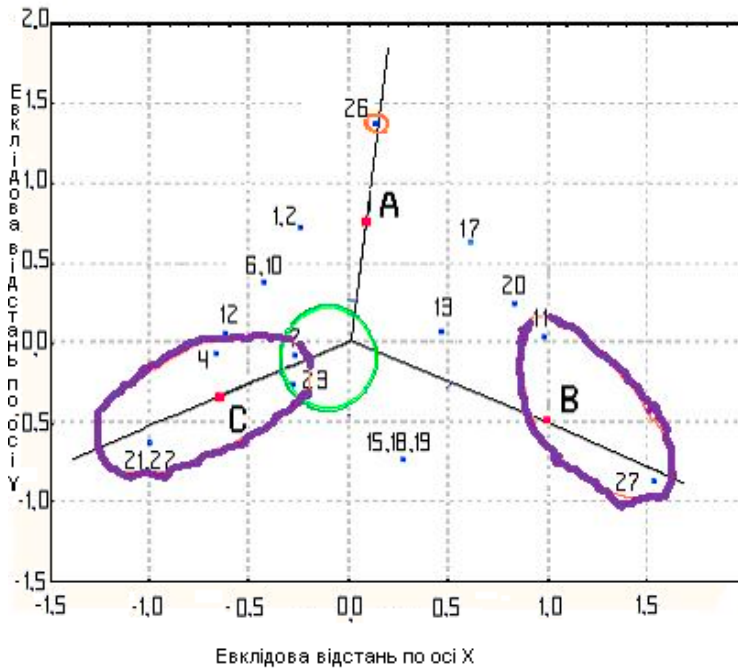


Рис. 1. Оцінка внеску окремих представників мікроскопічних грибів в ураження досліджених об'єктів

A – шини з синтетичним пластифікатором, *B* – шини з натуральним пластифікатором, *C* – компоненти шин;

1 – *M. racemosus*, 2 – *Rh. stolonifer*, 3 – *A. strictum*, 4 – *A. alternata*, 5 – *A. alliaceus*, 6 – *A. carneus*, 7 – *A. flavus*, 8 – *A. fumigatus*, 9 – *A. giganteus*, 10 – *A. niger*, 11 – *A. sydowii*, 12 – *A. ustus*, 13 – *A. versicolor*, 14 – *A. pullulans*, 15 – *C. cladosporioides*, 16 – *C. sphaerospermum*, 17 – *F. poae*, 18 – *G. candidum*, 19 – *Mycelia sterilia* (orange), 20 – *P. lilacinus*, 21 – *P. chrysogenum*, 22 – *P. expansum*, 23 – *Penicillium* sp., 24 – *S. brumptii*, 25 – *S. chartarum*, 26 – *T. viride*, 27 – *Eurotium herbariorum*.

Номера видів, що зустрічалися випадково (частота трапляння менше 10 %) для зручності на діаграмі не наводяться. Еліпсами обведено ті сукупності грибів, вектори яких до субстратів *A*, *B*, *C* мають кути нахилу не більше 22,5°. Колом обведені мікроміцети, що вносять найбільший внесок в ураження системи досліджених видів – кут нахилу складає близько 10°, та мають найменші значення зваженої Евклідової відстані – 0,25.

Із даних, поданих на рис. 1, було виявлено чотири сукупності мікроскопічних грибів:

Види, що дають найбільший внесок в ураження всіх зразків: *A. flavus*, *Penicillium* sp.;

Вид, що дає найбільший внесок у ураження шин з синтетичним пластифікатором: *T. viride*;

Види, що дають найбільший внесок у ураження шин з натуральним пластифікатором: *A. alternata*, *A. flavus*, *P. chrysogenum*, *P. expansum*, *Penicillium* sp.;

Види, що дають найбільший внесок в ураження компонентів шин: *A. sydowii*, *Eurotium herbariorum* (рис. 1).

Таким чином, було досліджено види грибів, що контамінують гумотехнічні матеріали. Серед них зустрічалися представники трьох відділів: Zygomycota, Mitosporic fungi та Ascomycota, що представлений єдиним видом *Eurotium herbariorum* – телеоморфною стадією *Aspergillus repens*.

Встановлено вплив натурального та синтетичного пластифікатора на ураження гумових шин мікроскопічними грибами.

Виявлено закономірність щодо розподілу видів р. *Aspergillus* у внутрішніх шарах та на поверхні об'єктів, що були досліджені.

Враховуючи те, що *Aspergillus flavus* займав домінуюче положення в усіх досліджених біотах, вважаємо за доцільне провести вивчення його ростових характеристик та ферментативної активності з метою введення до ГОСТ 9.049-91.

А.И. Чуенко, Л.Т. Наконечная, Н.Н. Жданова

Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного НАН Украины, Киев

ВИДОВОЙ СОСТАВ ГРИБОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ПОРАЖЕННЫХ РЕЗИНОВЫХ ШИН И ИХ КОМПОНЕНТОВ

Р е з ю м е

В работе исследована микобиота резинотехнических изделий, содержащих различные пластификаторы – натуральный и синтетический.

Нарушение технологии изготовления и условий хранения цельнолитых резиновых шин, вызвало их поражение микроскопическими грибами. С поверхности и внутренних слоев таких объектов и их компонентов было выделено 27 видов микромицетов, относящихся к 16 родам.

Исследовано влияние пластификаторов на поражение микромицетами изученных материалов и выявлено закономерность относительно распределения видов рода *Aspergillus* в их внутренних слоях и поверхности.

