

Фуртат І. М., Даньшина А. О.

БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ІЗОЛЯТІВ РОДУ *FUSARIUM*, ВИДІЛЕНИХ ІЗ ЗЕРНА *TRITICUM AESTIVUM* L., ЗА КУЛЬТИВУВАННЯ НА СЕРЕДОВИЩАХ РІЗНОГО СКЛАДУ

У статті наведено результати вивчення деяких біологічних особливостей ізолятів роду *Fusarium*, виділених із зерна *Triticum aestivum* L., за умов культивування на середовищах різного хімічного складу. З'ясовано, що останній істотно впливає на культуральні характеристики і швидкість росту виділених ізолятів. Серед досліджених найбільш сприятливим для активного росту ізолятів виявилося напівсинтетичне середовище – картопляно-глюкозний агар. За культивування на синтетичних середовищах культуральні характеристики і ріст є більш стабільними, хоча швидкість росту пригальмовується. Досліджені біологічні особливості ізолятів розширюють спектр характеристик, які в подальшому уможливають прогнозування стратегії їхньої поведінки в агроценозах.

Ключові слова: ізоляти р. *Fusarium* Link, радіальний ріст, харчовий субстрат, хімічний склад середовищ.

Вступ

Серед актуальних проблем, пов'язаних із безпечністю харчових продуктів, вагоме місце нині посідає зростання захворюваності рослин, спричинене інфікуванням видами грибів, здатними до синтезу мікотоксинів [1]. Зернові культури не є винятком і також уразливі до інфікування міцеліальними грибами. Одним із найбільш поширених та шкодочинних захворювань зернових культур, зокрема й пшениці м'якої, як у світі, так і в Україні, є фузаріоз колосу та зерна. Його розвиток за різними оцінками може призводити до втрати від 25 до 50 % урожаю [2,3]. Окрім зниження врожайності, патогени спричиняють зниження якості зерна через зменшення його маси та накопичення мікотоксинів, унаслідок чого воно є непридатним для подальшого використання [4]. Особливу небезпеку фузаріоз становить унаслідок того, що здатен формувати приховану зараженість, коли нормальні за зовнішнім виглядом зерна можуть містити мікотоксини, які спричиняють у людини і тварин різноманітні патології [5,6].

Активне поширення фузаріозів нині є глобальною проблемою, оскільки ці гриби невимовні до умов довкілля, надзвичайно екологічно пластичні. Це обумовлено їхньою здатністю до формування кількох типів спор, що підвищує шанси грибів до виживання та поширення, наявністю як парасексуального, так і статевого процесів, а також потужного ферментативного

апарату, який дозволяє утилізувати різноманітні субстрати. Тим більше, що за впливу різноманітних природних та антропогенних чинників у популяціях починають домінувати ізоляти, яким властива висока конкурентна здатність, зумовлена культурально-морфологічними і фізіолого-біохімічними властивостями. З огляду на викладене вище **метою** роботи було виділити ізоляти роду *Fusarium* із зерна *Triticum aestivum* L. та дослідити деякі культуральні особливості за умов культивування на живильних середовищах різного хімічного складу.

Матеріали та методи

Об'єктом досліджень були ізоляти роду *Fusarium*, виділені із зерен *Triticum aestivum* L., вирощеної на польовій ділянці кафедри біології НаУКМА у смт Ворзель, з візуальними ознаками ураження міцеліальними грибами. Виділення ізолятів міцеліальних грибів здійснювали, як описано в роботі [7], застосовуючи метод «вологих камер» [8]. Для цього зразки зерна відмивали проточною водогінною водою, знезаражували 0,5 % розчином перманганату калію, відмивали стерильною водогінною та дистильованою водою, після чого асептично переносили в чашки Петрі на зволожений фільтрувальний папір. Активування спор міцеліальних грибів здійснювали за температури 28 °С до появи на поверхні зерен видимого міцелію [9]. Після цього зерна переносили на щільне живильне

середовище Чапека з гентаміцином, який додавали для пригнічення росту супутньої бактеріальної біоти, та культивували за температури 28 °С протягом 5–7 діб. Чисті культури виділених ізолятів отримували шляхом серійних пересівів на агаризоване середовище Чапека з гентаміцином. Інтервал між пересівами становив 28 діб.

Ідентифікацію виділених ізолятів за культурально-морфологічними ознаками проводили за допомогою визначника Підоплічко [10], як описано в роботі [7]. Визначали культуральні характеристики ізолятів (текстуру та форму колоній, форму і колір краю колоній, зміну забарвлення в часі, колір зворотної сторони колоній (реверсум) і дифузію пігменту в середовище), розмір і характер розташування макро- та мікроконідій, наявність та будову хламідоспор. За сукупністю перерахованих ознак встановлювали орієнтовну видову належність виділених ізолятів. Усі виділені нами ізоляти надалі в роботі позначали як КМА 9–17 (Києво-Могилянська академія).

Для дослідження властивостей виділених ізолятів отримували моноспорові культури, тобто культури, що походять від однієї спори. Для цього отримували вихідну спорову суспензію кожного із досліджуваних ізолятів шляхом ресуспендування незначної кількості міцелію у стерильній дистильованій воді за допомогою вортекса (ІКА, Німеччина). Шляхом серійних десятикратних розведень отримували суспензію (10^{-3}), яку висівали на щільне живильне середовище Чапека та культивували за температури 28 °С упродовж п'яти діб. Отримані з однієї спори колонії в подальшому пересівали на середовище Чапека [11].

