

Ю.Б. Письменна, І.М. Курченко

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К.Заболотного НАН України
вул. Академіка Заболотного, 154, Київ, 03143, Україна

РАДІАЛЬНА ШВИДКІСТЬ РОСТУ МІКРОСКОПІЧНИХ ГРИБІВ, ІЗОЛЬОВАНИХ З ГІПСОКАРТОНУ

Мета. Дослідження швидкості колонізації мікроміцетами, виділеними з гіпсокартону, середовищ з різним вмістом гіпсокартону і його складових. **Методи.** Для визначення швидкості росту та тривалості лаг-фази використовували мінеральне середовище Чапека з додаванням розтертого гіпсокартону (СГК) або його складових: картону (СК) та осердя (СО) вмістом 0,5%, 1%, 2,5%, 5%, 10%. **Результати.** Встановлено, що радіальна швидкість росту (K_r) досліджених культур на середовищах з додаванням гіпсокартону та його складових була достовірно вищою, ніж на контрольному середовищі. Швидкість росту *Chaetomium globosum* та *Trichoderma viride* була найвищою серед вивчених штамів (0,272 і 0,25 мм/год відповідно), у *Neosartorya fischeri*, *Aspergillus niger*, *Alternaria infectoria* такі значення були дещо нижчими; а у *Stachybotrys chartarum* і *Aspergillus flavipes* – вдвічі меншими. Середня радіальна швидкість росту не змінювалась на середовищах з різним вмістом осердя, а розвиток грибів на середовищі з картоном відповідав СГК. Тривалість лаг-фази розвитку колоній мікроскопічних грибів була довшою на 6–12 год на СО порівняно з СГК та СК для *A. flavipes*, *A. versicolor*, *C. cladosporioides* і *C. sphaerospermum*. **Висновок.** Отже, склад середовища суттєво впливає на швидкість росту досліджених мікроміцетів, особливо вміст добавок. Швидкість радіального росту культур була максимальною і суттєво не відрізнялась на середовищах з додаванням 5% і 10% гіпсокартону. Встановлено, що всі досліджені фактори впливають на швидкість росту мікроміцетів, причому найбільшою мірою – вид мікроскопічного гриба та концентрація компонентів середовища.

Ключові слова: радіальна швидкість росту, тривалість лаг-фази, мікроскопічні гриби, гіпсокартон.

Проблема пошкодження мікроскопічними грибами такого широковживаного будівельного матеріалу як гіпсокартон, що часто спостерігається у випадках його перезволоження, привертає увагу фахівців багатьох галузей науки – мікробіологів, хіміків, матеріалознавців. Найчастіше саме мікроміцети розвиваються на цьому матеріалі та викликають його пошкодження [10–14, 21]. Заходи щодо прогнозування опору гіпсокартону впливу мікроскопічних грибів передбачають його випробування з грибостійкості у відповідності до стандартних методик. В окремих випадках оцінка за цими стандартами не є об'єктивною. Так, ступінь колонізації зразків гіпсокартону, що експонували в умовах лише підвищеної вологості повітря без штучного інфікування, був набагато вищим, ніж у таких, що були оброблені суспензією тест-культур мікроміцетів. При цьому спостерігався розвиток *Chaetomium globosum*, а при дослідженні грибостійкості на газоні тест-культур домінував *Stachybotrys chartarum* [12, 15, 16].

Гіпсокартон належить до штучних кам'янистих матеріалів. Кам'янистий субстрат розглядається у літературі як важкодоступна або екстремальна еконіша для життєдіяльності гетеротрофних організмів. В про-

цесі його заселення гриби пристосовуються до жорстких умов існування, формують стратегію колонізації твердої поверхні, встановлюють зв'язки з іншими компонентами біоти каменя (водоростями, лишайниками тощо) і займають своє місце в складній літобіонтній системі. На таких субстратах розвиваються мікроміцети з К-типом життєвої стратегії, для яких характерний повільний ріст, стійкість до стресових факторів і розвиток за умов нестачі поживних речовин [12, 19, 20].

