

**КСИЛАЗНА АКТИВНІСТЬ ФІТОПАТОГЕННИХ І ЕНДОФІТНИХ ШТАМІВ *CERATOCYSTIS SP.***

Проведено порівняльний аналіз ксиланазної активності 36 фітопатогенних і ендоефітних штамів *Ceratocystis sp.*, досліджена швидкість їх лінійного росту на середовищі з ксиланом. Швидкість лінійного росту фітопатогенних штамів складала 0,003–0,004 мм/год, що майже в 70 разів менше за швидкість росту ендоефітних штамів. Не виявлено кореляції між рівнями ксиланазної активності досліджених штамів та швидкістю їх росту. Ксиланазна активність ендоефітних штамів *Ceratocystis sp.* варіювала від повної відсутності до високого рівня. Фітопатогенні штами проявляли тільки високу ксиланазну активність. Максимальні значення зон активності ксиланазу цих штамів були майже втричі більшими за такі ендоефітних. Активність цього ферменту у досліджених грибів залежала від штаму. Ксиланазна активність 24 % ендоефітних та 64 % фітопатогенних штамів підвищувалась із збільшенням терміну культивування. Не виявлено чіткої залежності ксиланазної активності штамів *Ceratocystis sp.* від виду і органу рослини-хазяїна, з яких вони були виділені. Встановлено, що рівень ксиланазної активності фітопатогенних штамів *Ceratocystis sp.* був значно вищим, ніж у таких фітопатогенів, як *Fusarium roae*, *F. oxysporum* та *Alternaria alternata*. Зроблено висновок, що вивчені ендоефітні штами *Ceratocystis sp.* можна віднести до латентних паразитів, які за сприятливих для них умов здатні викликати захворювання рослини-хазяїна.

*Ключові слова:* гриби, *Ceratocystis*, ксиланаз, фітопатогени, ендоефіти.

Рід *Ceratocystis* є представником аскоміцетів та утворює конідіальні стадії, які належать до більш ніж 15 родів анаморфних грибів – *Chalara*, *Graphiocladiella*, *Graphium*, *Hyalodendron*, *Hyalorhinocladiella*, *Leptographium*, *Phialocephala*, *Phialographium*, *Sporotrix*, *Verticicladiella* та ін. Види цього роду можуть бути як паразитами, так і сапрофітами. Вони зустрічаються на живих та мертвих стеблах і коренях судинних рослин [11, 17]. Одні з них є патогенними для сільськогосподарських рослин, інші викликають потемніння деревини і тільки деякі види цього роду є сапрофітами [21].

Нами у співпраці з Поліським філіалом Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації (м. Житомир) досліджено ендоефітну мікобіоту 36 видів рослин сфагнових боліт Житомирської та Рівненської областей (2000–2006 рр.) [4] та мікобіоту здорових дубів та дубів із симптомами всихання в дібровах Житомирської області 2004–2006 рр. Фітопатогенні види зустрічались значно частіше на гілках і пагонах, ніж на інших органах рослин дуба. Це, насамперед, три фітопатогенні види мікроскопічних грибів – *Alternaria alternata*, *Ceratocystis sp.* та *Trichothecium roseum*. Частота зустрічальності грибів *Ceratocystis sp.* на гілках дубів складала 60,0 %. При дослідженні ендоефітної мікобіоти рослин сфагнових боліт у Рівненській області також домінували гриби роду *Ceratocystis* (частота зустрічальності 75,6 %) [7].

Ключову роль у процесі ураження рослин грибами можуть відігравати екстрацелюлярні гідролази. Гриби, що паразитують на рослинах, як правило, синтезують їх в значній кількості [2, 20]. Так, запропоновано використовувати рівень ксиланазної активності різних видів роду *Fusarium* як біохімічний маркер, за яким можна судити про ступінь патогенності ізоляту [2]. Метою даної роботи було порівняльне дослідження активності екстрацелюлярної ксиланазу штамів *Ceratocystis sp.*, які належали до різних трофічних груп – фітопатогенів та ендоефітів.

