

*Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України,
вул. Академіка Заболотного, 154, Київ МСП, Д03680, Україна*

ХАРАКТЕРИСТИКА ЛІНІЙНОГО РОСТУ МІКРОСКОПІЧНИХ ГРИБІВ, ВИДІЛЕНИХ З ГУМОТЕХНІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

Досліджено швидкість лінійного росту 20 ізолятів мікроскопічних грибів, виділених з гумотехнічних виробів і матеріалів на середовищі, що містить в якості джерела вуглецю каучук (КМС), голодному агарі та середовищі Чапека. Як контроль було використано 10 штамів, ізольованих з інших субстратів.

*Максимальні значення лінійної швидкості росту на КМС спостерігали у ізолятів *F. roae* 16 та *T. viride* 9, що становили $0,180 \pm 0,020$ та, $0,369 \pm 0,017$ мм/год відповідно.*

*Встановлено, що значення лінійної швидкості росту на КМС у штамів *A. alternata* 31, *A. ustus* 37, *F. roae* 16 та *T. viride* 9, виділених з гумових субстратів, було в 1,5–2 рази вищим, ніж відповідний показник контрольних штамів.*

*Штам *T. viride* 9 на середовищі КМС мав у 2 рази більше значення лінійної швидкості росту ніж на середовищі Чапека, що може свідчити про його адаптацію до гумового субстрату.*

Ріст усіх досліджених мікроскопічних грибів на середовищі КМС супроводжувався суттєвими змінами в їх морфології, що характерно для низьких концентрацій джерел вуглецю.

Ізоляти, що характеризувалися високими значеннями лінійної швидкості росту на КМС або високими показниками частоти трапляння на гумових субстратах (вище 60 %), були відібрані для подальших досліджень.

Ключові слова: мікроскопічні гриби, гумотехнічні матеріали, каучук контамінація, лінійна швидкість росту, морфологічні зміни.

На сьогодні відомо, що мікроскопічні гриби здатні розвиватися на багатьох важкодоступних субстратах, і в тому числі на гумотехнічних матеріалах (ГТМ), та викликати їх ураження.

Ступінь ураження ГТМ визначається наявністю в їх складі компонентів, доступних до дії мікроскопічних грибів (пластифікатори, барвники, наповнювачі), присутністю зовнішніх забруднень на поверхні матеріалу, порушенням режиму їх експлуатації та зберігання.

Пошкодження гумових матеріалів грибами може проявлятися у їх повному або частковому обростанні, зміні забарвлення, розтріскуванні, появі пітингів та здуттів. Більш глибокі процеси біопшкодження гум супроводжуються зміною їх фізико-технічних властивостей та хімічного складу [1]. Крім того, уражений об'єкт стає осередком розповсюдження спор, що є небезпечним для здоров'я людей [2].

Для прогнозування таких пошкоджень згідно з ГОСТ 9.049–91 [3] застосовуються випробування на стійкість ГТМ до ураження мікроскопічними грибами. Даний стандарт стосується випробувань з грибостійкості широкого спектру полімерних матеріалів, але не враховує особливостей видового складу мікроскопічних грибів, що здатні викликати ураження гумових субстратів.

В наших попередніх дослідженнях було показано, що видовий склад мікроскопічних грибів, який пропонується для стандартних випробувань із грибостійкості, суттєво різниться від такого, що сформувався на гумових субстратах (табл. 1). Ураження ГТМ, що спричинилося ізолятами, виділеними з гумових субстратів, було значно інтенсивнішим, на відміну від такого, що викликалося стандартними тест-культурами грибів [4].

Формування набору грибних культур для випробувань грибостійкості ГТМ містило наступні етапи:

1) аналіз мікобіоти гумових субстратів та відбір видів із частотою трапляння 30 % і вище;

2) вивчення особливостей лінійної швидкості росту відібраних культур, як інтегрального показника їх метаболічної активності.

Склад гумової суміші, що використовується для виготовлення гуми може бути досить варіабельним, залежно від області застосування ГТМ, але основним, незмінним компонентом гумових виробів, що широко застосовуються у побуті та промисловості, є натуральний каучук.

Саме тому для моделювання процесів розвитку мікроскопічних грибів на гумових субстратах автором було використане агаризоване середовище, що містило каучук як джерело вуглецю (КМС). Застосування агаризованих середовищ для дослідження ростових характеристик грибів обумовлене тим, що з екологічного погляду такий процес є більшою мірою наближеним до природних умов існування грибних культур [5–8].