Для відтворення умов розвитку мікроміцетів на гіпсокартоні доцільно використовувати агаризоване поживне середовище з додаванням цього субстрату. Для підбору концентрації складових необхідний аналіз таких ростових характеристик, як радіальна швидкість росту та тривалість лаг-фази розвитку мікроміцетів. За цими характеристиками оцінюють біологічну активність грибів [3, 13]. Тому метою роботи було дослідити швидкість колонізації мікроміцетами, виділеними з гіпсокартону, середовищ з різним вмістом гіпсокартону і його складових.

Матеріали і методи. Об'єктами дослідження були 10 штамів мікроміцетів, які найчастіше траплялись на гіпсокартоні за даними наших попередніх досліджень: *Alternaria infectoria* E.G.Simmons F-41218, *Aspergillus flavipes* (Bain. & Sart.) Thom & Church F-41213, *A. niger* v. Tiegh. F-41222, *A. versicolor* (Vuill.) Tirab. F-41226, *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) G.A. de Vries F-41230, *C. sphaerospermum* Penz. F-41232, *Chaetomium globosum* Kunze ex Fr. F-41224, *Neosartorya fischeri* (Wehmer) Malloch & Cain F-41212, *Stachybotrys chartarum* (Ehrenb.) S. Hughes F-41215 і *Trichoderma viride* Pers.: Fr. F-41225 [16].

Ростові характеристики визначали на мінеральному середовищі Чапека (СЧ) з додаванням розтертого гіпсокартону (СГК) або його складових: картону (СК) та осердя (СО) у концентраціях 0,5%, 1%, 2,5%, 5%, 10%.

Мікроміцети культивували за температури $29 \pm 2^\circ\text{C}$. Діаметр колонії вимірювали у трьох напрямках. За цими даними визначали радіальну швидкість росту мікроміцетів (K_r , мм/год) і тривалість лаг-фази розвитку (год) [3, 13].

Отримані результати було проаналізовано статистично з використанням програм Microsoft Excel і Statistica 6.0. Для визначення залежності швидкості росту мікроміцетів від трьох факторів – виду мікроскопічного гриба, складу середовища і вмісту добавок, було використано багатофакторний аналіз (ANOVA) [3, 4].

Результати. Встановлено, що радіальна швидкість росту досліджених культур на середовищах з додаванням гіпсокартону та його складових була достовірно вищою, ніж на контрольному середовищі. K_r культур була максимальною і суттєво не відрізнялась на середовищах з додаванням 5% і 10% гіпсокартону (рис. 1).

Тобто, мікроскопічні гриби, виділені з гіпсокартону, за швидкістю росту розподіляються на 2 групи (рис. 1): мікроміцети, що ростуть швидко (*A. infectoria*, *A. niger*, *C. globosum*, *N. fischeri*, *T. viride*) та ті, що ростуть повільно (*A. flavipes*, *A. versicolor*, *C. cladosporioides*, *C. sphaerospermum*, *S. chartarum*).

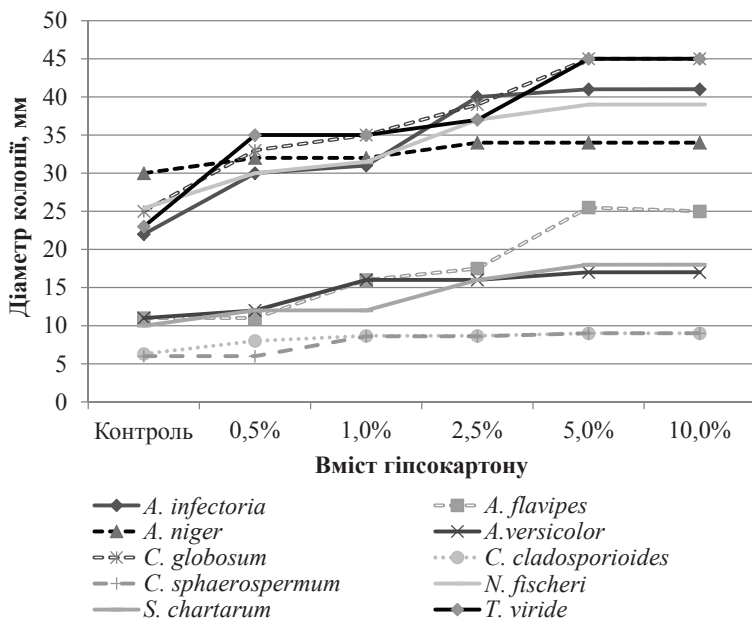


Рис. 1. Ріст мікроміцетів на середовищах з різним вмістом гіпсокартону (СГК) протягом 7 діб.