**Матеріали і методи.** Об'єктами дослідження були 36 штамів *Ceratocystis sp.*, які виділяли з різних органів рослин сфагнових боліт та гілок хворих рослин дуба протягом 2002–2006 рр. Ендоефітні штами виділяли з болотних рослин Рівненської та Житомирської областей, а фітопатогенні – з хворих рослин дуба дібров Житомирської області (табл. 1, 2).

**Інокуляція та вирощування:** Культури досліджених грибів попередньо вирощували на картопляно-глюкозному агарі в чашках Петрі. Для посіву на чашки з агаризованим середовищем із додаванням ксилану використовували інокулюм (3 x 3 мм) з краю (10 мм) колонії, яка активно росла. Інокульовані чашки заклеювали плівкою Parafilm для збереження вологості середовища з ксиланом та інкубували при  $26 \pm 2^\circ\text{C}$  протягом 3–21 днів.

Ферментативну активність визначали якісним методом, розробленим в лабораторії фізіології грибів Інституту ботаніки Регенсбурзького університету (Німеччина) [22]. Про **ксиланазну активність** судили за величиною зони, яку визначали як різницю між середнім радіусом зони просвітлення середовища і середнім радіусом колонії гриба, також враховували інтенсивність просвітлення середовища. Величина зони просвітлення середовища, а, відповідно, і активність ксиланози, була умовно поділена нами на три групи: низька – зона  $\leq 2$  мм; середня – 2,1 – 6,9 мм; висока –  $\geq 7$  мм. Зони активності ксиланози фотографували цифровою камерою Nikon MH-60 (Японія).

Швидкість лінійного росту визначали на агаризованому поживному середовищі з ксиланом. Двічі на добу (через 6 та 18 год) вимірювали діаметр грибною колонією в трьох напрямках. На основі отриманих даних визначали радіальну швидкість росту ( $K_r$ ) за формулою [10]:

$$K_r = \frac{R_t - R_o}{t - t_o},$$

де  $R_o$  – радіус колонії в момент часу  $t_o$ ;  $R_t$  – радіус колонії в час  $t$ .

Статистичну обробку даних проводили за допомогою комп'ютерної програми Excel.

**Результати та їх обговорення.** Для встановлення значення активності деяких гідролітичних ферментів грибів р. *Ceratocystis* sp. в патологічному процесі нами досліджена ксиланазна активність у 36 штамів, які належали до різних трофічних груп (табл. 1, 2).

Швидкість лінійного росту у ендоефітних штамів *Ceratocystis* sp. на середовищі з ксиланом варіювала від 0,072 до 0,272 мм/год. Фітопатогенні штами взагалі росли дуже повільно, швидкість їх лінійного росту складала 0,003–0,004 мм/год, що в середньому майже в 70 разів менше за швидкість росту ендоефітних штамів (табл. 1, 2).

Загалом ксиланазна активність у *Ceratocystis* sp. мала значно більші межі варіювання, ніж досліджена нами раніше целюлазна активність цих же штамів [8]. Серед всіх досліджених штамів *Ceratocystis* sp. ксиланазна активність була відсутня у 9 штамів, була низькою у 3, середньою – у 8 і високою – у 16 штамів. В останніх межі варіювання величини зон активності ксиланози складала 9,0 – 12,0 мм для ендоефітів та 9,5 – 29,2 мм для фітопатогенних штамів (табл. 1, 2).

Ксиланазна активність ендоефітних штамів *Ceratocystis* sp. в динаміці росту змінювалась від повної відсутності до високого рівня (табл. 1). Не виявили зон просвітлення середовища навколо колоній 36 % ендоефітних штамів, 16 % з них мали низький рівень активності. Середній рівень ксиланазної активності проявили 28 % досліджених ендоефітних штамів і 20 % – високий рівень активності.

