

О.В. ЧЕМЕРІС, К.Г. ДРЕВАЛЬ, М.І. БОЙКО

Донецький національний університет  
вул. Щорса, 46, м. Донецьк, 83050, Україна  
chemeris07@rambler.ru

**АКТИВНІСТЬ ОКИСНИХ,  
ЦЕЛЮЛОЗОЛІТИЧНИХ ЕКЗОФЕРМЕНТІВ  
І ДЕЯКІ ФІЗІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ  
ШТАМІВ *HETEROBASIDION ANNOSUM*  
(FR.) BREF. (*BASYDIOMYCOTA*)**

*Ключові слова:* *Heterobasidion annosum*, ферменти, пероксидаза, каталаза, целюлази, целюлозолітична активність

## Вступ

Серед фітопатогенів, що паразитують на хвойних рослинах, найнебезпечніший гриб — коренева губка — *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. (*Basydiomycota*). Хвороба, яку він спричинює, завдає значної шкоди лісовому господарству багатьох країн світу. Гриб відзначається сильною вірулентністю і пристосовується до різноманітних екологічних чинників, здатний до переходу від сапротрофного типу живлення до паразитизму, характеризується не тільки морфологічною, а й фізіолого-культуральною та біохімічною мінливістю [7, 14, 18]. Тому розробка ефективних засобів боротьби з цим патогеном потребує детального дослідження його біології, зокрема ферментативної активності білків, які він виділяє у навколишнє середовище.

*Heterobasidion annosum* має багатокомпонентну систему окисних ферментів. Низка авторів зауважує, що деякі ізоляти *H. annosum* не проявляли пероксидазної активності, але мали високу каталазну [14]. Інші автори відзначають відмінності між різними штамми *H. annosum* за набором ізоферментів пероксидази та їх електрофоретичної рухливості [2]. З огляду на високу патогенність гриба важливо також дослідити його целюлозолітичну активність, оскільки целюлоза є однією з основних складових рослинної клітини і найперше зазнає дії екзоцелюлаз патогена [15]. Встановлена унікальність складу целюлазного комплексу *H. annosum* [16, 19], однак літературні дані щодо активності його різних ферментів досить різняться за своїми значеннями [4, 14], тому дослідження здатності цього гриба руйнувати целюлозу надзвичайно важливе для характеристики його як паразита [15]. Крім того, відсутні сучасні літературні відомості стосовно активності окисних і целюлозолітичних ферментів культур *H. annosum*, виділених з плодових тіл, зібраних саме на території України.

Зважаючи на це, нашою метою було визначення активності окисних та целюлозолітичних ферментів культуральної рідини *H. annosum*, а також змін накопичення біомаси й екзогенного білка штамми різного походження.

## Об'єкти та методи дослідження

Об'єктами дослідження стали такі штами гриба *H. annosum*: штам НА-6-96, отриманий з колекції культур кафедри фізіології рослин Донецького національного університету; НЦСГ-1м, НЦСГ-2м та НЦСГ, виділені за загальноприйнятими методиками [1] з плодкових тіл, зібраних з *Pinus sylvestris* L. у Національному парку «Святі Гори»; ВЕ-08 — з плодового тіла, що зростало на *P. sylvestris* у с. Щурове Донецької обл. в 2008 р.

Для вивчення пероксидазної та каталазної активності штами *H. annosum* культивували на рідкому живильному середовищі такого складу (г/л): глюкоза — 10; пептон — 3;  $K_2HPO_4$  — 0,4;  $KH_2PO_4$  — 0,6;  $MgSO_4 \times 7H_2O$  — 0,5;  $CaCl_2$  — 0,05;  $ZnSO_4 \times 7H_2O$  — 0,001 [5]. Живильне середовище розливали по 50 мл у конічні колби об'ємом 100 мл. Після стерилізації за 0,8—1,0 атм протягом 30 хвилин живильне середовище інокулювали шматочком міцелію розміром  $5 \times 5$  мм [1]. Штами *H. annosum* культивували поверхневим способом за оптимальної температури росту 24 °С [3] протягом 7 та 14 діб. Накопичення біомаси визначали ваговим методом [10]. Вміст білка в культуральній рідині (КР) встановлювали спектрофотометричним методом на спектрофотометрі СФ-46 [6].