Так, на середовищі з додаванням гіпсокартону (СГК) середнє значення K_T *C. globosum* і *T. viride* було найвищим серед вивчених штамів, а максимальнє значення досягало 0,5 мм/год, що характерно для грибів, які ростуть швидко. У *N. fischeri*, *A. niger*, *A. infectoria* такі значення були дещо нижчими; а у *S. chartarum* і *A. flavipes* – вдвічі меншими (рис. 2).

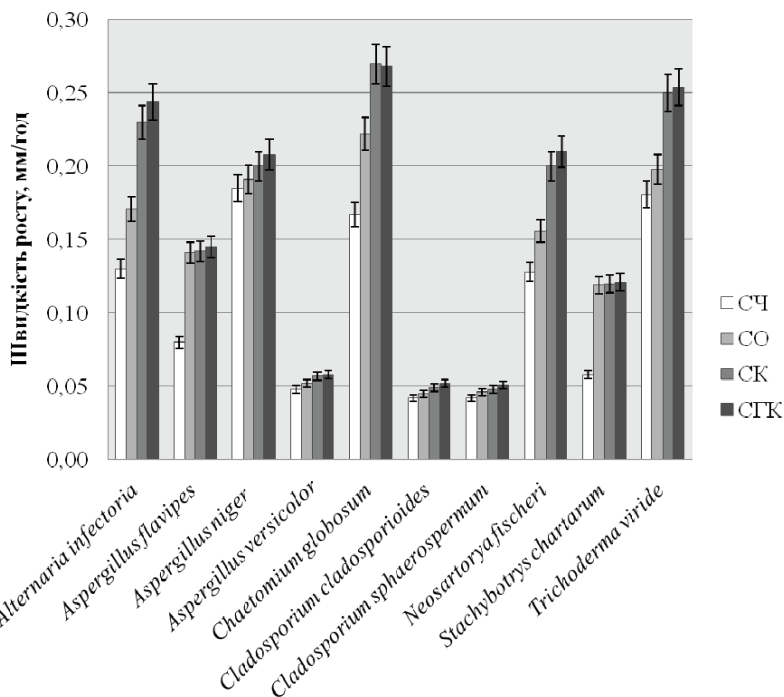


Рис. 2. Середня радіальна швидкість росту мікроміцетів, виділених з гіпсокартону, на різних середовищах.

Культуральні і морфологічні ознаки при цьому варіювали в межах, характерних для видів.

Радіальна швидкість росту мікроміцетів на середовищах з додаванням різних концентрацій картону істотно не відрізнялась від відповідних значень, отриманих для СГК (рис. 2).

На середовищі з додаванням осердя гіпсокартону (СО) K_r зменшувалась порівняно з СГК і СК для *A. infectoria* у півтора рази, для *C. globosum*, *N. fischeri* і *T. viride* – на третину та майже не змінювалась у інших мікроміцетів (рис. 2).

Середня радіальна швидкість росту не змінювалась на середовищах з різним вмістом осердя і була вищою за таку на контрольному середовищі в 2 рази для *Stachybotrys chartarum*, в 1,7 разів – для *Aspergillus flavipes* та зростала в 1,2 – 1,4 рази для інших мікроміцетів. У процесі розвитку мікроміцетів на середовищі з осердям відмічали незначні зміни у забарвленні колоній та появу зональності (рис. 2).

Тривалість лаг-фази розвитку колонії мікроскопічних грибів була довшою на 6–12 год. на СО порівняно з СГК і СК для *A. flavipes*, *A. versicolor*, *C. cladosporioides* і *C. sphaerospermum* (табл. 1). Оскільки тривалість лаг-фази показує затримку росту культури внаслідок зміни умов навколишнього середовища, проростання спор, зміну живлення, то ця група мікроміцетів довше адаптувалась до СО [12]. Такі дані можна пояснити наявністю меншої кількості доступних поживних речовин в такому середовищі чи інгібуючим ефектом його складових.