На відміну від ендоефітних, у всіх штамів *Ceratocystis* sp., які були виділені з гілок дуба, виявлена дуже висока ксиланазна активність. Ширина зони просвітлення середовища навколо колоній штамів *Ceratocystis* sp. варіювала від 3,3 до 29,2 мм, максимальні значення зон активності ксиланози цих штамів були майже втричі більшими за такі ендоефітних (табл. 2).

Ксиланазна активність більшості штамів (64 %), що виділені з уражених гілок дуба, за виключенням трьох (26/1, 109/1, 121/1), підвищувалась із збільшенням терміну культивування. Проте у штамів 26/1, 109/1, 115/3 та 121/1 вона досягала найвищого рівня на 14 добу та зменшувалась на 21 добу культивування (табл. 2). Підвищення рівня ксиланазної активності в процесі культивування ми також спостерігали при вивченні грибів роду *Fusarium* [6]. Проте для ендоефітних штамів відмічались випадки, коли ксиланазна активність в певні строки росту була низькою, або зовсім не спостерігалась, а доба, на яку була відмічена найвища активність цього ферменту залежала від штаму. Тільки для 24 % штамів *Ceratocystis* sp., які виділені з болотних рослин, характерним було підвищення рівня ксиланазної активності із збільшенням терміну культивування (табл. 1).

**Швидкість лінійного росту ( $K_r$ , мм/год) та динаміка ксиланазної активності штамів *Ceratocystis* sp., які виділені з болотних рослин**

№	Штам	Джерело виділення	$K_r$ на середовищі з ксиланом	Зона активності ксиланаз, мм		
				3 доба	5 доба	7 доба
1.	17/30-1	Шишка сосни	0,215 ± 0,010	0	0	0
2.	4/1-8	Корінь журавлини	0,221 ± 0,004	3,2	0,8	0
3.	36/2-2	Лист журавлини	0,171 ± 0,006	3,2	1,3	2,7
4.	40/1-7	Корінь журавлини	0,207 ± 0,005	0	0	10,7
5.	40/1-8	Стебло журавлини	0,212 ± 0,008	0	0	0
6.	40/1-9	Лист журавлини	0,223 ± 0,005	0	0	0
7.	63/2-3	Стебло журавлини	0,185 ± 0,005	0,2	0,5	0,7
8.	46/1-5	Стебло журавлини	0,157 ± 0,007	12,0	1,5	0,67
9.	63/2-1	Корінь журавлини	0,154 ± 0,008	1,2	2,7	2,2
10.	63/2-2	Корінь журавлини	0,115 ± 0,008	2,7	3,2	5,2
11.	4/2-1	Верхівка сфагнуму	0,246 ± 0,009	0	0,8	0,5
12.	4/2-4	Лист сфагнуму	0,230 ± 0,018	0	0	0
13.	36/3-3	Стебло сфагнуму	0,120 ± 0,013	0	4,3	0
14.	40/2-4	Верхівка сфагнуму	0,072 ± 0,002	2,2	10,2	10,0
15.	45/3-2	Стебло сфагнуму	0,247 ± 0,008	0,7	0	0
16.	45/3-3	Стебло сфагнуму	0,252 ± 0,009	0	0	0
17.	46/2-7	Верхівка сфагнуму	0,241 ± 0,010	0	0	0
18.	48/2-3	Лист сфагнуму	0,238 ± 0,005	0	0	0
19.	50/2-1-2	Верхівка сфагнуму	0,137 ± 0,002	7,2	9,0	0
20.	50/2-3	Верхівка сфагнуму	0,266 ± 0,005	5,8	0	0
21.	56/2-3	Стебло сфагнуму	0,242 ± 0,005	0	0	0
22.	62/2-1	Лист сфагнуму	0,218 ± 0,010	0,2	1,7	2,7
23.	63/3-2	Стебло сфагнуму	0,191 ± 0,008	2,7	3,2	5,2
24.	62/3-5	Верхівка зозулиного льону	0,272 ± 0,007	0	0	0
25.	48/1-3	Стебло вовчого тіла болотного	0,109 ± 0,003	4,3	11,7	12,0