Каталазну активність КР з'ясовували спектрофотометричним методом, заснованим на реєстрації оптичної густини розчину, в якому міститься продукт реакції залишку пероксиду водню з молібдатом амонію за довжини хвилі 410 нм на СФ-46 [9]. Пероксидазну активність КР штамів *H. annosum* визначали методом фотоелектроколориметричного вимірювання інтенсивності забарвлення продукту окиснення о-діанізидину на фотоелектроколориметрі КФК-2-УХЛ 4.2 за зеленим світлофільтром [8].

Для дослідження активності целюлаз штами культивували на середовищі Чапека такого складу (г/л):  $NaNO_3$  — 2;  $K_2HPO_4$  — 1;  $MgSO_4 \times 7H_2O$  — 0,5;  $KCl$  — 0,5;  $FeSO_4 \times 7H_2O$  — 0,01 [5]. Живильне середовище розливали по 25 мл у конічні колби об'ємом 100 мл. Єдиним джерелом вуглецю у такому середовищі був фільтрувальний папір Whatman №1 (130 мг). Після стерилізації за 0,8—1,0 атм протягом 30 хвилин колби інокулювали шматочком міцелію штамів *H. annosum* розміром  $5 \times 5$  м [1]. Активність ферментів целюлозолітичного комплексу визначали за відношенням до таких субстратів, як фільтрувальний папір (Whatman № 1, щільність 80 г/м<sup>2</sup>), Na-карбоксиметилцелюлоза (Sigma, C5678), гідроксиетилцелюлоза (Sigma, 54290) та целобіоза (Sigma, 22150). Склад реакційних сумішей, а також умови визначення активності целюлозолітичних ферментів відповідали загальноприйнятим методикам [12, 13, 17, 20] та рекомендаціям IUPAC [17]. За одиницю активності приймали таку кількість ферменту, яка утворювала 1 мкмоль редуруючих цукрів (для полімерних субстратів) або 1 мкмоль глюкози (для целобіози) протягом 1 хв в умовах досліду. Редуруючі цукри визначали методом Шомодї—Нельсона (калібрувальний графік будували за глюкозою) [12, 13, 21]. Глюкозу встановлювали глюкозооксидазно-пероксидазним методом, використовуючи набір реактивів для її визначення у біологічних рідинах (за методикою виробника «Реагент», м. Дніпропетровськ, Україна).

Статистичну обробку результатів експериментів проводили методом двофакторного дисперсійного аналізу якісних і кількісних ознак, а множинне порівняння середніх арифметичних величин — методом Дункана [11].

### Результати дослідження та їх обговорення

Результати дисперсійного аналізу і порівняння середніх арифметичних величин показали достовірне накопичення біомаси грибом *H. annosum* з 7-ї по 14-ту добу. Найменше накопичували біомасу штами НЦСГ на 7-му добу культивування, а найбільше в цей період — НА-6-96. На 14-ту добу найбільшу біомасу фіксували для штаму НЦСГ-1м. Достовірні відмінності за накопиченням біомаси на 14-ту добу культивування спостерігаються лише між штамми НЦСГ-1м і НЦСГ (табл. 1).

Найнижчі показники вмісту екзогенного білка в КР штамів на 7-му добу культивування відзначені для НЦСГ і ВЕ-08, а найвищі — для НА-6-96 (табл. 1). На 14-ту добу культивування штамів *H. annosum* максимального вмісту білка досягає КР штаму НЦСГ-1м. Значною концентрацією екзобілка характеризується і КР штаму НЦСГ-2м. Вміст білка в КР штамів НА-6-96 і НЦСГ є майже однаковим.

За активністю каталази і пероксидази КР штами *H. annosum* суттєво відрізняються (табл. 1). Активність ферментів достовірно зростає протягом їх культивування. На 7-му добу культивування максимальну активність пероксидази спостерігали для КР штаму НА-6-96, мінімальну — для ВЕ-08, вона зовсім відсутня в КР штаму НЦСГ, що збігається з концентрацією в ній білка. Разом з тим активність каталази КР штаму ВЕ-08 максимальна порівняно з іншими штамми. Культуральна рідина штаму НЦСГ, що характеризується відсутністю

Таблиця 1. Накопичення біомаси і білка, пероксидазна та каталазна активності КР штамів *H. annosum* залежно від доби культивування