Для визначення харчових потреб та радіальної швидкості росту виділених ізолятів використовували синтетичні (середовище Чапека, СЧ); спеціалізоване синтетичне середовище (ССС, Spezieller Nährstoffarmer Agar [12]) та напівсинтетичне (картопляно-глюкозний агар, КГА) середовища.

Після появи видимих колоній на поверхні щільних живильних середовищ через кожні 3 години вимірювали діаметр колоній у двох взаємно перпендикулярних площинах. Радіальну швидкість росту культур грибів вираховували за формулою, як описано в [13]:

$$K_r = \frac{r_1 - r_2}{t_1 - t_0}, \quad (1)$$

де K_r – радіальна швидкість росту колоній; r_0 – радіус колоній у момент t_0 ; r_1 – радіус колоній у момент t_1 .

Для кожної окремої колонії вимірювання проводили під час лінійного росту гриба, коли його радіальна швидкість росту сягала постійної величини. Кожен варіант досліду та вимірювання проводили в трьох повтореннях [13].

Для з'ясування наявності різниці у швидкості радіального росту досліджуваних ізолятів застосовували критерій Ньюмана–Кейлса, перед застосуванням якого за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу перевіряли нульову гіпотезу про рівність усіх середніх. Для цього розраховували значення F-критерію і порівнювали з табличним на рівнях значущості $p = 0,05$ та $p = 0,01$. У разі, коли розраховане значення перевищувало табличне, відхиляли нульову гіпотезу на відповідному рівні значущості [14]. Після цього всі середні ранжували за спаданням і порівнювали попарно, щоразу обчислюючи значення критерію Ньюмана–Кейлса:

$$q = \frac{\bar{X}_A - \bar{X}_B}{\sqrt{\frac{S_B^2}{2} \left(\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B} \right)}}, \quad (2)$$

де \bar{X}_A та \bar{X}_B – порівнювані середні; S_B^2 – внутрішньогрупова дисперсія; n_A та n_B – чисельності груп.

Розраховане значення порівнювали з критичним значенням, яке знаходили в таблиці за відповідного ступеня вільності та інтервалу порівняння. Число ступенів вільності розраховували за формулою:

$$v = N - m, \quad (3)$$

де N – сума чисельностей усіх груп; m – кількість груп.

Інтервали порівняння розраховували за формулою:

$$l = j - i + 1, \quad (4)$$

де j та i – місця, на яких розташовані члени, що порівнювались.

У разі, коли розраховане значення перевищувало критичне, різницю вважали статистично достовірною на відповідному рівні значущості [15].

Результати та обговорення

Одним із визначальних чинників, який забезпечує виживаність мікроміцетів у мікробних асоціаціях та їхню адаптивність в умовах довкілля, є здатність колонізувати різноманітний харчовий субстрат [16]. Для отримання чистих культур патогенних грибів роду *Fusarium*, підтримки їхньої життєздатності і розмноження з метою подальшого вивчення застосовують різні живильні середовища. Вибір того чи того

типу поживного субстрату залежить від харчових потреб міцеліальних грибів і мети дослідження. Не менш важливим хімічний склад середовищ є при культивуванні фузарієвих грибів, оскільки впливає на їхні культурально-морфологічні характеристики (зокрема форма конідій, розвиток типу спороношення, синтез пігментів, утворення варіантів). Зважаючи на це, у дослідженнях здебільшого використовують картопляний відвар та живильні субстрати на його основі, а для оцінювання мікоморфологічних ознак такі щільні живильні середовища, на яких гриби формують слабо розвинений, павутинчатоподібний, безбарвний міцелій, що стелиться по поверхні, морфологічні особливості якого (розміри, форма конідиносців, мікро- і макроконідій, хламідоспори, а також способи їхнього формування) легко визначаються [17]. Тому для вивчення здатності виділених ізолятів *Fusarium* утилізувати різноманітні субстрати, а також з'ясування впливу харчових потреб на швидкість їхнього росту здійснювали культивування на середовищі Чапека, картопляно-глюкозному агарі та спеціалізованому синтетичному середовищі (ССС), які відрізнялися між собою за хімічним складом (табл. 1). Два зі згаданих середовищ є синтетичними (СЧ та ССС), а одне – напівсинтетичним (КГА).

Вивчення особливостей росту виділених фузарієвих грибів засвідчило, що за культивування на середовищах із відмінним хімічним складом діаметр колоній у різних ізолятів відрізнявся (табл. 2). На 24-ту годину росту на середовищі Чапека діаметр колоній ізолятів (за винятком КМА-12) коливався в межах 0,17–8,33 мм, на середовищі ССС – від 0,75 до 7,08 мм (за винятком КМА-9) і від 1,42 до 9,83 мм – на КГА, відповідно. В ізоляту *Fusarium sp.* КМА-9 ці значення за умов росту на синтетичних середовищах ССС та СЧ становили 0,01 та 0,83 мм, відповідно, тоді як на напівсинтетичному середовищі КГА – 1,42 мм. Натомість у ізоляту *Fusarium sp.* КМА-12 спостерігали протилежну картину: під час росту на середовищах ССС та СЧ діаметр колоній становив 3,08 та 0,01 мм, а за росту на КГА, порівняно з іншими середовищами, також був найбільшим (7,67 мм).