Примітка: «0» – ксиланазна активність не виявлена

Таблиця 2

**Швидкість лінійного росту ( $K_r$ , мм/год) та динаміка ксиланазної активності штамів *Ceratocystis* sp., що виділені з уражених гілок дуба**

№	Штам	Джерело виділення	$K_r$ на середовищі з ксиланом	Зона активності ксиланаз, мм		
				7 доба	14 доба	21 доба
1.	26/1	Гілка дуба	0,003 ± 0,001	12,2	21,7	15,8
2.	26/3	Гілка дуба	0,003 ± 0,001	3,3	0	15,5
3.	27/5	Гілка дуба	0,003 ± 0,001	12,5	22,2	26,5
4.	28/2	Гілка дуба	0,004 ± 0,001	12,0	22,0	28,5
5.	108/4	Гілка дуба	0,003 ± 0,002	13,3	23,2	28,0
6.	109/1	Гілка дуба	0,003 ± 0,002	0	15,7	13,0
7.	115/3	Гілка дуба	0,003 ± 0,001	9,5	21,3	21,0
8.	116/6	Гілка дуба	0,003 ± 0,001	12,0	22,8	25,3
9.	119/1	Гілка дуба	0,004 ± 0,002	12,7	25,2	29,2
10.	120/3	Гілка дуба	0,003 ± 0,001	12,8	21,0	24,7
11.	121/1	Гілка дуба	0,003 ± 0,001	0	14,8	6,2

Примітка: «0» – ксиланазна активність не виявлена

Чіткої залежності між рівнем ксиланазної активності та видом і органом рослини, з яких був виділений грибок, не виявлено. Так, у штамів *Ceratocystis* sp., що були ізолювані з коренів журавлини, фіксували середню і високу ксиланазну активність, в той час, як у штамів, які виділені з різних органів сфагнуму, вона варіювала від низької до високої. Всі фітопатогенні штами, які були виділені з гілок дуба (табл. 2), виявили високу ксиланазну активність.

Серед вивчених ендofітних штамів *Ceratocystis* sp. середня і висока активність ксиланаз була виявлена у штамів 36/2-1 (джерело виділення – стебло і лист журавлини), 40/1-7, 63/2-1, 63/2-2 (корінь журавлини), 36/3-3 (стебло сфагнуму), 40/2-4, 50/2-3 (верхівка сфагну-

му). Штам 50/2-1-2, що ізолюваний з верхівки сфагнуму, характеризувався найвищою серед штамів-ендофітів реакцією на наявність дослідженого ферменту і високою його інтенсивністю. В той же час, штамми 4/2-1 та 46/2-7, які також були виділені з верхівки сфагнуму, виявили низьку активність або взагалі її не мали. У штамів 26/1, 109/1 та 121/1 на 14-у добу культивування ксиланазна активність була найвищою і зменшувалась на 21-у добу. У штаму 26/3 на 7-у добу росту виявлена середня ксиланазна активність (зона 3,3 мм), на 14-у вона взагалі не виявлена, а на 21-у зона навколо середовища становила 15,5 мм (табл. 1, 2).

Мікроскопічні гриби відіграють важливу роль у природі як деструктори геміцелюлози – одного з основних компонентів рослинних полісахаридів. Ксиланози каталізують гідроліз ксилану, найбільшої складової частини геміцелюлози. Ксилан складає близько 30 % від загальної кількості полісахаридів в клітинних стінках рослин [9].

Дослідження гідролаз, які розкладають природні полімери, в основному пов'язане з вивченням здатності різних груп грибів до їх синтезу, а також виділенням, очисткою цих ферментів, вивченням їх властивостей та регуляторних механізмів генів, що їх кодує. Здатність синтезувати геміцелюлази та целюлази широко розповсюджена серед представників грибного царства, проте тільки деякі з них продукують значні кількості таких позаклітинних карбогідратів. Це, насамперед, види родів *Trichoderma*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium* та деякі інші [1, 12, 16, 18].

Клітинна стінка рослини виступає як перша мішень, яку мають подолати патогени рослин та, внаслідок цього, вони здатні продукувати комплекс гідролаз, в тому числі й ендоксиланаз, для деградації компонентів клітинної стінки [13].