Штам	Середні значення відповідних показників, $M \pm m$			
	біомаса, г/л	білок у КР, мг/мл	активність пероксидази КР, у. о.	активність каталази КР, кат/л
7-ма доба				
НА-6-96	$0,548 \pm 0,048$	$2,088 \pm 0,041$	$0,035 \pm 0,004$	$1,190 \cdot 10^3 \pm 0,267 \cdot 10^3$
НЦСГ-1м	$0,247 \pm 0,023$	$1,953 \pm 0,069$	$0,006 \pm 0,002$	$1,255 \cdot 10^3 \pm 0,268 \cdot 10^3$
НЦСГ-2м	$0,316 \pm 0,021$	$1,920 \pm 0,140$	$0,012 \pm 0,002$	$0,790 \cdot 10^3 \pm 0,121 \cdot 10^3$
НЦСГ	$0,139 \pm 0,028$	$1,417 \pm 0,097$	$0,000 \pm 0,000$	$0,906 \cdot 10^3 \pm 0,226 \cdot 10^3$
ВЕ-08	$0,250 \pm 0,020$	$1,482 \pm 0,191$	$0,002 \pm 0,000$	$1,319 \cdot 10^3 \pm 0,170 \cdot 10^3$
14-та доба				
НА-6-96	$0,977 \pm 0,075$	$2,806 \pm 0,233$	$0,081 \pm 0,005$	$2,815 \cdot 10^3 \pm 0,200 \cdot 10^3$
НЦСГ-1м	$1,125 \pm 0,099$	$3,988 \pm 0,295$	$0,027 \pm 0,002$	$2,602 \cdot 10^3 \pm 0,381 \cdot 10^3$
НЦСГ-2м	$1,030 \pm 0,110$	$3,745 \pm 0,328$	$0,037 \pm 0,008$	$2,087 \cdot 10^3 \pm 0,175 \cdot 10^3$
НЦСГ	$0,924 \pm 0,033$	$2,757 \pm 0,064$	$0,041 \pm 0,003$	$2,811 \cdot 10^3 \pm 0,170 \cdot 10^3$
ВЕ-08	$0,987 \pm 0,088$	$3,194 \pm 0,117$	$0,046 \pm 0,007$	$2,344 \cdot 10^3 \pm 0,100 \cdot 10^3$

пероксидазної активності на 7-му добу, має середнє значення активності каталази. Це може свідчити про те, що білки, які виділяються в живильні середовища, функціонально різноспрямовані, або про те, що склад білкової компоненти живильного середовища ще формується.

На 14-ту добу культивування штамів *H. annosum* активність ферментів у КР достовірно зростала. Найбільшою активністю пероксидази характеризувалась КР штаму НА-6-96, найменшою — НЦСГ-1м. КР штаму НЦСГ на 14-ту добу культивування виявляє пероксидазну активність на рівні штаму ВЕ-08. Максимальні значення каталазної активності відзначені для КР штамів НА-6-96 і НЦСГ. Низькими вони були в КР штаму НЦСГ-2м (табл. 1).

Дослідження активності целюлозолітичних ферментів стосовно різних субстратів показало, що активність цих ферментів у КР штамів варіює в широких межах. Так, на 7-му добу культивування штам НА-6-96 продукує у КР ферменти целюлозолітичної дії з найвищою активністю, тимчасом як вміст білка низький порівняно з іншими культурами, що засвідчує високу питому активність целюлаз, синтезованих цим штамом. Активність целюлозолітичних ферментів у КР штамів НЦСГ, НЦСГ-1м, НЦСГ-2м та ВЕ-08 на 7-му добу культивування була достовірно меншою порівняно з такою КР штаму НА-6-96 стосовно всіх субстратів, окрім целобіози. Оскільки активність щодо інших субстратів була високою порівняно з іншими культурами, і в КР цього штаму виявлений високий вміст редуруючих цукрів ( $114,2 \pm 18,0$  мкМ/мл), які утворились у процесі культивування, відсутність активності за целобіозою можна пояснити тим, що  $\beta$ -глюкозидази целюлазного комплексу мали вузькоспецифічні функції і не здатні руйнувати дисахариди, де глюконові та аглюконові частини