Таблиця 1

**Тривалість лаг-фази мікроміцетів, виділених з гіпсокартону,
на різних середовищах**

Вид мікроміцета	Тривалість лаг-фази, год			
	СЧ	СО	СК	СГК
<i>A. infectoria</i>	12	12	12	12
<i>A. flavipes</i>	36	36	24	24
<i>A. niger</i>	12	12	12	12
<i>A.versicolor</i>	60	60	48	48
<i>C. globosum</i>	12	12	12	12
<i>C. cladosporioides</i>	60	60	48	48
<i>C. sphaerospermum</i>	60	60	48	48
<i>N. fischeri</i>	24	24	24	24
<i>S. chartarum</i>	48	48	36	36
<i>T. viride</i>	12	12	12	12

Проведено багатофакторний дисперсійний аналіз (ANOVA) отриманих результатів для визначення залежності швидкості росту від трьох факторів – виду мікроскопічного гриба, складу середовища і вмісту добавок. Встановлено, що за рівня значущості $p < 0,001$ всі досліджені фактори впливають на швидкість росту мікроміцетів. Залежність цього показника від виду мікроскопічного гриба (критерій Фішера F становить 148,04) і концентрації компонентів ($F = 145,33$) була найвищою та найменшою – від складу поживного середовища ($F = 15,05$). Незважаючи на те, що склад середовища найменшою мірою впливає на швидкість росту, за величиною

Ф цей показник є значущим, а тому важливим для характеристики мікроміцетів, виділених з гіпсокартону.

Обговорення. Швидкість росту досліджених штамів мікроміцетів на середовищі з додаванням 5% і 10% гіпсокартону прирівнюється до такої цих видів на багатих поживних середовищах [2, 5–10, 17–19]. На нашу думку, ці дані можна пояснити тим, що гіпсокартон – багатокомпонентна суміш, що складається з гіпсу, картону, різних піноутворювачів, крохмалю, клею ПВА та інших добавок, тобто містить різноманітні джерела вуглецю; саме це дозволяє мікроскопічним грибам активно використовувати таке середовище і накопичувати більшу кількість біомаси [9]. Так, для *Alternaria infectoria* середні значення швидкості росту на середовищі з гіпсокартоном становили $0,244 \pm 0,015$ мм/год, що можна порівняти з даними щодо росту мікроміцетів роду *Alternaria* на багатих середовищах – сусло-агарі (СА) (0,22 мм/год) і картопляно-глюкозному агарі (КГА) (0,22 мм/год). Середня швидкість росту цього штаму на середовищі з додаванням лише гіпсу була нижчою (0,167 мм/год) і прирівнювалась до такої на середовищі з крохмалем (0,16–0,18 мм/год). Вона була вищою за описану швидкість росту штамів, виділених з гумотехнічних матеріалів, на збіднених середовищах (голодний агар – ГА та КМС) (0,093 – 0,121 мм/год) [5, 8, 10].

Середні значення швидкості росту *Aspergillus flavipes* і *A. niger* на середовищах з додаванням гіпсокартону і гіпсу суттєво не відрізнялись, їх можна порівняти з даними літератури щодо росту видів роду *Aspergillus* на багатих середовищах і з швидкістю росту тест-культури *A. terreus* на середовищах КГА, Сабуро, Чапека (0,08 – 0,192 мм/год) [16]. Швидкість росту *A. versicolor* на середовищах з додаванням гіпсокартону та картону сягала значень, отриманих для штамів цього виду з радіоадаптаційними властивостями на середовищі СА (0,053 – 0,077 мм/год) [18].

Середні значення швидкості росту *Chaetomium globosum* на середовищах з додаванням 5 і 10% гіпсокартону і гіпсу можна порівняти зі значеннями, описаними для цього виду при рості на крохмальному агарі (0,255 – 0,26 мм/год) та целюлозовмісних середовищах (0,201 – 0,23 мм/год). При цьому спостерігалась максимальна K_r $0,5 \pm 0,02$ мм/год, що характерно для грибів, які ростуть швидко [6, 8].