Види роду *Fusarium* – відомі фітопатогени, які є збудниками захворювань великої кількості агрономічно важливих рослин. Гриби цього роду здатні утворювати різні гідролітичні ферменти для засвоєння органічних джерел живлення. При визначенні ксиланазної активності культуральних фільтратів 175 ізолятів 16 видів *Fusarium* встановлено, що найактивнішими були види *F. moniliforme* та *F. oxysporum*. Ксиланози *Fusarium* гідролізували ксилан, в основному, з утворенням ксилоолігосахаридів [1]. Ця властивість для фітопатогенних фузаріїв має значення в патогенезі захворювань, особливо судинного в'янення, оскільки розрив молекули на окремі фрагменти є одним із факторів, який викликає руйнування структури клітинної стінки, пов'язане з порушенням багатьох процесів метаболізму рослини.

У фітопатогенних штамів *Ophiostoma ulmi* та *Ophiostoma novo-ulmi*, які здатні викликати голландську хворобу в'яза, виявлена низька активність гідролаз, в тому числі й ксиланазна [14]. При рості на середовищі з заболонню деревини в'яза ферментативна активність штамів була в 3–4 рази нижчою, ніж на середовищах із березовим ксиланом та нерозчинним у воді ксиланом. У жодного з видів глюкоза не стимулювала ксиланазну активність. Ензими штаму *O. novo-ulmi* СКТ-11 утворювали, головним чином, ксилобіозу і ксилозу при інкубації з нерозчинним у воді ксиланом.

Патогени рослин продукують гідролази, які руйнують різноманітні целюлозовмісні субстрати. З гриба *Ceratocystis paradoxa* був ізолюваний комплекс ферментів, який виступає інвазійним агентом та сприяє проникненню патогена в тканини рослини-хазяїна, а також дає можливість фітопатогену використовувати тканини рослин як джерело вуглецю [23].

Для ендофітних грибів, на відміну від фітопатогенних, існують лише спорадичні дослідження ферментів гідролазного комплексу. Так, гриб *Hymenoscyphus ericae*, який є ендофітом ерикоїдних рослин, здатний продукувати повний целюлозолітичний комплекс ферментів (целюлазу, целобіогідролазу та  $\beta$ -D-глюкозидазу) [15]. Для встановлення екологічної ролі ендофітів у *H. ericae* досліджений широкий спектр гідролаз (целюлази, геміцелюлази, пектинази) та поліфенолоксидази і вуглеводоксидази. Показано, що *H. ericae* продукує ряд ферментів ксиланазного та мананазного комплексів, які необхідні для повного розкладання ланцюжків полімерів клітинної стінки рослин внаслідок їх синергічної дії, що необхідно для розкладу мертвих тканин рослини.

В попередніх роботах нами був проведений аналіз ксиланазної активності у ендофітних та фітопатогенних штамів *F. poae* та *A. alternata* [5, 6]. Більшість досліджених фітопатогенних і ендофітних штамів *A. alternata* виявили високу або середню ксиланазну активність. Ендофітним штамам *A. alternata* були притаманні більші межі коливання величини зони активності ксиланози (0,3–9,5 мм), ніж фітопатогенним штамам (1,3–7,0 мм). Ксиланазна активність грибів роду *Fusarium* була меншою, ніж у штамів *A. alternata*. У ендофітних штамів

видів роду *Fusarium* активність цього ферменту була низькою і тільки два штами виявили середню активність. У фітопатогенів вона варіювала від повної відсутності до високого рівня (0,2–8,7 мм). Ширина зони просвітлення середовища досліджених фітопатогенних штамів *Ceratocystis* sp. була в 2,2–6,5 раз більшою, ніж у штамів такого відомого фітопатогена як *F. oxysporum* (Schlecht.) Snyder et Hans. [3]. Діапазон варіювання цього показника також був більшим у штамів *Ceratocystis* sp. (0,2 до 29,2 мм), ніж у *F. oxysporum* (1,5–4,5 мм).