**Таблиця 2. Накопичення білка та целюлозолітична активність КР штамів *H. annosum* залежно від доби культивування**

Штам	Білок, мг/мл	Целюлозолітична активність КР штамів <i>H. annosum</i> до різних субстратів, М $\pm$ m			
		ФП, IU/ml	Na-КМЦ, IU/ml	ГЕЦ, IU/ml	целобіоза, IU/ml
7-ма доба					
НА-6-96	0,187 $\pm$ 0,015	2,407 $\pm$ 0,227	9,815 $\pm$ 0,454	6,030 $\pm$ 0,601	0,000 $\pm$ 0,000
НЦСГ-1м	0,183 $\pm$ 0,008	0,000 $\pm$ 0,000	0,289 $\pm$ 0,000	0,278 $\pm$ 0,001	0,003 $\pm$ 0,000
НЦСГ-2м	0,243 $\pm$ 0,025	0,000 $\pm$ 0,000	1,481 $\pm$ 0,003	0,978 $\pm$ 0,107	0,000 $\pm$ 0,000
НЦСГ	0,183 $\pm$ 0,016	0,000 $\pm$ 0,000	0,500 $\pm$ 0,079	0,000 $\pm$ 0,000	0,026 $\pm$ 0,003
ВЕ-08	0,443 $\pm$ 0,057	0,000 $\pm$ 0,000	3,511 $\pm$ 0,600	1,533 $\pm$ 0,187	0,026 $\pm$ 0,003
14-та доба					
НА-6-96	0,283 $\pm$ 0,016	0,000 $\pm$ 0,000	1,667 $\pm$ 0,054	9,445 $\pm$ 0,596	0,000 $\pm$ 0,000
НЦСГ-1м	0,310 $\pm$ 0,028	0,370 $\pm$ 0,001	13,200 $\pm$ 1,383	7,222 $\pm$ 0,786	0,000 $\pm$ 0,000
НЦСГ-2м	0,533 $\pm$ 0,059	6,667 $\pm$ 0,238	9,061 $\pm$ 0,621	8,756 $\pm$ 1,383	0,000 $\pm$ 0,000
НЦСГ	0,490 $\pm$ 0,013	1,111 $\pm$ 0,002	7,778 $\pm$ 0,786	10,556 $\pm$ 0,786	0,000 $\pm$ 0,000
ВЕ-08	0,840 $\pm$ 0,018	1,389 $\pm$ 0,060	1,122 $\pm$ 0,003	3,345 $\pm$ 0,393	0,000 $\pm$ 0,000

представлені однаковими залишками, до яких і належить целобіоза. Отже, до целюлазного комплексу штаму НА-6-96, найімовірніше, входить аріл- $\beta$ -D-глюкозидаза. На 7-му добу культивування не виявлено також активності за целобіозою у штаму НЦСГ-2м, однак у цьому разі, на відміну від НА-6-96, не зафіксовано активності за фільтрувальним папером (АФП), активність щодо Na-карбоксиметилцелюлози (Na-КМЦ) та гідроксиетилцелюлози (ГЕЦ) фіксувалася на середньому рівні порівняно з іншими культурами, а вміст редукуючих цукрів у КР був низьким ( $8,4 \pm 0,1$  мкМ/мл). Тому відсутність активності за целобіозою штаму НЦСГ-2м можна пояснити браком  $\beta$ -глюкозидази у складі целюлазного комплексу на 7-му добу культивування.

На 14-ту добу культивування не зафіксована активність за целобіозою для всіх штамів за достовірного збільшення активності КР штамів стосовно інших субстратів. Для НА-6-96 це підтверджує наше припущення про функціонування в його складі целюлозолітичного комплексу специфічної аріл- $\beta$ -D-глюкозидази, яка не розкладає целобіозу. Для культури НЦСГ-2м, враховуючи високу активність щодо ФП, Na-КМЦ та ГЕЦ, а також істотне зростання вмісту редукуючих цукрів у КР ( $925,3 \pm 33,5$  мкМ/мл), це означає появу в комплексі целюлаз аріл- $\beta$ -D-глюкозидази, відсутньої на 7-му добу культивування. Для культур НЦСГ, НЦСГ-1м та ВЕ-08, у яких на 7-му добу зафіксовано  $\beta$ -глюкозидазну активність, нездатність розщеплювати целобіозу на 14-ту добу культивування означає зміну специфічності ферментів комплексу целюлаз та заміну в ньому  $\beta$ -глюкозидази на аріл- $\beta$ -D-глюкозидазу. Це може спричинюватися зміною складу продуктів руйнування фільтрувального паперу в живильному середовищі з 7 по 14 добу культивування внаслідок активізації синтезу цими штамми інших ферментів целюлозолітичної дії, здатних розкладати ФП і розчинні похідні целюлози — Na-КМЦ та ГЕЦ.