Використання певних штамів мікроскопічних грибів для випробувань із грибовстійкості гумових виробів та матеріалів має бути обумовлене наявністю у них адаптацій до таких субстратів, тому **метою** даної роботи було дослідження характеру росту мікроскопічних грибів на середовищі КМС.

Матеріали та методи. Об'єктами дослідження були мікроскопічні гриби 10 видів 6 родів (30 штамів): *Alternaria alternata* (Fries:Fries) von Keissler, *Aspergillus flavus* Link, *A. sydowii* (Bainier et Satory) Thom et al., *A. ustus* (Bainier) Thom et Church, *Cladosporium cladosporioides* (Fresenius) de Vries, *C. sphaerospermum* Penzig, *Fusarium poae* (Peck) Wollenweber, *Penicillium chrysogenum* Thom, *P. expansum* Link, *Trichoderma viride* Persoon: Fries (табл. 1) [4, 9, 10].

Таблиця 1

Видовий склад грибів, що були використані у випробуваннях з грибовстійкості ГТМ

Стандартні культури (ГОСТ 9.049-91)	Культури, виділені з гумових субстратів
<i>Aspergillus niger</i> van Tieghem	<i>Alternaria alternata</i> (Fries:Fries) von Keissler
<i>A. terreus</i> Thom	<i>Aspergillus flavus</i> Link
<i>A. oryzae</i> (Ahlburg) Cohn	<i>A. sydowii</i> (Bainier et Satory) Thom et al.
<i>Chaetomium globosum</i> Kunze	<i>A. ustus</i> (Bainier) Thom et Church
<i>Paecilomyces variotii</i> Bainier	<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresenius) de Vries
<i>Penicillium aurantiogriseum</i> Dierckx	<i>C. sphaerospermum</i> Penzig
<i>P. chrysogenum</i> Thom	<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenweber
<i>P. funiculosum</i> Thom	<i>P. chrysogenum</i>
<i>Trichoderma viride</i> Persoon: Fries	<i>P. expansum</i> Link
	<i>T. viride</i>

Кожен вид був представлений двома штамми, виділеними з уражених гумових матеріалів, та контрольним ізолятом (табл. 2).

Таблиця 2

Характеристика штамів досліджених мікроскопічних грибів

Вид	Ізолят	Джерело виділення ізоляту
<i>Alternaria alternata</i>	31	Суцільнолита гумова шина
	1	Те саме
	76К	Повітря мікологічної площадки
<i>Aspergillus flavus</i>	32	Суцільнолита гумова шина
	14	Те саме
	82К	Авіаційне паливо
<i>A. sydowii</i>	20	Суцільнолита гумова шина
	26	Те саме
	89К	Повітря мікологічної площадки
<i>A. ustus</i>	37	Суцільнолита гумова шина
	38	Те саме
	65К	Повітря
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	36	Суцільнолита гумова шина
	2	Те саме
	45К	Уражена шпукатурка

Вид	Ізолят	Джерело виділення ізоляту
<i>C. sphaerospermum</i>	4	Суцільнолита гумова шина
	90	Автомобільна шина
	УШ	Уражена штукатурка нежитлового приміщення
<i>Fusarium poae</i>	16	Суцільнолита гумова шина
	5	Те саме
	ПМП	Повітря мікологічної площадки
<i>Penicillium chrysogenum</i>	28	Суцільнолита гумова шина
	27	Те саме
	F-16719	Культура мікроскопічного гриба з ГОСТ 9.049-91
<i>P. expansum</i>	29	Суцільнолита гумова шина
	АШ	Автомобільна шина
	УХ	Уражений хліб
<i>Trichoderma viride</i>	9	Суцільнолита гумова шина
	8	Те саме
	F-16713	Культура мікроскопічного гриба з ГОСТ 9.049-91

Середовище КМС використовували для виявлення особливостей розвитку мікроскопічних грибів на гумових субстратах. Воно складалося з двох шарів: тонкої каучукової плівки – джерела вуглецю та стандартизованого середовища Чапека, яке не містило сахарози [11, 12].