Отже, ми показали, що найкращий ріст ізолятів *Fusarium sp.* спостерігався за культивування на напівсинтетичному картопляно-глюкозному агарі (рис. 1,В). Зокрема, максимальний діаметр колоній ізоляту *Fusarium sp.* КМА-12 на цьому середовищі виявляли вже на 93-тю годину культивування, тоді як у інших ізолятів колонії сягали свого максимального розміру дещо пізніше – на 96-ту (*Fusarium sp.* КМА-16 і КМА-17), 99-ту

Таблиця 1. Склад живильних середовищ, які застосовувались для культивування ізолятів *Fusarium sp.*

№ з/п	Середовище Чапека (СЧ), г/л		Спеціалізоване синтетичне середовище (ССС), г/л		Картопляно-глюкозне середовище (КГА), г/л	
	Склад	Концентрація	Склад	Концентрація	Склад	Концентрація
1	KH ₂ PO ₄	1	KH ₂ PO ₄	1	картопляний відвар	250 картоплі
2	KCl	0,5	KCl	0,5	глюкоза	20
3	MgSO ₄	0,5	MgSO ₄ ·7H ₂ O	0,5	агар-агар	20
4	NaNO ₃	2	KNO ₃	1		
5	FeSO ₄	0,01	глюкоза	0,2		
6	CaCO ₃	3	сахароза	2		
7	глюкоза	20	агар-агар	20		
8	агар-агар	20				

Таблиця 2. Вплив хімічного складу середовищ на ріст міцелію ізолятів *Fusarium sp.*

Ізоляти <i>Fusarium sp.</i>	Діаметр колоній (мм), години з моменту інокулювання середовища					
	СЧ		КГА		ССС	
	24 год	96 год	24 год	96 год	24 год	96 год
КМА-9	0,83	40,67	1,42	55,50	0,01	20,08
КМА-10	2,33	57,92	6,25	89,17	2,50	55,75
КМА-11	0,17	60,17	2,50	89,50	0,75	53,33
КМА-12	0,01	37,92	7,67	90	3,08	48,50
КМА-13	2,33	60,50	5,92	88,08	3,58	62,25
КМА-14	1,08	37,00	5,17	89,75	4,83	65,92
КМА-15	8,33	63,50	9,83	89,25	7,08	68,33
КМА-16	7,33	54,25	7,92	90,00	4,00	63,83
КМА-17	3,42	51,58	7,58	90,00	4,25	65,00

(*Fusarium sp.* КМА-15), 102-гу (*Fusarium sp.* КМА-10, КМА-11, КМА-13 і КМА-14) та 108-му (КМА-9) годину росту, відповідно. Слід зазначити, що найменші варіювання за розміром колоній різних ізолятів реєстрували також за умов росту на КГА. Тобто всі без винятку культури більш стабільно та інтенсивно росли на картопляно-глюкозному агарі.

Також показано, що на досліджених середовищах ізоляти *Fusarium sp.* формували колонії з міцелієм різного ступеня розвитку (змінювався характер росту і колір міцелію). На картопляно-глюкозному агарі та середовищі Чапека ізоляти формували добре розвинений, щільний чи пухкий міцелій, що піднімався над поверхнею субстрату (рис. 1,В). Натомість за культивування на середовищі ССС гриби формували низькі павутинчатоподібні колонії, міцелій яких вистилав поверхню живильного середовища, але не підіймався над його поверхнею (рис. 1,Б). На початку культивування міцелій ізолятів на всіх середовищах був білим. Згодом набував біло-рожевого або біло-жовтуватого кольорів на середовищі Чапека та яскраво-помаранчевого (або коричневого) чи яскраво-рожевого кольору під час росту на КГА (рис. 1,А,В). З часом (після 5-ї доби) за

культивування на КГА спостерігалася дифузія пігменту бурякового кольору в середовище, тоді як на СЧ пігмент переходив у середовище лише в ділянках лізису колоній. Натомість на середовищі ССС міцелій набував сріблясто-білого або сріблясто-рожеватого забарвлення з відливом, дифузії пігменту в середовище не спостерігалось. Щільність спороношення на цьому середовищі також була нижчою, порівняно з іншими середовищами, використаними в роботі. Найбільш інтенсивно формування репродуктивних органів грибів відбувалося на картопляно-глюкозному середовищі.

Порівняльний аналіз хімічного складу використаних у дослідженні середовищ дав змогу з'ясувати, що більш вагомий вплив на культуральні характеристики ізолятів здійснювали сполуки, які забезпечували культури джерелом карбону, меншою мірою – нітрогену. Під час росту на спеціалізованому синтетичному середовищі (до складу якого входить незначна кількість карбону) міцелій стелиться по поверхні агару, над поверхнею середовища практично не підіймається, яскраві пігменти не синтезуються (рис. 1,Б). Порівняно з ним, на середовищі Чапека (яке більш багате на джерела карбону) міцелій

