

УДК 579.22:582.284

**К.Г. Древаль, М.І. Бойко**Донецький національний університет,  
вул. Шорса, 46, Донецьк, 83050, Україна,  
тел.: +38 (062) 304 61 84, e-mail: k.dreval@gmail.com

## **ФЕРМЕНТАТИВНА АКТИВНІСТЬ ПРЕПАРАТІВ ЕКЗОЦЕЛЮЛАЗ БАЗИДІОМІЦЕТІВ ТА НИЖЧИХ ГРИБІВ**

*Проведено порівняльне вивчення активності препаратів екзоцелюлаз базидіоміцетів та нижчих грибів комерційного та лабораторного походження. Визначено оптимуми рН та температури дії препаратів екзоцелюлаз, зниження активності компонентів целюлозолітичного комплексу залежно від терміну дії ферментів за оптимальних значень рН та температури. Показано, що целюлозолітичні ензими базидіоміцетів активніші ніж нижчих грибів. Ферментні препарати целюлаз як базидіоміцетів, так і нижчих грибів мають низку супутніх ферментативних активностей. Препарати целюлаз базидіального походження мають значно вищу ферментативну активність щодо крохмалю, пектину та лігніну.*

*Ключові слова: целюлази, ендоглюканази, целобіази, базидіоміцети, нижчі гриби.*

Одним з основних чинників, що стримує промислове застосування ферментів, що гідролізують целюлозу є відсутність високоактивних та економічно ефективних продуцентів [6, 19, 21]. На сьогоднішній день традиційними джерелами отримання ензимів целюлозолітичної дії є бактерії та нижчі гриби відділів *Zygomycota* та *Ascomycota* [12, 15]. Природно, що саме цим організмам приділяється найбільша увага дослідників у багатьох країнах світу. В цей же час, велика роль базидіальних дереворуйнівних грибів у розкладанні лігноцелюлоз деревини не викликає сумніву [7, 20]. Останнім часом активізовано дослідження базидіальних грибів як продуцентів багатьох біологічно активних речовин [14], в тому числі ензимів дереворуйнівного комплексу [1]. Раніше [4] нами знайдено активні продуценти ферментів целюлозолітичної дії та проведено їх ґрунтовне дослідження. Для оцінки перспективи використання цих ензимів у біотехнології необхідним є порівняння активності ферментних препаратів екзоцелюлаз, синтезованих базидіоміцетами та нижчими грибами.

Метою роботи було порівняльне вивчення активності, рН та температурного оптимумів дії препаратів екзоцелюлаз, зміни активності

© К.Г. Древаль, М.І. Бойко, 2012



компонентів целюлозолітичного комплексу залежно від терміну їх дії та визначення спектру супутніх ферментативних активностей препаратів екзоцелюлаз базидіоміцетів та нижчих грибів.

### Матеріали і методи

Дослідження проводили на отриманих в лабораторних умовах препаратах целюлаз базидіоміцетів штамів *Irpex lacteus* (Fr.) Fr. К-1, А-Дон-02, Д-1 та *Daedaleopsis confragosa* f. *confragosa* (Bolton) J. Schrüft AnSc-1. Ферментні препарати із культуральної рідини одержували відповідно до стандартної методики виділення та очищення ензимів, адаптованої для целюлаз базидіальних грибів [5]. Целюлази базидіоміцетів порівнювали з такими препаратами: «Ксибетен-Ксил» та «Ксибетен-Цел» (JSC «Biovet», Болгарія), які надано д.х.н., професором Синіциним А.П. (Московський державний університет ім. М.В. Ломоносова, м. Москва, Росія), «Celluclast 1,5L» (Sigma, Німеччина), лабораторний препарат гриба *Penicillium* sp., які надано Марією Мартінез (Інститут дослідницької біології, м. Мадрид, Іспанія), а також «Целюлаза» (Ладжинський завод ферментних препаратів, Україна).

Ендоглюканазну активність визначали за гідролізом Na-карбоксиметилцелюлози (Sigma, Німеччина), целобіазну — за гідролізом целобіози (Sigma, Німеччина). Склад реакційних сумішей при визначенні ферментативних активностей та умови проведення реакцій відповідали рекомендаціям ІУРАС [16] та загальноприйнятим методикам [8, 17]. За одиницю активності (од) приймали таку кількість ферменту, за присутності якої утворювався 1 мкмоль редуруючих цукрів (для полімерних субстратів) або 1 мкмоль глюкози (для целобіози) протягом 1 хв. Редуруючі цукри визначали методом Шомоді-Нельсона (калібрувальний графік будували за глюкозою) [8]. Глюкозу визначали глюкозооксидазно-пероксидазним методом за методикою виробника (Дніпропетровськ, Україна). Вміст білка визначали спектрофотометричним методом на СФ-46 (Росія) [1]. Питому активність (од/мг білка) розраховували як відношення загальної активності культурального фільтрату (од/мл) до вмісту протеїну у культуральному фільтраті (мг/мл).