Натуральний каучук в кількості 10 г подрібнювали до часток з розмірами 2-3 мм та стерилізували в автоклаві (121 °С, 30 хв), після чого переносили у стерильний флакон та додавали 990 мл бензолу марки «чда». Для прискорення гомогенізації розчину флакон витримували на качалці з частотою обертів 220 об/хв протягом 72 год при кімнатній температурі.

За методикою [13] готували агаризоване середовище Чапека без джерела вуглецю та стерильно розливали у чашки Петрі (d = 100 мм.). Для утворення каучукової плівки на поверхню агаризованого середовища наносили 10 мл 1-го розчину каучуку в бензолі. Після чого чашки розміщали у термостаті при 28 °С та витримували протягом одного тижня, до повного випаровування бензолу. Каучук, що містився у розчині, рівномірно розподілявся по всій поверхні агарового шару, утворюючи плівку. Як контроль використовували стандартизоване середовище Чапека та голодний агар.

Посів культур здійснювали уколом в центр чашки Петрі. Час культивування складав 14 діб, температура культивування 28±2 °С, діаметр колонії вимірювали кожні 24 год.

Лінійну швидкість росту розраховували за формулою:

$$K_r = \frac{(R_t - R_0)}{(t - t_0)},$$

де t_0 – початковий момент вимірювання, год; t – кінцевий момент вимірювання, год; R_0 – радіус колонії в початковий момент вимірювання, мм; R_t – радіус колонії в кінцевий момент вимірювання t , мм [13]. Значення лінійної швидкості росту виражали у мм/год.

Статистична обробка даних. Порівняння значень лінійної швидкості росту на середовищах КМС, Чапека та ГА для досліджених мікроскопічних грибів було проведено на основі розрахунку критерію Стьюдента. Обчислення проводили за допомогою комп'ютерних програм Microsoft Excel 2007 та GraphPad InStat. Також порівнювали значення лінійної швидкості росту ізолятів в межах кожного виду.

Морфологію грибів реєстрували на всіх досліджених середовищах із використанням цифрової фотокамери фірми OLYMPUS.

Результати та їх обговорення. За результатами досліджень (табл. 3) середовище КМС було придатним для розвитку всіх досліджених грибів, але при цьому у більшості випадків швидкість їх лінійного росту була меншою ніж на голодному агарі та середовищі Чапека.

За швидкістю лінійного росту на КМС всі ізоляти було умовно поділено на три групи:

- 1) ізоляти, що мали найбільшу швидкість росту ($K_r \geq 0,1$ мм/год) – *T. viride*, *F. poae* ;
- 2) ізоляти, що мали найменшу швидкість росту ($K_r \geq 0,05$ мм/год) – *A. alternata*, *C. cladosporioides*, *C. sphaerospermum*, *P. chrysogenum*
- 3) ізоляти, що займали проміжне положення за таким параметром ($0,05 \geq K_r \geq 0,1$ мм/год) (табл. 3).

Радіальна швидкість росту досліджених штамів мікроскопічних грибів

Вид	Штам	Середні значення лінійної швидкості росту K_p , мм/год		
		ЧА	ГА	КМС
<i>Alternaria alternata</i>	31	0,068±0,004	0,046±0,004	0,036±0,002
	1	0,078±0,005	0,057±0,004	0,030±0,003
	76K	0,056±0,004	0,036±0,003	0,029±0,002
<i>Aspergillus flavus</i>	32	0,367±0,096	0,097±0,010	0,054±0,007
	14	0,338±0,080	0,124±0,012	0,049±0,008
	82K	0,236±0,024	0,069±0,010	0,046±0,007
<i>A. sydowii</i>	20	0,095±0,006	0,071±0,006	0,053±0,005
	26	0,142±0,008	0,028±0,003	0,050±0,005
	89K	0,127±0,005	0,063±0,006	0,047±0,004
<i>A. ustus</i>	37	0,185±0,010	0,143±0,008	0,060±0,005
	38	0,110±0,007	0,021±0,002	0,036±0,003
	65K	0,126±0,009	0,013±0,002	0,031±0,003
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	36	0,068±0,004	0,057±0,003	0,039±0,002
	2	0,071±0,004	0,055±0,003	0,035±0,002
	45K	0,068±0,004	0,049±0,004	0,019±0,001
<i>C. sphaerospermum</i>	4	0,043±0,002	0,020±0,001	0,024±0,001
	90	0,046±0,002	0,040±0,001	0,023±0,001
	УШ	0,045±0,002	0,036±0,002	0,023±0,001
<i>Fusarium poae</i>	16	0,369±0,086	0,230±0,025	0,180±0,020
	5	0,375±0,082	0,270±0,032	0,133±0,018
	ПМП	0,370±0,086	0,265±0,045	0,125±0,008
<i>Penicillium chrysogenum</i>	28	0,131±0,007	0,032±0,003	0,042±0,003
	27	0,120±0,006	0,088±0,007	0,043±0,004
	F-16719	0,130±0,007	0,038±0,004	0,035±0,002
<i>P. expansum</i>	29	0,156±0,012	0,040±0,003	0,055±0,004
	АШ	0,107±0,005	0,071±0,007	0,050±0,004
	УХ	0,133±0,007	0,051±0,005	0,048±0,003
<i>Trichoderma viride</i>	F-16713	0,311±0,072	0,232±0,041	0,230±0,039
	8	0,352±0,113	0,152±0,017	0,229±0,037
	9	0,180±0,022	0,096±0,013	0,369±0,017