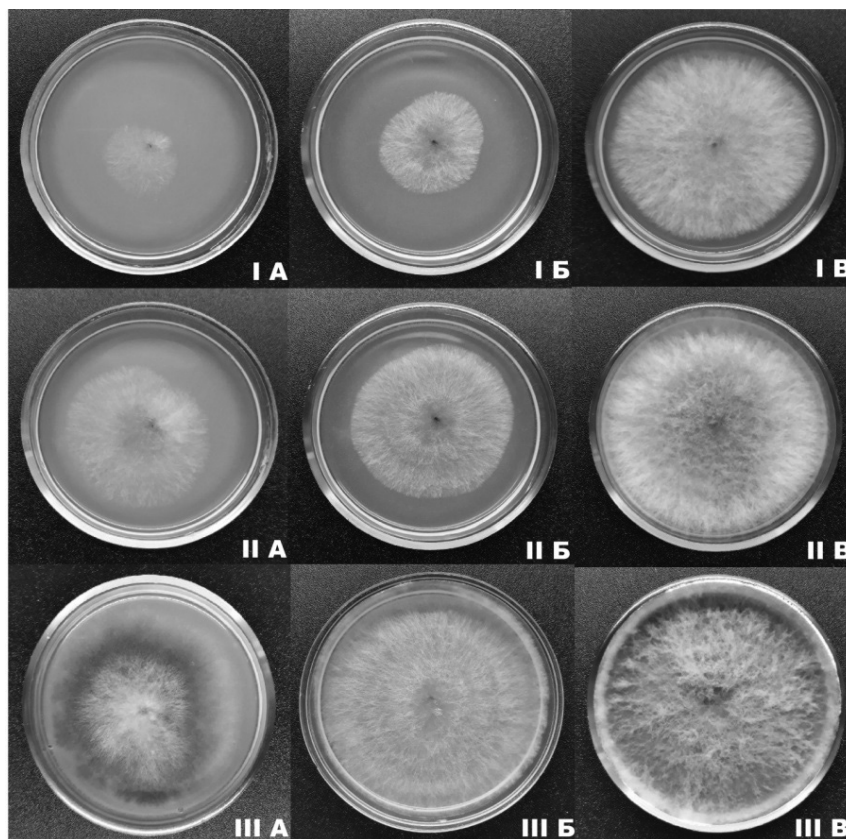


Рис. 1. Характер росту ізоляту *Fusarium sp.* КМА-12 при культивуванні на живильних середовищах різного хімічного складу: I – 4-та доба культивування, II – 5-та доба культивування, III – 10-та доба культивування. А – середовище Чапека; Б – спеціалізоване синтетичне середовище; В – картопляно-глюкозний агар

розвивається краще, він пухкий, пігментований, але в забарвленні колоній переважають світлі пастельні відтінки. Пігмент насиченого рожевого кольору дифундує в середовище лише в зонах лізису колоній. Колонії ізолятів зазнають лізису безпосередньо в процесі росту, що призводить до формування колоній неправильної форми і зон затримки росту культури (рис. 1, ША). Окрім того, за тривалого культивування на середовищі Чапека спостерігається поступове (від пересіву до пересіву) пригнічення росту культур, чого не відбувалося на середовищі ССС. На картопляно-глюкозному агарі, до складу якого входить відвар картоплі, спостерігається дуже активний ріст культур, пігментація колоній виражена максимально, пігменти яскраво насиченого бурякового кольору дифундують у товщу середовища (рис. 1, В). Втім, на КГА, як і у випадку середовища Чапека, через певний час (після остаточного формування колоній) також спостерігалися лізис і деградація колоній грибів. На думку деяких авторів, такий ефект може бути зумовлений надмірним для деяких ізолятів вмістом вуглеводів [12]. Зважаючи на те, що за росту на синтетичному спеціалізованому середовищі впродовж усього часу культивування ізолятів лізису колоній не спостерігалось, вважаємо за доцільне використовувати саме його для довготривалого культивування та збереження ізолятів у музеях культур мікроорганізмів.

Лінійна швидкість росту вважається важливою фізіологічною характеристикою мікроміцетів, оскільки дає змогу оцінити ступінь адаптивності молодій системі та дуже часто залежить від

умов довкілля [18,19]. Окрім того, за швидкістю радіального росту міцеліальних грибів можна оцінювати здатність грибів до розмноження, позаяк, на думку деяких авторів, високі показники цієї характеристики вказують на переважання г-стратегії розвитку [13]. Під час вивчення лінійної швидкості росту (ЛШР) ізолятів *Fusarium sp.* на середовищах різного хімічного складу ми показали, що вони відрізнялись між собою за цією характеристикою (рис. 2). Для всіх ізолятів встановлено статистично значущу різницю між значеннями ЛШР при культивуванні на різних середовищах (рис. 3, табл. 3). З'ясовано, що лінійна швидкість росту під час росту на синтетичних середовищах була нижчою, причому спостерігалась різниця залежно від їхнього складу: деякі ізоляти краще росли на СЧ (КМА-9, КМА-10, КМА-11), тоді як решта – на ССС (рис. 2, 3).