В доступній літературі також відсутня інформація про порівняльне дослідження ксиланаз штамів *Ceratocystis* sp., які належать до різних трофічних груп. Аналіз ксиланазної активності 36 штамів фітопатогенних та ендоефітних грибів *Ceratocystis* sp. показав, що у ендоефітних штамів *Ceratocystis* sp. вона варіювала від повної відсутності до високого рівня. Ксиланазна активність фітопатогенних штамів була значно вищою, ніж у ендоефітних, максимальні значення зон активності ксиланаз цих штамів були майже втричі більшими за такі ендоефітних. Рівень ксиланазної активності фітопатогенних штамів *Ceratocystis* sp. був вищим, ніж у таких фітопатогенів, як *F. poae* та *A. alternata*. В той же час при вивченні ксиланазної активності у різних трофічних груп штамів *Fusarium* та *A. alternata* не відмічено чіткої залежності між патогенністю та рівнем ксиланазної активності відповідного штаму [3, 5, 6]. Ключовською була проведена спроба з'ясувати залежність ксиланазної активності від патогенності грибів при вивченні 198 штамів різних видів роду *Fusarium*: *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. oxysporum*, *F. moniliforme*, *F. gibbosum*, які відрізнялись за ступенем патогенності [2]. Показано, що патогенні штами досліджених грибів частіше виявляли високу активність ксиланаз. Відмічається чіткий зв'язок ферментативної активності грибів із ступенем їх патогенності, причому високопатогенним штамам звичайно була притаманна висока ксиланазна активність. Тому автор пропонує розглядати активність ксиланаз як можливий біохімічний маркер ступеня патогенності грибів. Проте, судячи з наших досліджень, така залежність ксиланазної активності від патогенності може варіювати на штамовому рівні, або бути характерною для певного виду і навіть роду гриба.

Таким чином, у всіх без винятку фітопатогенних, а також у ряду ізольованих із здорових рослин журавлини, сфагнуму та вовчого тіла ендоефітних штамів *Ceratocystis* sp. виявлена висока ксиланазна активність. Цей факт свідчить про те, що ендоефітні штами *Ceratocystis* sp. можна віднести до латентних паразитів, які за сприятливих для них умов здатні викликати захворювання рослини-хазяїна.

**И.Н. Курченко, Е.В. Соколова, Е.М. Юрьева**

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

## **КСИЛАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ ФИТОПАТОГЕННЫХ И ЭНДОФИТНЫХ ШТАММОВ *CERATOCYSTIS* SP.**

Резюме

Проведен сравнительный анализ ксиланазной активности 36 фитопатогенных и эндоефитных штаммов *Ceratocystis* sp., изучена скорость их линейного роста на среде с ксиланом. Скорость линейного роста фитопатогенных штаммов составляла 0,003 – 0,004 мм/час, что почти в 70 раз меньше, чем скорость роста эндоефитных штаммов. Не выявлено корреляции между уровнями ксиланазной активности изученных штаммов и скоростью их роста. Ксиланазная активность эндоефитных штаммов *Ceratocystis* sp. варьировала от полного отсутствия до высокого уровня. Фитопатогенные штаммы проявляли только высокую ксиланазную активность. Максимальные значения зон активности ксиланазы этих штаммов были почти втрое больше, чем такие эндоефитных. Активность этого фермента у изученных грибов зависела от штамма. Ксиланазная активность 24 % эндоефитных и 64 % фитопатогенных штаммов возрастала с увеличением периода культивирования. Не выявлено четкой зависимости ксиланазной активности штаммов *Ceratocystis* sp. от вида и органа растения-хозяина, из которых они были выделены. Установлено, что уровень ксиланазной активности фитопатогенных штаммов *Ceratocystis* sp. был значительно выше, чем у таких фитопатогенов, как *Fusarium poae*, *F. oxysporum* и *Alternaria alternata*. Сделан вывод о том, что изученные эндоефитные штаммы *Ceratocystis* sp. можно отнести к латентным паразитам, которые при благоприятных для них условиях могут вызывать заболевания растения-хозяина.