Примітка: жирним шрифтом позначено штами, що мали найбільші значення лінійної швидкості росту в межах виду.

Порівнюючи значення швидкостей росту грибів на середовищах, що характеризуються різним вмістом джерела вуглецю, можна зробити висновок, що середовище КМС є менш придатним ніж ГА та середовище Чапека для розвитку більшості досліджених грибів, за винятком штаму *T. viride* 9. Культури *A. sydowii* та *P. expansum* росли на середовищах КМС та ГА приблизно з однаковою швидкістю. Порівняно зі стандартизованим середовищем Чапека середня швидкість росту досліджених мікроміцетів була у 2,8 та 2 рази меншою на КМС та ГА, відповідно.

Штамову особливість щодо росту на КМС було виявлено у ізолятів, виділених з уражених гумових субстратів – *A. alternata* 31, *A. ustus* 37, *F. poae* 16 та *T. viride* 9. Лінійна швидкість їх росту була у 1,5–2 рази вищою ніж у контрольних штамів. У інших видів на штамовому рівні цей показник достовірно не відрізнявся.

Для більшості досліджених грибів максимальну швидкість росту спостерігали на середовищі Чапека, мінімальну – на КМС, а на ГА цей показник займав проміжне значення між КМС та середовищем Чапека. Однак для деяких ізолятів (*A. sydowii* 26, *A. ustus* (38 та 65), *C. sphaerospermum* 4, *P. chrysogenum* 28, *P. expansum* 29, *T. viride* (8 та 9) швидкість росту на КМС було достовірно вищою ніж на ГА.

Особливу увагу привернув той факт, що лінійна швидкість росту штаму *T. viride* 9 на лімітованому за джерелом вуглецю середовищі КМС була у 2 рази більшою ніж на повноцінному середовищі Чапека.

Аналізуючи отримані дані, можна зробити висновок щодо реалізації дослідженими грибами двох типів основних екологічних стратегій – г та К.

З літератури відомо, що для грибів г-стратегів характерні швидкий ріст та пристосованість до легкодоступних поживних субстратів. Представники К-стратегів характеризуються повільною швидкістю росту і, відповідно значною здатністю до засвоєння важкодоступних субстратів [14]. Реалізація мікроскопічними грибами К-типу життєвої стратегії свідчить про несприятливість та нестабільність умов їх існування [15, 16].

Очевидно, що на стандартизованих поживних середовищах більшість досліджених грибів поводити себе як г-стратегі. Таким чином реалізація г-стратегії в умовах низької доступності джерела вуглецю, що спостерігалось у випадку *T. viride* 9, може свідчити про високу пластичність метаболізму цього ізоляту та його адаптацію до гумового субстрату.

Варто відзначити, що після завершення досліду (14-та доба), жоден з використаних ізолятів не викликав пошкодження каучукової плівки. Отримані результати узгоджуються з даними інших авторів [16, 17], що пояснюють можливість росту мікроскопічних грибів на такому субстраті лише за рахунок домішок органічних речовин у натуральному каучуку.

Експозиція зразків гумових виробів із мікроскопічними грибами протягом одного року не супроводжувалася зміною хімічної структури, оскільки дані ІЧ-спектрометрії засвідчували лише деструкцію пластифікатора, а не вуглеводневої (каучукової) компоненти гуми [4].