Отримані нами значення швидкості росту та тривалості лаг-фази для видів роду *Cladosporium* відповідають значенням, встановленим для штамів, виділених з уражених стін 4-го блоку ЧАЕС. При цьому на середовищі СО і СЧ такі значення наближаються до даних на ГА (0,0113 – 0,0439 мм/год), а на СК і СГК – до СА (0,0432 – 0,0446 мм/год) [18].

Для *Stachybotrys chartarum* середня швидкість росту на гіпсі та гіпсокартоні прирівнювались до значень K_r на СА (0,09 – 0,108 мм/год), описаних для північноамериканських штамів, виділених з пошкоджених будівельних матеріалів. Andersen із співавт. встановили високу швидкість колонізації (7 діб) зразків гіпсокартону за умов вологовмісту матеріалу 22–25% [1, 2, 10]. Тобто, розвиток досліджених мікроміцетів на середовищах з додаванням гіпсокартону та картону відповідає такому на багатих поживних середовищах (СА, КГА), а розвиток на осерді – збідненим середовищем (ГА, КМС). За значеннями ростових характе-

ристик групи мікроміцетів, що ростуть швидко (*A. infectoria*, *A. niger*, *C. globosum*, *N. fischeri* і *T. viride*) можна віднести до грибів, що мають властивості К- і г-стратегії (Р-пацієнти). Мікроскопічні гриби, що ростуть повільно (*A. flavipes*, *A. versicolor*, *C. cladosporioides*, *C. sphaerospermum*, *S. chartarum*), виявляють ознаки К-стратегів при колонізації гіпсокартону як важкодоступного матеріалу [18, 19].

Chaetomium globosum, виділений з гіпсокартону, характеризувався високою швидкістю росту та нетривалою лаг-фазою та, за отриманими попередньо даними, високою антагоністичною активністю щодо тест-культур [13]. Ці властивості сприяють колонізації гіпсокартону та пояснюють високу частоту трапляння цього виду і його розвиток при вивченні грибостійкості даного матеріалу. Антагоністичні властивості цієї культури можна пояснити як високою швидкістю росту, так і синтезом різноманітних екзометаболітів. *Alternaria infectoria* також характеризувалась достатньо високими значеннями K_p , проте пригнічувалась тест-культурами, її розвиток був незначним і спостерігався здебільшого на осерді гіпсокартону. Швидкість росту *Aspergillus flavipes* і *Stachybotrys chartarum* була невисокою, проте вони мали виражену фунгіцидну та фунгістатичну дію [13]. Саме цими властивостями можна пояснити домінування *S. chartarum* при вивченні грибостійкості гіпсокартону [1, 14]. Тобто, вивчені нами ростові характеристики та антагоністичні властивості культур при розвитку на середовищах з додаванням гіпсокартону і його складових узгоджуються з даними щодо грибостійкості цього матеріалу та обумовлюють стратегію колонізації мікроміцетами каменистого субстрату.

Визначено, що на середовищах з додаванням гіпсокартону та картону значення радіальної швидкості росту були вищими в 1,2–1,5 разів за відповідні значення на середовищі з додаванням гіпсу і контрольному. Швидкість росту *Chaetomium globosum* і *Trichoderma viride* була найвищою серед вивчених штамів, у *Neosartorya fischeri*, *Aspergillus niger*, *Alternaria infectoria* такі значення були нижчими; а у *Stachybotrys chartarum* і *Aspergillus flavipes* – вдвічі меншими. Середня радіальна швидкість росту не змінювалась на середовищах з різним вмістом осердя, а на середовищі з картоном відповідала СГК. Тривалість лаг-фази розвитку колоній мікроскопічних грибів була довшою на 6–12 год на СО порівняно з СГК і СК для *A. flavipes*, *A. versicolor*, *C. cladosporioides* і *C. sphaerospermum*. Встановлено, що всі досліджені фактори впливають на швидкість росту мікроміцетів, причому найбільшою мірою – вид мікроскопічного гриба і концентрація компонентів середовища.