Используя методы флористического анализа и компьютерной обработки данных, была оценена степень исследованности собранной информации, подсчитано число видов, которые могут теоретически существовать на исследованных резиновых шинах и их компонентах, доказана неблагоприятность условий существования для большинства грибов на таких субстратах, выявлены группировки видов, вносящих наибольший вклад в их поражение.

К л ю ч е в ы е с л о в а : микобиота, резинотехнические материалы, коэффициент Тюринга, индекс Симпсона, пластификатор, биоповреждения, степень доминирования, группировки микромицетов.

A.I.Chuenko, L.T.Nakonechnaya, N.M.Zhdanova

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

SPECIES COMPOSITION OF FUNGI ISOLATED FROM THE STAGGERED RUBBER TIRES AND THEIR COMPONENTS

S u m m a r y

The mycobiota of the rubber technical wares, containing different plasticizers (natural and synthetic) have been investigated.

Violation of production technology and storage conditions of the staggered rubber tires, caused their deterioration by the microfungi. Twenty seven (27) species of micromycetes, related to 16 genera were isolated from the surface and internal layers of such objects and their components.

A number of species, which can exist theoretically on investigated rubber tires and their components, is calculated. The unfavorableness of the existence conditions for majority of fungi on such substrates is proved. The groups of species, which make the most contribution to deterioration of rubber tires and their components were revealed. These data were obtained using the methods of floristic analysis and computer processing of the data.

The paper is presented in Ukrainian.

К е у w o r d s : mycobiota, rubber technical materials, Turing coefficient, Simpson index, plasticizer, biodamages, prevailing degree, groups of micromycetes.

T h e a u t h o r ' s a d d r e s s : *Chuenko A.I.*, Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, National Academy of Sciences of Ukraine; 154 Acad. Zabolotny St., Kyiv MSP, D03680, Ukraine.

1. Андреев Е.И., Билай В.И., Коваль Э.З., Козлова И.А. Микробная коррозия и ее возбудители. – Киев: Наукова думка, 1980. – 287 с.
2. Билай В.И. Методы экспериментальной микологии. – Киев: Наукова думка, 1982. – 551 с.
3. Билай В.И., Коваль Э.З. Аспергиллы. – Киев: Наук. думка, 1988. – 204 с.
4. Елланська І.О., Соколова О.В., Курченко І.М. Микобіота *Panax ginseng* С.А. Меу при введенні його в культуру // Укр. ботан. журн. – 1995. –52, № 5. – С. 671–678.
5. Ермольчук Л.В., Агеева В.В., Бойко В.П., Грищенко В.К., Лебедев Е.В. Модификация резиновой крошки для использования в резинопластах // Материалы Двадцать восьмой международной конференции

- «Композиционные материалы в промышленности» (Ялта, АР Крым, 26–30 мая 2008). – Киев: УИЦ «Наука. Техника. Технология», 2008. – С. 215.
6. Каневская И.Г. Биологическое повреждение промышленных материалов. – Ленинград: Наука, 1984. – 232 с.
 7. Кураков А.В., Геворкян С.А., Гогинян В.Б., Озерская С.М. Разнообразие и особенности состава микроскопических грибов на синтетических полимерных материалах // Прикладная биохимия и микробиология. – М.: МГУ. – 2008. – 44, № 2. – С. 232–235.
 8. Леонтьев Д.В. Флористический анализ в микологии. – Харьков: Ранок-НТ, 2008. – 110 с.
 9. Лугаускас А.Ю., Микульскене А.И., Шляужене Д.Ю. Каталог микромицетов – биодеструкторов полимерных материалов. – Москва: Наука, 1987. – 341 с.
 10. Мирчинк Т.Г. Почвенная микология. – М.: МГУ, 1988. – 220 с.
 11. Петруйова А., Занова В. Роль состава резиновых смесей при биологическом разрушении резиновых изделий // Каучук и резина. – Москва: Госхимиздат, 1960. – № 2. – С. 16–17.
 12. Саттон Д., Фотергилл А., Ринальди М. Определитель патогенных и условно-патогенных грибов / Пер с англ. К. Л. Тарасова, Ю.Н. Ковалева. Под ред. д-ра мед. наук И.Р. Дорожкойвой. – М.: Мир, 2001. – 468 с.
 13. Христофорова А.А., Соколова М.Д. Свойства резиновых смесей, наполненных измельченными вулканизатами // «Композиционные материалы в промышленности» Материалы Двадцать восьмой международной конференции (Ялта, АР Крым, 26 – 30 мая 2008). – Киев: УИЦ «Наука. Техника. Технология», 2008. – С. 557.
 14. ГОСТ 9.049 – 91. Материалы полимерные и их компоненты. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов. – Введ. 28. 12. 91
 15. Ainsworth and Bisby's: Dictionary of the Fungi. Eighth Edition By D. L. Hawksworth, P. M. Kirk, B. C. Sutton and D. N. Pegler. Wallingford, UK: CAB INTERNATIONAL, 1995. – 616 p.
 16. Domsch K.H., Gams W., Anderson T.-H. Compendium of soil fungi. Vol. 1. – Acad. press, 1980. – 859 p.
 17. Ellis M.B. Dematiaceous Hyphomycetes. – Commonwealth Mycol. Inst.: Kew, England, 1993. – 608 p.
 18. Lugauskas A., Levinskaite L., Pečiulyte D. Micromycetes as deterioration agents of polymeric materials // International Bioterrorism and Biodegradation of polymeric materials. – 2003. – № 52. – P. 233–242.

Отримано 02.11.2008