Найінтенсивніший ріст досліджених ізолятів спостерігався за культивування на середовищі КГА, причому суттєвої різниці за цією характеристикою між ізолятами не спостерігали (рис. 4). ЛШР для різних ізолятів коливалась у межах від 1,19 мм/год (*Fusarium sp.* КМА-9) до 1,33–1,34 мм/год (*Fusarium sp.* КМА-14 і КМА-17), відповідно. За культивування на середовищі ССС, порівняно з іншими, використаними в роботі, швидкість росту була нижчою (рис. 5). За цією характеристикою серед ізолятів можна було виділити три групи. До першої з них віднесли ізолят *Fusarium sp.* КМА-9 з найнижчою швидкістю росту (0,65 мм/год), тоді як найвищу було зареєстровано в ізоляту *Fusarium sp.* КМА-16 (1,1 мм/год) (рис. 5).

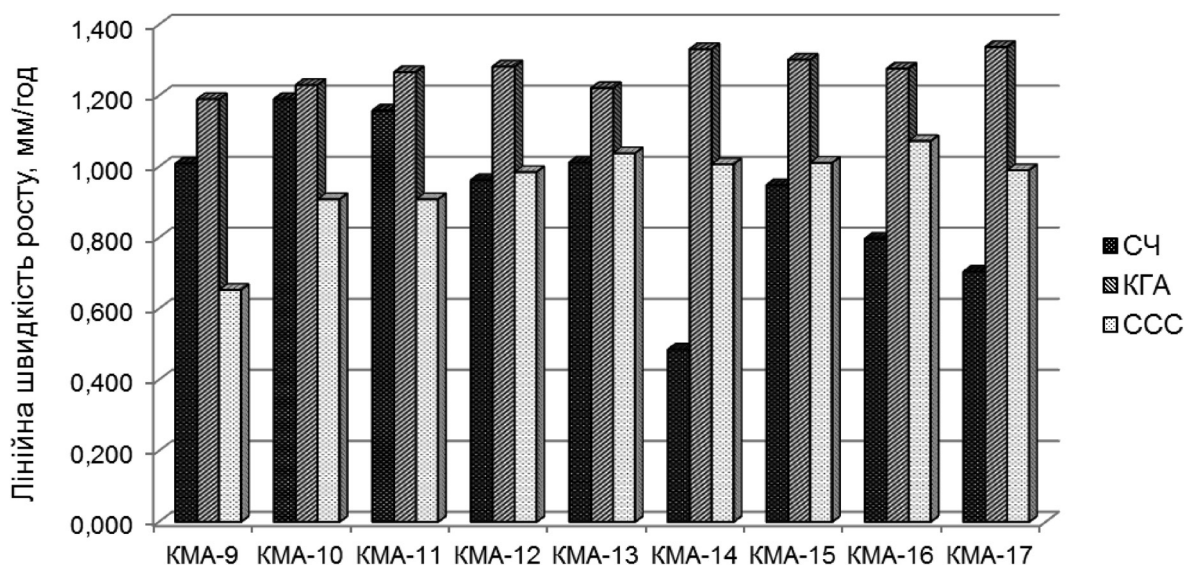
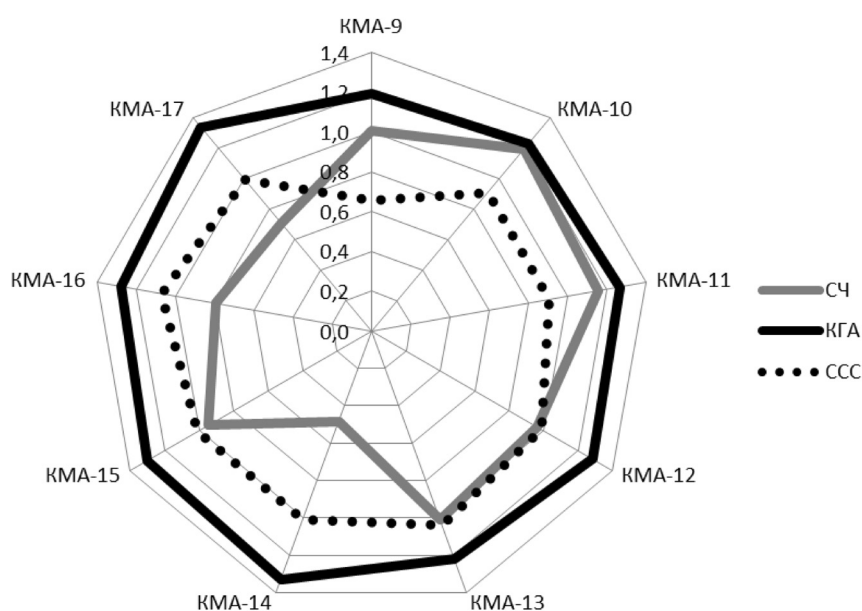
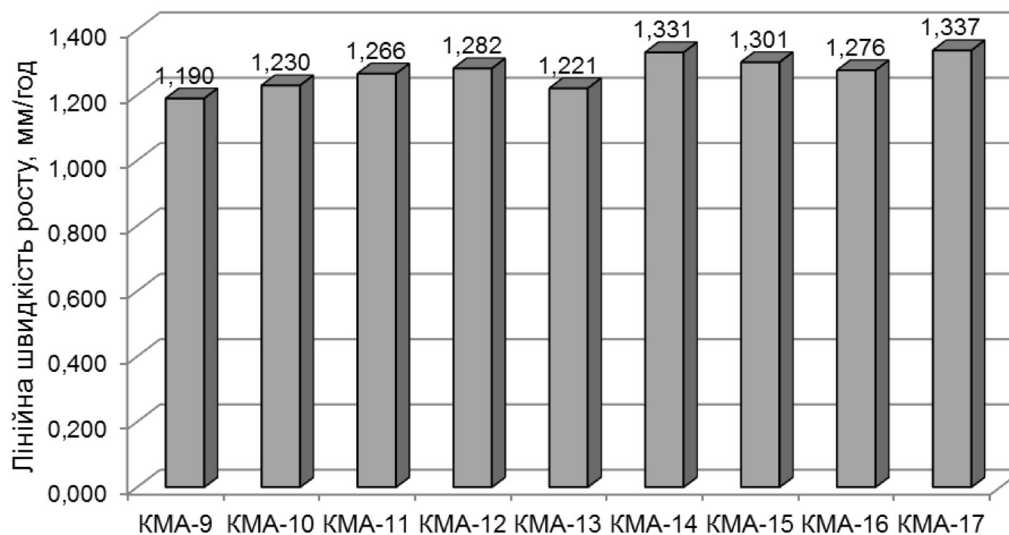