На 14-ту добу культивування щодо ГЕЦ отримано результати, які дещо відрізняються від загальної тенденції, виявленої в ході дослідів: в усіх дослідах на 7-му добу та у дослідах з ФП і Na-КМЦ на 14-ту добу культивування активність КР колекційного штаму НА-6-96 достовірно відрізнялася від активності свіжоізольованих штамів НЦСГ, НЦСГ-1м та НЦСГ-2м, тимчасом як щодо ГЕЦ на 14-ту добу культивування достовірна різниця не виявлена. Цей факт, найімовірніше, слід вважати випадковим, аніж закономірним, оскільки в цьому ж досліді активність КР штаму свіжоізольованого ВЕ-08 вірогідно відрізнялася від інших культур.

## Висновки

Таким чином, за зміною активності окисних ферментів КР штами *H. annosum* достовірно відрізняються. Активність пероксидази і каталази КР штамів гриба зростає у часі. Максимальною є активність окисних ферментів штаму НА-6-96 на 14-ту добу культивування.

Здатність КР штамів *H.annosum* до гідролізу целюлозовмісних субстратів істотно варіює від однієї культури до іншої. Це збігається з літературними да-

ними для інших ферментів різних культур цього виду (лактатдегідрогеназа, малатдегідрогеназа, лаказа) [18]. Штами *H. annosum* здатні змінювати склад комплексу целюлаз у процесі освоєння субстрату, з тією чи іншою швидкістю пристосовуючись до навколишнього середовища. Активність целюлозолітичних ферментів культур *H. annosum*, зібраних на території України, зроста порівняно з даними 1970—1980 рр. [4, 7]. Загальна активність целюлозолітичного комплексу КР штамів *H. annosum*, яку визначали щодо ФП, була максимальною на 7-му добу культивування для НА-6-96 та на 14-ту добу — для інших культур.