Ключевые слова: грибы, *Ceratocystis*, ксиланаз, фитопатогены, эндоефиты.

**XYLANASE ACTIVITY OF PHYTOPATHOGENIC AND ENDOPHYTIC  
STRAINS OF *CERATOCYSTIS* SP.**

S u m m a r y

A comparative analysis of xylanase activity of 36 phytopathogenic and endophytic *Ceratocystis* sp. strains was conducted. The rate of their linear growth on the medium with xylan was studied. The rate of linear growth of phytopathogenic strains was 0.003 – 0.004 mm/h that was almost 70 times less than in endophytic ones. There were no correlation between levels of xylanase activity of studied strains and rates of their linear growth. Xylanase activity of endophytic *Ceratocystis* sp. strains varied from complete absence to high level. Phytopathogenic strains possessed only high xylanase activity; maximum values of their xylanase activity zones were three times more than in endophytic strains. The differences in xylanase activity were observed on the strain level. The xylanase activity of 24% endophytic and 64% phytopathogenic strains became higher with increasing of cultivation period. The clear dependence of xylanase activity on the species and organs of host plants was not demonstrated. It was shown that the xylanase activity level of phytopathogenic *Ceratocystis* sp. strains was too much higher than in such phytopathogens as *Fusarium poae*, *F. oxysporum* and *Alternaria alternata* strains. The conclusion was made that the studied endophytic *Ceratocystis* sp. strains can be related to latent pathogens, which are able to cause the diseases of host plants in conditions favorable for them.

The paper is presented in Ukrainian.

**К е у в о р д с:** fungi, *Ceratocystis*, xylanase, phytopathogens, endophytes.

**The authors address:** Kurchenko I.M., Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, National Academy of Sciences of Ukraine; 154 Acad. Zabolotny St., Kyiv, MSP, D 03680, Ukraine.

1. Білай В.Й., Стрижевецька А.Я. Ріст міцелію і швидкість споживання ксилану, ксилози та глюкози штамами різних видів грибів // Мікробіол. журн. – 1977. – **39**, № 3. – С. 711–714.
2. Клечковская Е.А. Эколого-биохимическая характеристика *Fusarium* sp. на озимой пшенице в причерноморской степи Украины // Микол. и фитопатол. – 1999. – **33**, № 4. – С. 280–289.
3. Курченко І.М., Жданова Н.М., Соколова О.В. Вивчення наявності деяких гідролітичних та окисно-відновних ферментів у штамі *Fusarium oxysporum* (Schlecht.) Snyder et Hans., ізольованих з різних місцеперебувань // Мікробіол. журн. – 2001. – **63**, № 5. – С. 34–44.
4. Курченко І.Н., Соколова Е.В., Орлов А.А., Жданова Н.Н. Эндодитные микромицеты высших растений и их экологическая роль в круговороте <sup>137</sup>Cs в биогеоценозах сфагновых болот Украинского Полесья / В кн.: Прикладная радиэкология леса / Под ред. д-р с.-х. н. проф. В.П. Краснова. – Житомир: Полісся, 2007. – С. 359–412.
5. Курченко І.М., Соколова О.В., Жданова Н.М., Яринчин А.М., Йовенко О.М. Порівняльне вивчення целюлазної та ксиланазної активностей у фітопатогенних та ендодитних штамів грибів *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler // Мікробіол. журн. – 2008. – **70**, № 4. – С. 25–30.
6. Курченко І.М., Соколова О.В., Жданова Н.М., Яринчин А.М., Йовенко О.М. Целюлазна та ксиланазна активності грибів роду *Fusarium* Lk: Fr., що належать до різних трофічних груп // Мікробіол. журн. – 2008. – **70**, № 5. – С. 27–35.
7. Курченко І.М., Соколова О.В., Орлов О.О., Юр'єва О.М., Іванюк Т.М. Мікобіота *Quercus robur* L. дібров Житомирської області // Мікробіол. журн. – 2009. – **71**, № 5. – С. 23–33.
8. Курченко І.М., Соколова О.В., Юр'єва О.М., Жданова Н.М. Целюлазна активність різних трофічних груп *Ceratocystis* sp. // Мікробіол. журн. – 2009. – **71**, № 6. – С. 27–34.
9. Марков А.В., Гусаков А.В., Дзедзюля Е.И., Устинов Б.Б., Антонов А.А., Окунев О.Н., Беккаревич А.О., Синицын А.П. Свойства гемецеллюлаз ферментного комплекса *Trichoderma longibrachiatum* // Прикл. биохим. микробиол. – 2009. – **42**, № 6. – С. 654–664.
10. Перт С.Дж. Основы культивирования микроорганизмов и клеток. – М.: Мир, 1978. – 331 с.
11. Селочник Н.Н. Трахеомикоз дуба // Микол. и фитопатол. – 1998. – **32**, № 4. – С. 63–74.
12. Соловьева И.В., Окунев О.Н., Вельков В.В., Кошелев А.В., Бубнова Т.В., Кондратьева Е.Г., Скомаровский А.А., Синицын А.П. Получение и свойства мутантов *Penicillium verruculosum* – суперпродукентов целлюлаз и ксиланаз // Микробиол. – 2005. – **74**, № 2. – С. 172–178.
13. Belien T., Van Campenhout S., Robben J., Volckaert G. Microbial endoxylanases: effective weapons to breach the plant cell-wall barrier or, rather, triggers of plant defense systems? // Molecular Plant-Microbe Interactions. – 2006. – **19**, N 10. – P. 1072 – 1081.