Морфологію досліджених штамів спостерігали на 7-му добу досліду. При цьому на середовищі Чапека у всіх досліджених видів спостерігали формування повністю розвинених спорозносних структур та наявність відповідного забарвлення колонії.

Вивчення розвитку мікроскопічних грибів на середовищі КМС показало суттєві зміни в їх морфології. У видів *A. alternata*, *C. cladosporioides*, *C. sphaerospermum* спостерігалася відсутність спорозношення, у інших грибів відбувалося зменшення гіф та конідієносіців, конідії часто формувалися безпосередньо на гіфах, інтенсивність забарвлення міцелію помітно зменшувалася (рис. 4–7). Слід відзначити, що зміни у морфології досліджених грибів при рості на КМС, ГА та середовищі Чапека в межах виду були схожими.

Таким чином, морфологічні зміни досліджених мікроскопічних грибів безпосередньо пов'язані з вмістом та доступністю джерел вуглецю у системі.

Частота трапляння видів грибів на гумі, що мали мінімальні значення лінійної швидкості росту на КМС (*A. alternata*, *C. cladosporioides*, *C. sphaerospermum*) становила 33,3 % (табл. 4). Однак види, що мали максимальне значення такого показника на КМС – *F. poae* та *T. viride* також мали значення частоти трапляння близько 33,3 % (табл. 4). Швидкість лінійного росту *A. flavus*, що займав домінуюче положення у мікобіоті уражених гумових матеріалів (частота трапляння 82 %), була досить повільною і складала $0,054 \pm 0,007$ мм/год (табл. 4).

Таблиця 4

Частота трапляння досліджених грибів на гумових субстратах

Назва виду	Частота трапляння, %	Швидкість лінійного росту на КМС, мм/год
<i>A. alternata</i>	33,3	$0,029 \pm 0,002$ - $0,036 \pm 0,002$
<i>A. flavus</i>	100,0	$0,046 \pm 0,007$ - $0,054 \pm 0,007$
<i>A. sydowii</i>	45,5	$0,047 \pm 0,004$ - $0,053 \pm 0,005$
<i>A. ustus</i>	40,0	$0,031 \pm 0,003$ - $0,060 \pm 0,005$
<i>C. cladosporioides</i>	33,3	$0,019 \pm 0,001$ - $0,039 \pm 0,002$
<i>C. sphaerospermum</i>	33,3	$0,023 \pm 0,001$ - $0,024 \pm 0,001$
<i>F. poae</i>	33,3	$0,125 \pm 0,008$ - $0,180 \pm 0,020$
<i>P. chrysogenum</i>	40,0	$0,035 \pm 0,002$ - $0,043 \pm 0,004$
<i>P. expansum</i>	40,0	$0,048 \pm 0,003$ - $0,055 \pm 0,004$
<i>T. viride</i>	33,3	$0,229 \pm 0,037$ - $0,369 \pm 0,017$

Отримані дані засвідчують відсутність зв'язку між частотою трапляння грибів на гумі та значенням їх лінійної швидкості росту. З огляду на це, для подальших досліджень було відібрано ті штами, які відповідали хоча б одному з наступних критеріїв:

- 1) висока швидкість лінійного росту на КМС ($K_1 \geq 0,1$ мм/год);
- 2) висока частота трапляння на гумових субстратах (60–100 %)
- 3) наявність активного росту на КМС.

Для подальших досліджень із 30 досліджених штамів, що відносилися до 10 видів, нами було відібрано п'ять: *A. alternata* 31, *A. flavus* 32, *A. ustus* 37, *F. poae* 16 та *T. viride* 9.

Таким чином, отримані дані є необхідними для обґрунтування складання списку тест-культур мікроміцетів, що потенційно можуть бути використані в дослідженнях грибостійкості ГТМ, а також будуть корисними для подальшого вивчення ростових характеристик та ферментативної активності таких грибів.

Інформація щодо швидкості росту на середовищах, що характеризуються різним вмістом та доступністю джерел вуглецю, є важливою з екологічного погляду, оскільки дає можливість оцінити пристосованість ізолятів не лише до гумових, але і до інших важкодоступних субстратів.