1. *Билай В.И.* Методы экспериментальной микологии. — Киев: Наук. думка, 1973. — 243 с.
2. *Бойко М.И.* Физиолого-биохимические особенности различных штаммов *Fomitopsis annosa* (Fr.) Karst., отличающихся по степени патогенности к проросткам *Pinus silvestris* L.: Дис. ... канд. биол. наук. — Донецк, 1974. — 187 с.
3. *Бойко М.И.* Влияние температуры и кислотности среды на рост штаммов гриба *Fomitopsis annosa* (Fr.) Karst. // Микол. и фитопатол. — 1979. — Вып. 2. — С. 141—146.
4. *Бойко М.И., Негруцкий С.Ф., Божко А.П.* Целюлазна і дегідрогеназна активність штамів гриба *Fomitopsis annosa* (Fr.) Karst. у чистій культурі // Укр. ботан. журнал. — 1979. — 36, № 4. — С. 327—329.
5. *Гродзинский А.М.* Краткий справочник по физиологии растений. — Киев: Наук. думка, 1973. — 592 с.
6. *Кочетов Г.А.* Практическое руководство по энзимологии. — М.: Высш. шк., 1980. — 272 с.
7. *Негруцкий С.Ф.* Корневая губка. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Агропромиздат, 1986. — 196 с.
8. *Патент* 3863 України. Штам F-203 соматичних структур їстівного базидіоміцету *Flammulina velutipes* (Curt.: Fr.) Sing. — продуцент плодових тіл і міцелію з антиокисними властивостями та екзо- і ендопероксидаз / Федотов О.В. Заявка № 2004032388 від 31.03.2004, кл. 7C12N1/14, A01G1/04, Бюл. № 12 від 15.12.04.
9. *Патент* 39243 А України. Спосіб визначення каталазної активності базидіоміцетів / Федотов О.В., Гавриленко Г.В. Заявка № 2000116560 від 21.11.00, кл. 7C12N9/58, Бюл. № 5 від 15.06.01.
10. *Петербургский А.В.* Практикум по агрономической химии. — М.: Колос, 1968. — 469 с.
11. *Приседський Ю.Г.* Статистична обробка результатів біологічних експериментів. — Донецьк: Кассіопея, 1999. — 210 с.
12. *Синицын А.П., Гусаков А.В., Черноглазов В.М.* Биоконверсия лигноцеллюлозных материалов: Учеб. пособие. — М.: Изд-во МГУ, 1995. — 224 с.
13. *Синицын А.П., Черноглазов В.М., Гусаков А.В.* Методы изучения и свойства целлюлозолитических ферментов // Итоги науки и техники. Сер. Биотехнол. — 1993. — 25. — 152 с.
14. *Федоров Н.И.* Корневые гнили хвойных пород. — М.: Лесн. пром-сть, 1984. — 160 с.
15. *Asiegbu F.O., Adomas A., Stenlid J.* Conifer root and butt rot caused by *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. s. l. // Molecular Plant Pathology. — 2005. — 6(4). — P. 395—409.
16. *Baldrian P., Valaskova V.* Degradation of cellulose by basidiomycetous fungi // FEMS Microbiol. Rev. — 2008. — 32. — P. 501—521.
17. *Ghose T.K.* Measurement of cellulase activities // Pure & Appl. Chem. — 1987. — 59, N 2. — P. 257—268.
18. *Hüttermann A.* Biochemical studies on *Fomes annosus* // Proceedings of the Fifth IUFRO Conference on Problems of Root and Butt Rot in Conifers (Dimitri L., E. S.). — P. 109—123.
19. *Maijala P., Fagerstedt K.V., Raudaskoski M.* Detection of extracellular cellulolytic and proteolytic activity in ectomycorrhizal fungi and *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. // New Phytol. — 1991. — 117. — P. 643—648.
20. *Mullings R.* Measurement of saccharification by cellulases // Enzyme Microb. Technol. — 1985. — 7, N 12. — P. 586—591.

21. *Nelson N.* A photometric adaptation of the Shomogyi method for the determination of glucose // Journ. of Biological Chemistry. — 1944. — **153**, N 2. — P. 375—379.

Рекомендує до друку  
І.О. Дудка

Надійшла 11.05.2010

*О.В. Чемерис, К.Г. Древаль, М.И. Бойко*

Донецкий национальный университет

АКТИВНОСТЬ ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ, ЦЕЛЛЮЛОЗОЛИТИЧЕСКИХ  
ЭКЗОФЕРМЕНТОВ И НЕКОТОРЫЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ  
ШТАММОВ *HETEROBASIDION ANNOSUM* (FR.) BREF. (*BASIDIOMYCOTA*)

Исследована ферментативная активность культуральных фильтратов некоторых штаммов дереворазрушающего гриба *Heterobasidion annosum*. Культуральные фильтраты его различных штаммов достоверно отличаются по активности окислительных ферментов — каталазы и пероксидазы. Также обнаружено, что отличается состав ферментов целлюлозолитического комплекса штаммов *H. annosum* может изменяться в процессе культивирования.

*К л ю ч е в ы е с л о в а:* *Heterobasidion annosum*, ферменты, пероксидаза, каталаза, целлюлазы, целлюлозолитическая активность

*O.V. Chemeris, K.G. Dreval, M.I. Boyko*

Donetsk National University

THE ACTIVITY OF OXIDATIVE AND CELLULOLYTIC ENZYMES AND SOME  
PHYSIOLOGICAL CHARACTERS OF *HETEROBASIDION ANNOSUM* (FR.) BREF.  
STRAINS (*BASIDIOMYCOTA*)

Enzyme activity of some strains of wood-destroying fungus *Heterobasidion annosum* was researched. The culture mediums of different strains of *H. annosum* show reliable differences in the activity of oxidative enzymes — catalase and peroxidase. A difference between cellulases of different strains was established. Strains of *H. annosum* are able to change composition of cellulolytic enzymes during the process of cultivation.

*К e y w o r d s:* *Heterobasidion annosum*, enzymes, peroxidase, catalase, cellulase, cellulolytic activity.