Рис. 2. Швидкість радіального росту досліджених ізолятів *Fusarium sp.* на середовищах різного хімічного складу: СЧ – середовище Чапека; КГА – картопляно-глюкозний агар; ССС – спеціалізоване синтетичне середовище

Таблиця 3. Лінійна швидкість росту ізолятів *Fusarium sp.* залежно від хімічного складу середовища культивування

Ізоляти <i>Fusarium sp.</i>	Середня лінійна швидкість росту (мм/год) за культивування на середовищі		
	СЧ	КГА	ССС
КМА-9	1,008±0,042	1,190±0,063	0,653±0,030
КМА-10	1,190±0,004	1,230±0,044	0,908±0,014
КМА-11	1,158±0,065	1,266±0,050	0,908±0,017
КМА-12	0,962±0,070	1,282±0,059	0,985±0,027
КМА-13	1,012±0,024	1,221±0,033	1,038±0,022
КМА-14	0,485±0,019	1,331±0,010	1,007±0,017
КМА-15	0,948±0,132	1,301±0,027	1,011±0,028
КМА-16	0,797±0,055	1,276±0,044	1,072±0,006
КМА-17	0,704±0,013	1,337±0,025	0,990±0,033

Рис. 3. Вплив хімічного складу середовищ на швидкість радіального росту ізолятів *Fusarium sp.* СЧ – середовище Чапєка; КГА – картопляно-глюкозний агар; ССС – спеціалізоване синтетичне середовищеРис. 4. Лінійна швидкість росту ізолятів *Fusarium sp.* за культивування на картопляно-глюкозному агарі

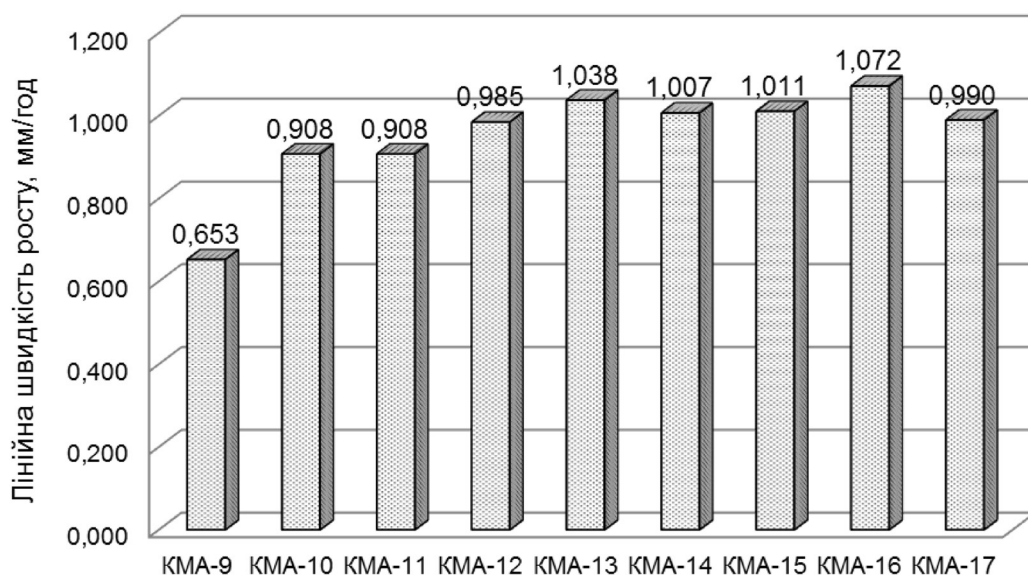


Рис. 5. Лінійна швидкість росту ізолятів *Fusarium sp.* за культивування на середовищі CCC

Решту ізолятів, відповідно до цієї ознаки, було віднесено до групи, швидкість росту в якій коливалась у межах від 0,99 мм/год (*Fusarium sp.* KMA-12 і KMA-17) до 1,01 мм/год (*Fusarium sp.* KMA-14 і KMA-15) – 1,04 мм/год (*Fusarium sp.* KMA-13).