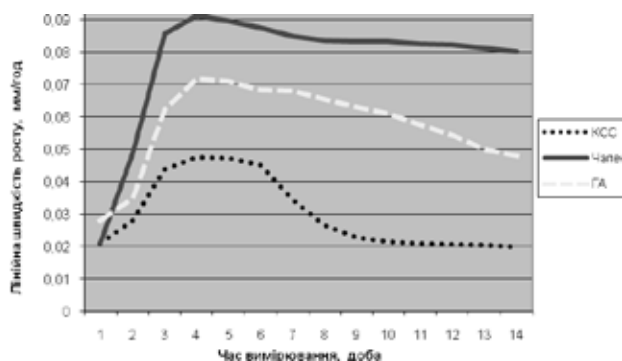


Рис. 1. Залежність радіальної швидкості росту *Alternaria alternata* 31 від часу.

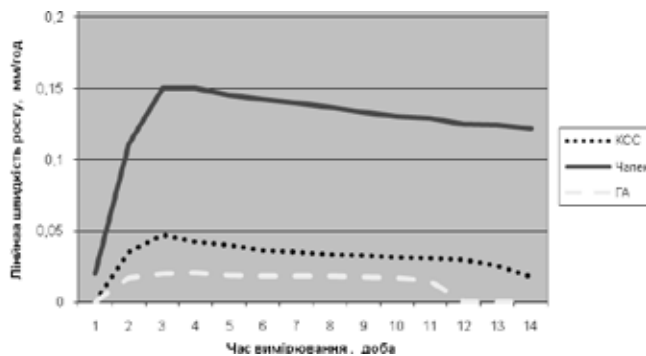


Рис. 2. Залежність радіальної швидкості росту *Aspergillus ustus* 37 від часу.

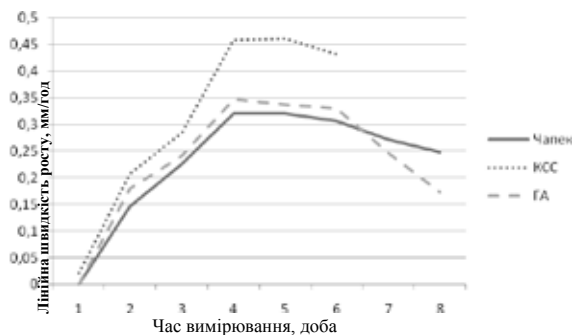
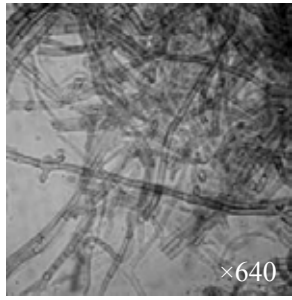
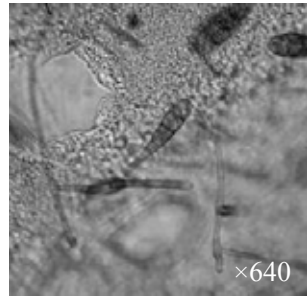


Рис. 3. Залежність радіальної швидкості росту *Trichoderma viride* 9 від часу.

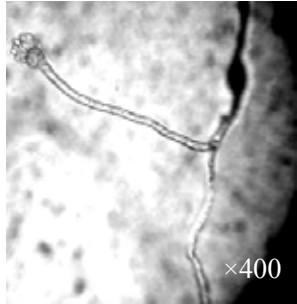


a



б

Рис. 4. Ріст *A.alternata* 31 на середовищі: а – КМС, б – Чапека.

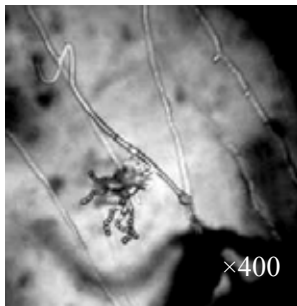


a

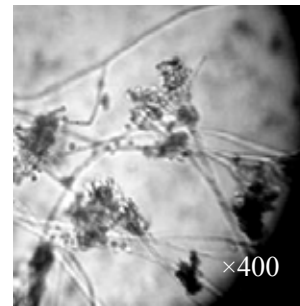


б

Рис. 5. Ріст *A.flavus* 32 на середовищі: а – КМС, б – Чапека.