Температурний оптимум ферментів визначали в діапазоні температур від 30 до 80 °С з інтервалом 5–10 °С. Для визначення оптимуму рН ферментних препаратів розчини субстратів готували, використовуючи як розчинник 0,1 М цитратний (рН 3, 4, 5 та 6) або фосфатний буферні розчини (рН 7, 8 та 9) [16]. Стабільність ферментів залежно від терміну їх дії визначали за оптимальних значень температури та рН впродовж 420 хв.

Супутні ферментативні активності визначали використовуючи загальноприйняті методики [1, 8, 13, 18].



Всі дослідження проводили у трикратній повторності. Результати досліджень статистично опрацьовували методом дисперсійного аналізу, порівняння середніх арифметичних величин — методом Дункана [9].

### Результати та їх обговорення

Результати досліджень, представлені в таблиці 1, свідчать про те, що ферментні препарати Д-1 та К-1 мають найвищі активності окремих компонентів целюлазного комплексу, однак нездатні гідролізувати фільтрувальний папір. Зважаючи на те, що така активність проявляється у вихідних культуральних фільтратах цих штамів, можна припустити, що під час очищення видаляється певний зв'язуючий компонент між цими ензимами або відбувається його автоліз.

Таблиця 1

Активність целюлазного комплексу ферментних препаратів (од/мг білка)

Table 1

Activity of cellulase complex of enzymatic preparations, U/mg protein

Препарат	Продуцент	Білок, мг/мл	Субстрат для визначення активності		
			ФП	Na-КМЦ	Целобіоза
Ксибетен-Ксил	<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	0,38	19,5	276,1	617,6
Ксибетен-Цел		0,54	18,0	224,8	506,5
Целюлаза	<i>Trichoderma viride</i>	0,20	9,9	455,9	301,6
<i>Penicillium crude</i>	<i>Penicillium sp.</i>	0,26	17,2	353,1	303,9
Celluclast 1,5L	<i>Trichoderma reesei</i>	0,24	76,0	534,8	406,8
А-Дон-02	<i>Irpex lacteus</i>	0,04	4,19	590,0	912,1
Д-1		0,03	0	1030,0	1531,9
К-1		0,03	0	1327,9	1807,2
AnSc-1	<i>Daedaleopsis confragosa f. confragosa</i>	0,16	5,6	174,9	481,53

Примітка: ФП — фільтрувальний папір, Na-КМЦ — Na-карбоксиметилцелюлоза; у таблиці наведено середні арифметичні величини, відхилення від середнього арифметичного не перевищувало 5%;  $p < 0,05$ .

Вивчення впливу рН на ендоглюканазну та целобіазну активності ферментних препаратів целюлаз базидіоміцетів та нижчих грибів показало, що оптимум ендоглюканазної активності для досліджуваних препаратів (рис. 1) знаходиться в межах від рН 4 (препарати А-Дон-02, Д-1 та К-1,



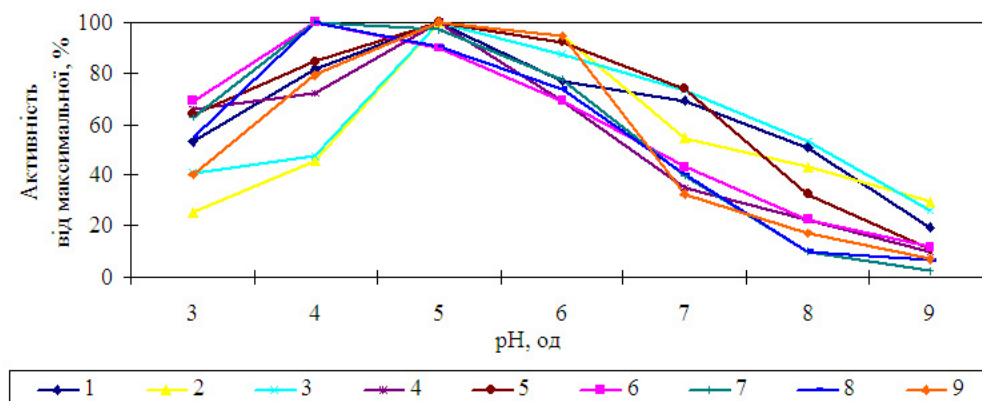


Рис. 1. Вплив рН на ендоглюканазну активність препаратів целюлаз базидіоміцетів та нижчих грибів (тут і далі: 1 – «Хибетен-Хил», 2 – «Хибетен-Цел», 3 – «Целюлаза», 4 – *Penicillium crude*, 5 – Celluclast 1,5L, 6 – А-Дон-02, 7 – Д-1, 8 – К-1, 9 – AnSc-1)