Більш показовою виявилася різниця у швидкості росту ізолятів *Fusarium sp.* під час росту на середовищі Чапека, яке більшість авторів традиційно використовують для дослідження культурально-морфологічних ознак міцеліальних грибів, зокрема й представників роду *Fusarium* [12]. Відповідно до швидкості росту ізолятів *Fusarium sp.* на середовищі Чапека, ми також розподілили їх на кілька підгруп (рис. 6). До групи з найвищою швидкістю росту на середовищі Чапека було віднесено два ізоляти *Fusarium sp.* KMA-10 і KMA-11 ($1,19 \pm 0,004$ та

$1,16 \pm 0,065$ мм/год, відповідно). Хоча ЛШР цих культур на СЧ була дещо нижчою, ніж під час росту на напівсинтетичному середовищі КГА. Натомість на синтетичному спеціалізованому середовищі вона була найнижчою з-поміж усіх порівнюваних (рис. 2, табл. 3). В іншу групу ми виділили ізоляти, середня швидкість росту яких коливалась у межах 0,95–0,96 мм/год (*Fusarium sp.* KMA-12 і KMA-15) – 1,01 мм/год (*Fusarium sp.* KMA-9 і KMA-13). Третю групу склали ізоляти *Fusarium sp.* KMA-17 і KMA-16 зі швидкістю росту, відповідно, 0,7–0,8 мм/год. І, нарешті, найнижчу швидкість росту на середовищі Чапека мав ізолят *Fusarium sp.* KMA-14 (рис. 6). Найістотніший вплив хімічного складу середовищ на швидкість росту було зафіксовано для ізолятів *Fusarium sp.* KMA-9 і KMA-14. Під час культивування на синтетичних середовищах

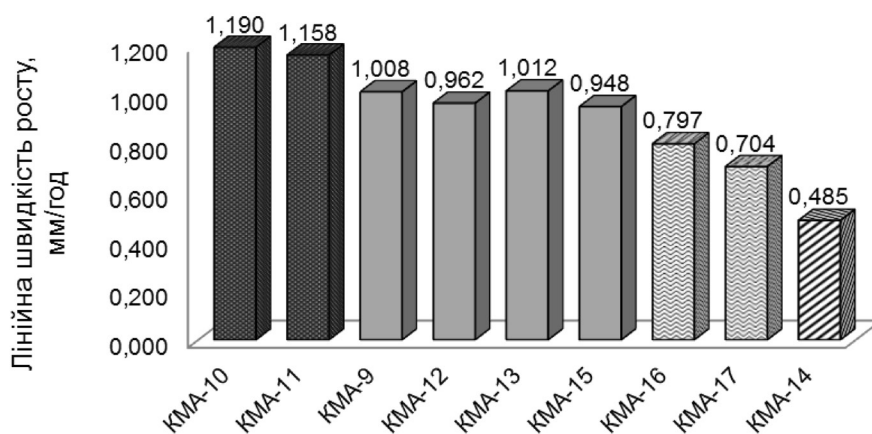


Рис. 6. Лінійна швидкість росту ізолятів *Fusarium sp.* за культивування на середовищі Чапека

різного складу, зокрема середовищі Чапека, *Fusarium sp.* КМА-9 був віднесений до культур із високою лінійною швидкістю, натомість на ССС цей показник був найнижчим серед усіх досліджених культур. У випадку *Fusarium sp.* КМА-14 спостерігали діаметрально протилежну картину: на ССС цей ізолят характеризувався високими значеннями ЛШР, а за культивування на СЧ – найнижчими (рис. 2, 5, 6). Водночас серед ізолятів було виявлено культури, у яких швидкість росту практично не залежала від складу середовищ (наприклад, *Fusarium sp.* КМА-12, КМА-13 і КМА-15).

Висновки

Отже, на підставі вивчення культурально-морфологічних ознак описані нами ізоляти, виділені із зерна *Triticum aestivum* L., було віднесено до роду *Fusarium*.

З'ясовано, що хімічний склад живильних середовищ істотно впливає на культуральні характеристики і швидкість росту виділених ізолятів. Серед застосованих у роботі середовищ оптимальним для активного росту та формування колоній виділених ізолятів *Fusarium sp.* було напівсинтетичне середовище, що містило натуральні компоненти, – картопляно-глюкозний агар. На КГА спостерігали інтенсивний ріст колоній та пігментоутворення у всіх ізолятів. Хоча надлишок вуглеводів у живильних середовищах призводив до лізису окремих досліджених культур. Показано також, що за культивування на синтетичних середовищах культуральні характеристики і ріст є більш стабільними, хоча швидкість росту пригальмовується.

За результатами дослідження можна стверджувати, що лінійна швидкість росту суттєво залежить від складу середовищ і характеризує індивідуальні харчові потреби ізолятів *Fusarium sp.*