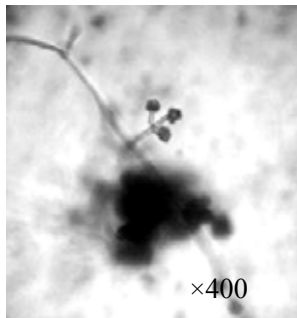


a

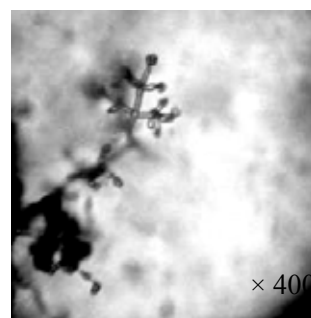


б

Рис. 6. Ріст *P.chrysogenum* 28 на середовищі: а – КМС, б – Чапека.



a



б

Рис. 7. Ріст *T.viride* 9 на середовищі: а – КМС, б – Чапека.

ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИНЕЙНОГО РОСТА МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ГРИБОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Резюме

Исследована скорость линейного роста 20 изолятов микроскопических грибов, выделенных из рези нотехнических изделий и материалов на среде, содержащей в качестве источника углерода каучук (КСС), голодном агаре и среде Чапека. В качестве контроля было использовано 10 штаммов, изолированных из других субстратов. Максимальные значения линейной скорости роста на КСС наблюдали у изолятов *F. poae* 16 и *T. viride* 9, составляющих $0,180 \pm 0,020$ и, соответственно $0,369 \pm 0,017$ мм/час.

Установлено, что значения линейной скорости роста на КСС у штаммов *A. alternata* 31, *A. ustus* 37, *F. poae* 16 та *T. viride* 9, выделенных из резиновых субстратов было в 1,5–2 раза выше, чем соответствующий показатель контрольных штаммов. Штамм *T. viride* 9 на среде КСС имел в 2 раза большее значение линейной скорости роста, чем на среде Чапека, что может свидетельствовать об его адаптации к резиновому субстрату.

Рост всех исследованных микроскопических грибов на среде КСС, сопровождался существенными изменениями в их морфологии, что характерно для низких концентраций источника углерода. Изоляты, характеризующиеся высокими значениями линейной скорости роста на КСС или высокими показателями частоты встречаемости на резиновых субстратах (выше 60 %) были отобраны для дальнейших исследований.

Ключевые слова: микроскопические грибы, каучук, контаминация, линейная скорость роста, морфологические изменения.

A.I.Chuenko

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

CHARACTERISTIC OF LINEAR GROWTH OF MICROSCOPIC FUNGI ISOLATED FROM RUBBER TECHNICAL MATERIALS

S u m m a r y

The linear growth velocity of 20 strains of microscopic fungi, isolated from rubber technical articles and materials has been investigated on the medium, which contained caoutchouk as a single source of carbon (CCM), hungry agar and Chapek medium. Ten fungal strains, isolated from other substrates have been used as a control. Maximal values linear of growth velocity on the CCM were observed on the isolate *F.poaе* 16 and *T.viride* 9, which was 0.180 ± 0.020 and 0.369 ± 0.017 mm/hour, respectively.

It has been established, that the values of the linear growth velocity on CCM of strains *A.alternata* 31, *A.ustus* 37, *F.poaе* 16 and *T.viride* 9 were 1.5-2 times higher than the similar index of the control strains. The strain *T.viride* 9 had two times higher value of the linear growth velocity on CCM than on the Chapek medium, that can prove its adaptation to the rubber substrate.

Growth of all the investigated fungi on CCM was accompanied by significant changes in their morphology that is typical of low concentrations of carbon sources. The isolates characterized by high values of linear growth velocity on CCM or by high values of the occurrence frequency (60 % and above), were selected for further investigations.

The paper is presented in Ukrainian.

К е у в о р д s: microscopic fungi, rubber technical articles, caoutchouc, contamination, linear growth velocity, morphological changes.

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. *Lugauskas A., Levinskaite L., Peuiulyte D.* Micromycetes as deterioration agents of polymeric materials // International Bioteriation and Biodegradation of Polymeric Materials. – 2003. – № 52. – P. 233–242.
2. *Лугаускас А.Ю., Микульскене А.И., Шляужене Д.Ю.* Каталог микромицетов – биодеструкторов полимерных материалов. – Москва: Наука, 1987. – 341 с.
3. *ГОСТ 9.049 – 91.* Материалы полимерные и их компоненты. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов. – Введ. 28. 12. 91.