Ю.Б. Письменная, И.Н. Курченко

Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного НАН Украины
ул. Академика Заболотного, 154, Киев, 03143, Украина

РАДИАЛЬНАЯ СКОРОСТЬ РОСТА МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ГРИБОВ, ИЗОЛИРОВАННЫХ ИЗ ГИПСОКАРТОНА

Резюме

Цель. Исследование скорости колонизации микромицетами, выделенными из гипсокартона, сред с разным содержанием гипсокартона и его составляющих.

Методы. Для определения скорости роста и продолжительности лаг-фазы использовали минеральную среду Чапека с добавлением растертого гипсокартона (СГК) или его составляющих: картона (СК) и сердечника (СО) содержанием 0,5%, 1%, 2,5%, 5%, 10 %. **Результаты.** Установлено, что радиальная скорость роста (K_r) исследованных культур на средах с добавлением гипсокартона и его составляющих была достоверно выше, чем на контрольной среде. Скорость роста *Chaetomium globosum* и *Trichoderma viride* была самой высокой среди изученных штаммов (0,272 и 0,25 мм/ч соответственно), у *Neosartorya fischeri*, *Aspergillus niger*, *Alternaria infectoria* такие значения были несколько ниже; а у *Stachybotrys chartarum* и *Aspergillus flavipes* – вдвое меньше. Средняя радиальная скорость роста не изменялась на средах с различным содержанием сердечника, а развитие на среде с картоном соответствовало СГК. Продолжительность лаг-фазы развития колоний микроскопических грибов была длительнее на 6–12 ч на СО по сравнению с СГК и СК для *A. flavipes*, *A. versicolor*, *C. cladosporioides* и *C. sphaerospermum*. **Выводы.** Таким образом, состав среды существенно влияет на скорость роста исследованных микромицетов, особенно содержание добавок. Скорость радиального роста культур была максимальной и существенно не отличалась на средах с добавлением 5% и 10% гипсокартона. Установлено, что все исследованные факторы влияют на скорость роста микромицетов, причем в наибольшей степени вид микроскопического гриба и концентрация компонентов среды.

Ключевые слова: радиальная скорость роста, продолжительность лаг-фазы, микроскопические грибы, гипсокартон.

Yu.B. Pysmenna, I.M. Kurchenko

D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the National Academy of Sciences of Ukraine, 154, Acad. Zabolotny Str., Kyiv, 03143, Ukraine

RADIAL GROWTH RATE OF MICROSCOPIC FUNGI ISOLATED FROM PLASTERBOARD

Summary

The aim. Investigation the colonization rate of micromycetes isolated from plasterboard media with different content of gypsum board and its components. **Methods.** To determine the growth rate and the length of the lag phase were used Capek mineral media with the addition of powdered plasterboard (PBM) or components: cardboard (CBM) and core (CM) content of 0.5%, 1%, 2.5%, 5%, 10 %. **Results.** It was found that radial growth rate (K_r) of the studied cultures on media with the addition of gypsum board and its components was significantly higher than one on the control medium. The rate of growth of *Chaetomium globosum* and *Trichoderma viride* was the highest among the studied strains (0,272 and 0,25 mm/h, respectively), values for *Neosartorya fischeri*, *Aspergillus niger*, *Alternaria infectoria* were slightly lower; and for *Stachybotrys chartarum* and *Aspergillus flavipes* – half lower. The average radial growth rate unchanged for media with different core content, and the development on cardboard media accord to PBM. The duration of the lag phase of colonies of microscopic fungi was longer for 6–12 hours on CBM compared with PBM and CM for *A. flavipes*, *A. versicolor*, *C. cladosporioides* and *C. sphaerospermum*. **Conclusion.** Thus, the composition of the medium influences the growth rate of the studied micromycetes, especially content additions. Radial growth rate and maximum crop

was not significantly differ on the media with the addition of 5% and 10% of plasterboard. It was established that all investigated factors affecting the growth rate of micromycetes, species of microscopic fungi and concentration of medium components have the greatest impact.

Keywords: radial growth rate, the length of the lag phase, microscopic fungi, plasterboard.