Список літератури

- Moretti A, Pascale M, Logrieco AF. Mycotoxin risks under a climate change scenario in Europe. Trends Food Sci Technol [Internet]. 2019;84:38–40. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224417304090> DOI: 10.1016/j.tifs.2018.03.008
- Лучків ОМ, Кобилецька МС, Терек ОІ. Вміст низькомолекулярних компонентів антиоксидантної системи у проростках кукурудзи і пшениці за дії саліцилату й інфікування *Fusarium graminearum* Schwabe. Физиология и биохимия культурных растений. 2013;45(3):238–45.
- Ковалишина ГМ, Демидов ОА, Муха ТІ, Мурашко ЛА, Заїма ОА. Миронівські сорти пшениці озимої з груповою стійкістю проти хвороб для Лісостепу України. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2016;(5).
- Ferrigo D, Raiola A, Causin R. Fusarium Toxins in Cereals: Occurrence, Legislation, Their Management. Molecules. 2016;21(5)(627). DOI: 10.3390/molecules21050627
- Ma L-J, Geiser DM, Proctor RH, Rooney AP, O'Donnell K, Trail F, et al. *Fusarium* Pathogenomics. Annu Rev Microbiol. 2013;67(1):399–416.
- Leslie JF, Summerell BA. *Fusarium: genomics, molecular and cellular biology*. Norfolk, UK: Caister Academic Press; 2013. Chapter 1, An Overview of Fusarium; p. 1–10.
- Фуртат ІМ, Остапок НА, Жукова КО. Видовий склад і біологічні особливості представників роду *Fusarium*, виділених із зерна *Triticum aestivum* L. Наукові записки НаУКМА. Біологія і екологія. 2018;1:21–7. DOI: 10.18523/2617-4529.2018.21-27
- Еремеева СВ. Плесневые грибы. Методы выделения, идентификации, хранения. Учебное пособие. Астрахань: Астраханский гос. техн. ун-т; 2008. 111 с.
- Парфенюк АІ, Безноско ІВ. Інтенсивність спорування фітопатогенних грибів на сортах та гібридах перцю солодкого. Вісник Харківського національного аграрного університету. 2012;3:104–8.
- Пидопличко НМ. Грибы – паразиты культурных растений. Определитель. Т. 2. Грибы несовершенные. Киев: Наукова думка; 1977. 300 с.
- Егорова АА, Соколова ЛМ. Получение моноспоровой культуры грибов р. *Fusarium* на моркови столовой *Daucus carota* L. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017;9(155):115–9.
- Leslie JF, Summerell BA. The *Fusarium* Laboratory Manual. First edit. Iowa, USA: Blackwell Publishing; 2006. 388 p.
- Парфенюк АІ, Благініна АА, Горган ТМ та ін. Екологічне оцінювання сортів пшениці за впливом на формування популяцій фітопатогенних грибів: метод. рек. Київ; 2014. 39 с.
- Атраментова ЛА, Утевская ОМ. Дисперсионный анализ. В: Статистические методы в биологии: учебник. Горловка: Ліхтар; 2008, с. 127–53.
- Glantz SA. The special case of two groups: The t Test. In: Primer of Biostatistics. 7th ed. The McGraw-Hill Companies; 2012, p. 49–72.
- Литовка ЮА. Эколого-биологические особенности и биоконтроль грибов рода *Fusarium*, распространенных в наземных экосистемах Средней Сибири [диссертация]. Красноярск: Сибирский гос. ун-т науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева; 2018.
- Султанова МХ. Влияние источников питания на рост, развитие и патогенность гриба *Fusarium oxysporum f. vasinfectum*. Доклады Академии наук Республики Таджикистан. 2011;54(10):851–85.
- Олішевська СВ. Швидкість росту як кількісний критерій дослідження резистентності мікроскопічних грибів до іонів міді. Укр. ботан. журн. 2006;63(2):210–9.
- Gabiatti C, Vendruscolo F, Piaia JCZ, Rodrigues RC, Durrant LR, Costa JAV. Radial growth rate as a tool for the selection of filamentous fungi for use in bioremediation. Brazilian Arch Biol Technol. 2006;49(SPEC. ISS.):29–34.

I. Furtat, A. Danshyna

**BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF *FUSARIUM* ISOLATES,
RECEIVED FROM *TRITICUM AESTIVUM* L. GRAINS,
DURING CULTIVATION IN DIFFERENT MEDIA**

Aim. The main goal was to extract the isolates of the *Fusarium* genus from the grain of *Triticum aestivum* L. and to explore some particular biological characteristics under conditions of cultivation on various nutrient media with different chemical composition. **Methods.** In this paper, the cultural and morphologic features of received isolates of mycelial fungi were defined in order to explore how different components of cultivation media affect mycelial characteristics and growth. For the detailed description of isolates, the speed of the radial growth of mycelium in different media was also determined. **Results.** Based on discovered cultural and morphological features, extracted from the grain of *Triticum aestivum* L. isolates were classified as *Fusarium* genus. It was determined that the chemical composition of nutrient media significantly influences the cultural characteristics and the rate of linear growth of isolates. A semi-synthetic medium, Potato-Dextrose Agar, was the most favorable for active colonies formation and pigment production of studied isolates. The rate of linear growth was the highest for all explored isolates during cultivation in this medium. During cultivation in synthetic media, the cultural characteristics and growth were more stable, although the growth rate and colonies formation were slowed down: less pigment production was also observed. High levels of carbohydrates in nutrient media promote active and rapid growth of colonies, nevertheless it excess led to the lysis of some studied *Fusarium* strains. It was also found out that different source of nitrogen in media did not affect cultural characteristics and the growth rate. **Conclusions.** The linear growth rate is substantially dependent on the composition of the media and characterizes the individual nutritional needs of the *Fusarium* sp. The studied biological features of isolates expanded the spectrum of characteristics, which allows to prognose a strategy of their behavior in agrocenoses in the future.

Keywords: isolates of *Fusarium* Link, cultural characteristics, radial growth, chemical composition of media, fusariosis.

Матеріал надійшов 19.05.2019