14. Binz T., Canevascini G. Xylanases from the Dutch elm disease pathogens *Ophiostoma ulmi* and *Ophiostoma novo-ulmi* // *Physiol. Molecul. Plant Pathol.* – 1996. – **49**, N 3. – P. 159 – 175.
15. Cairney J.W.G., Burke R.M. Extracellular enzyme activities of the ericoid mycorrhizal endophyte *Hymenoscyphus ericae* (Read) Korf et Kernan: their likely roles in decomposition of dead plant tissue in soil // *Plant and Soil.* – 1998. – **205**, N 1. – P. 181 – 192.
16. Chávez R., Bull P., Eyzaguirre J. The xylanolytic enzyme system from the genus *Penicillium* // *J. Biotechnol.* – 2006. – **123**, N 4. – P. 413 – 433.
17. Cacak A., Mihal I. Tracheomycotic disease symptoms on beech trees // *Микол. и фитопатол.* – 2001. – **35**, N 5. – С. 54 – 61.
18. Coral G., Arikan B., Ünalı M.N., Güvenmez H.K. Some properties of thermostable xylanase of *Aspergillus niger* strain // *Ann. Microbiol.* – 2002. – **52**, N 3. – P. 299 – 306.
19. Coughlan M.P., Hazlewood G.P. Hemicellulose and Hemicellulases. – London and Chapel Hill: Portland Press Research Monograph, 1993. – 120 p.
20. Dori S., Solel Z., Barash I. Cell-wall-degrading enzymes associated with take-all disease of wheat: 14th Congr. Isr. Phytopathol. Soc. (Bet Dagan., Febr. 15 – 16, 1993) // *Phytoparasitica.* – 1993. – **21**, N 2. – С. 143.
21. Griffin H. D. The genus *Ceratocystis* in Ontario // *Can. J. Bot.* – 1968. – **46**, N 5. – P. 89 – 618.
22. Molitoris H.P., Schaumann K. Physiology of marine fungi. A screening program for marine fungi // *The biology of marine fungi* / Ed. Moss S.T. – Cambridge: Cambridge University Press, 1986. – P. 35 – 47.
23. Olutiola P.O. Cellulase enzymes in culture filtrates of *Ceratocystis paradoxa* // *Mycologia.* – 1976. – **68**, N 5. – P. 1083 – 1092.

Отримано 18.09.2009