4. Чусько А.І., Суббота А.Г., Жданова Н.М. Деструкція суцільнолітих гумових шин мікроскопічними грибами // Мікробіологічний журнал. – 2010. – 72, № 5. – С. 32–41.
5. Кочкина Г.А., Мирчинк Т.Г., Кожевин П.А., Звягинцев Д.Г. Радиальная скорость роста грибов в связи с их экологией // Микробиология. – 1978. – 47, № 5. – С. 964–965.
6. Паников Н.С. Кинетика роста микроорганизмов. – М.: Наука, 1991. – 309 с.
7. Работнов Т.А. // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1975. – 80, № 2. – С. 5–11.
8. Работнов Т.А. // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1980. – 85, № 3. – С. 64–80.
9. Чусько А.І., Наконечная Л.Т., Жданова Н.М. Вивчення видового складу мікроміцетів на литих гумових шинах // Мікробіологічний журнал. – 2010. – 72, № 2. – С. 21–29.
10. Чусько А.І., Суббота А.Г., Олішевська С.В., Заславський В.А., Жданова Н.М. Ураження суцільнолітих гумових шин мікроскопічними грибами // Мікробіологічний журнал. – 2010. – 72, № 3. – С. 36–42.
11. Калининко В.О. Роль актиномицетов и бактерий в разложении резины // Микробиология. – 17, № 1. – С. 119–128.
12. Rook J.J., Microbiological deterioration of vulcanized rubber // Appl. Microbiol. – 1955. – 3, N 5. – P. 302–309.
13. В.И. Билай. Методы экспериментальной микологии. – Киев: Наук. думка, 1982. – 552 с.
14. Великанов Л.Л., Сидорова И.И. Некоторые биохимические аспекты в экологии грибов. // Успехи микробиол. – 1983. – 18. С. 112–132.
15. MacArthur, R. H. and Wilson, E. O. The Theory of Island Biogeography. – Princeton: Princeton University Press, 1967. – 224 p.
16. Pugh G.K. Strategies in fungal ecology // Trans. Brit. Mycol. Soc. – 1980. – 75, N 1. – P. 1–16.
17. Шапошников В.Н., Работнова И.Л., Ярмола Г.А., Кузнецова В. М. О развитии плесневых грибов за счет натурального каучука // Микробиология. – 1952. – 21, № 3. – С. 280–282.
18. Нетте И.Т., Поморцева Н.В., Козлова Е.И. Разрушение каучука микроорганизмами // Микробиология. – 1959. – 28, № 6. – С. 881–886.

Отримано 10.11.2010

УДК 631.875: 632.95

З.Т.Бега, І.К.Курдиш

*Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України
вул. Академіка Заболотного, 154, Київ МСП, Д03680, Україна*

ВПЛИВ БЕНТОНІТУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ БАКТЕРИЗАЦІЇ НАСІННЯ РОСЛИН

*Показано, що внесення 10-20 % глинистого мінералу бентоніту в суспензію бактерій, що застосовується для бактеризації насіння рослин, значно підвищує чисельність на ньому мікроорганізмів *Azotobacter vinelandii* IMB B-7076 та *Bacillus subtilis* IMB B-7023. Це супроводжується підвищенням його схожості, довжини коріння та стебла рослин, а також їх загальної маси. При використанні бактеріального препарату комплексної дії на основі цих двох видів бактерій із прилипачем бентонітом зростає життєздатність азотфіксуючих бактерій на насінні, що дозволяє проводити його бактеризацію за 7-9 діб до посіву.*

*Ключові слова: бактеризація, прилипач, бентоніт, адгезія, *Azotobacter vinelandii*, *Bacillus subtilis*.*

В сучасних аграрних технологіях все більшого значення набувають мікробні препарати. Їх застосування покращує ріст і розвиток рослин та суттєво підвищує врожайність сільсько-господарських культур, в той же час не забруднює навколишнє середовище. Мікробні препарати застосовують шляхом внесення в ґрунт, обробки вегетуючих рослин, а також для передпосівної бактеризації насіннєвого матеріалу [6].

Найбільш поширеною є передпосівна обробка насіння водними суспензіями мікробних препаратів [4,9], а також їх комплексами з регуляторами росту [10] та з речовинами захисту рослин [3,4,10]. Однак на насінні ряду рослин із гладкою поверхнею суспензія мікробних клітин утримується погано. До того ж, при цьому швидко знижується чисельність життєздатних клітин на поверхні бактеризованого насіння [2].

© З.Т.Бега, І.К.Курдиш, 2011