1. Andersen B, Dosen I, Lewinska AM, Nielsen KF. Pre-contamination of new gypsum wallboard with potentially harmful fungal species. *Indoor air*. 2016;1-7.
2. Andersen B, Nielsen KF, Jarvis BB. Characterization of *Stachybotrys* from water-damaged buildings based on morphology, growth, and metabolite production. *Mycologia*. 2002; 94(3):392-403.
3. Bilay VI, editor. [Methods of Experimental Mycology. Reference Guide]. Kiev: Nauk. Dumka; 1982. Russian.
4. Borovikov VP. [For professionals. STATISTICA. Workmanship of analysis of data on computer]. SPb: PITER; 2003. Russian.
5. Chuenko A.I. [Characteristics of linear growth of microscopic fungi isolated from rubber materials]. *Mikrobiol Z*. 2011; 73(4):46-54. Ukrainian.
6. Domsch KH, Gams W, Anderson T-H. Compendium of soil fungi. Second ed. Eching: IHW-Verlag; 2007.
7. Fogle MR, Douglas DR, Jumper CA, Straus DC. Growth and mycotoxin production by *Chaetomium globosum*. *Mycopathologia*. 2007; 164(1):49-56.
8. Kurchenko IM, Yurieva EM, Voychuk SI. [Growth of micromycetes from different ecological niches on agar nutrient media]. *Mikrobiol Z*. 2015; 77(5):37-46. Ukrainian.
9. Kurchenko IM, Vasilevskaya AI, Artyshkova LV, Nakonechnaya LT, Yurieva EM [Utilization of carbon sources by *Fusarium poae* (Peck) Wollenw. strains from different trophic groups]. *Mikrobiol Z*. 2013; 75(1):54-68. Ukrainian.
10. Magan N, Lynch J M. Water Potential, Growth and Cellulolysis of Fungi Involved in Decomposition of Cereal Residues. *Journal of' General Microbiology*. 1986; 132:1181-7.
11. Miller JD, Rands TG, Jarvis BB. *Stachybotrys chartarum*: cause of human disease or media darling. *Medical Mycology*. 2003; 41:271-91.
12. Pavlova IE, Mameteva AA, Chilyna GA, Stepanova AA. [Fungal resistance some building materials. Comparative study. Problems of medical mycology]. 2011; 13(4):35-8. Russian.
13. Pirt S.J. [Principleles of microbe and cell cultivation]. M: Myr; 1978. Russian.
14. Pysmenna YB, Kurchenko IM, Subbota AG. [Antagonistic properties of microscopic fungi isolated from plasterboard]. *Mikrobiol Z*. 2016; 78(5):99-105. Ukrainian.
15. Pysmenna YB, Subbota AG, Nakonechna LT. [The mycobiota in studying the resistance of plasterboard to microscopic fungi]. *Mikrobiol Z*. 2015; 77(5):55-61. Russian.
16. Pysmenna YB, Subbota AG, Nakonechna LT, Kurchenko IM. [The species composition of micromycetes isolated from plasterboard] *Mikrobiol Z*. 2016; 78(1):54-62. Russian.
17. Smith SL, Hill ST. Influence of temperature and water activity on germination and growth of *Aspergillus restrictus* and *A. versicolor*. *Transactions of the British Mycological Society*. 1982; 79(3):558-60.

18. Tugay TI, Tugay AV, Zheltonozhskaya MV, Sadovnikov LV. [The effect of low doses on growth of *Aspergillus versicolor* and *Paecilomyces lilacinus*]. Mikrobiol Z. 2013; 75(4):33-40. Russian.
19. Vember VV. [Ecological and physiological characteristics of micromycetes from zone of radioactive contamination]. Abstract of dis. PhD. Kiev, 2000. Ukrainian.
20. Zhdanova NN, Vasylevskaya AI. [The melanin-containing fungi in extreme conditions]. Kiev: Nauk. Dumka; 1988. Russian.
21. Zhdanova NN, Subbota AG, Harkevych ES, Zaharchenko VA, Nakonechna LT, Andrienko EV. [New building materials and problems of its fungal resistance]. Proc. of 2nd Int. Conf. "Biodestruction and biocorrosion in building". Saransk, 2006:17-9. Russian.

Отримано 25.07.2016