Fig. 1. Endoglucanase pH optimum of basidiomycetes and lower fungus enzymatic preparations (here and further: 1 – «Хибетен-Хил», 2 – «Хибетен-Цел», 3 – «Cellulasa», 4 – *Penicillium crude*, 5 – Celluclast 1,5L, 6 – А-Дон-02, 7 – Д-1, 8 – К-1, 9 – AnSc-1)

синтезовані базидіальним грибом) до рН 5 (інші ферментні препарати), що узгоджується з даними літератури [10]. Високі значення рН негативно впливають на активність ендоглюканази як базидіоміцетів, так і нижчих грибів. В той же час, максимальна активність целобіаз знаходиться за більш високих значень рН середовища (рис. 2).

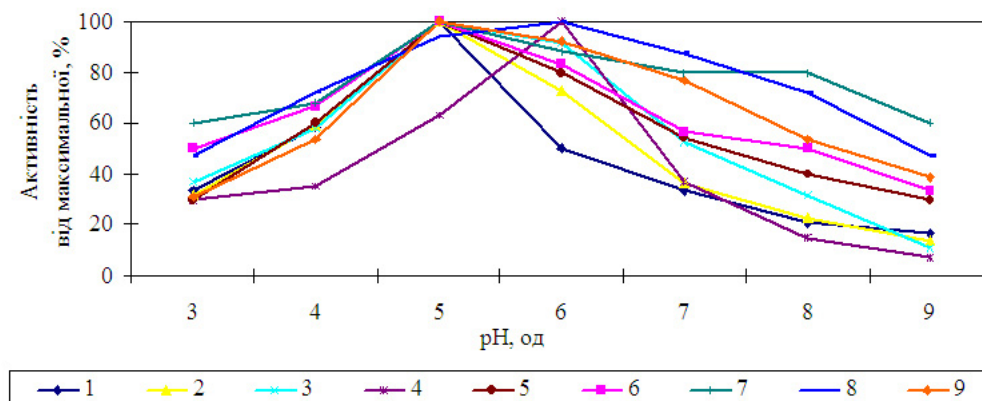


Рис. 2. Вплив рН на целобіазну активність препаратів целюлаз базидіоміцетів та нижчих грибів

Fig. 2. Cellobiase pH optimum of basidiomycetes and lower fungus enzymatic preparations

Целобіази ферментних препаратів «Ксибетен-Ксил», «Ксибетен-Цел», «Целюлаза», Celluclast 1,5L, А-Дон-02, Д-1 та AnSc-1 максимально активні за рН 5, а препаратів *Penicillium crude* та К-1 — за рН 6.

Дослідження показали, що ендоглюканази препарату Celluclast 1,5L найбільш активні за температури 40 °С, препаратів «Ксибетен-Ксил», «Ксибетен-Цел» та Д-1 — за 45 °С, препаратів «Целюлаза», А-Дон-02, К-1 та AnSc-1 — за 50 °С, а препарату *Penicillium crude* — 55 °С (рис. 3). Ендоглюканази усіх досліджуваних препаратів не інактивувалися навіть на 50% за умов проведення реакцій при 30 або 80 °С.

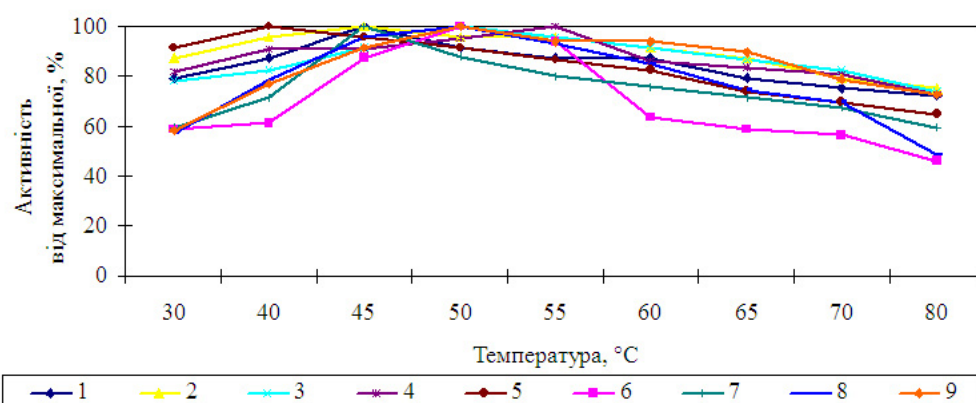


Рис. 3. Вплив температури на ендоглюканазну активність препаратів целюлаз базидіоміцетів та нижчих грибів

Fig. 3. Endoglucanase temperature optimum of basidiomycetes and lower fungus enzymatic preparations

Оптимум активності целобіази варіював у більш широких температурних межах (рис. 4).

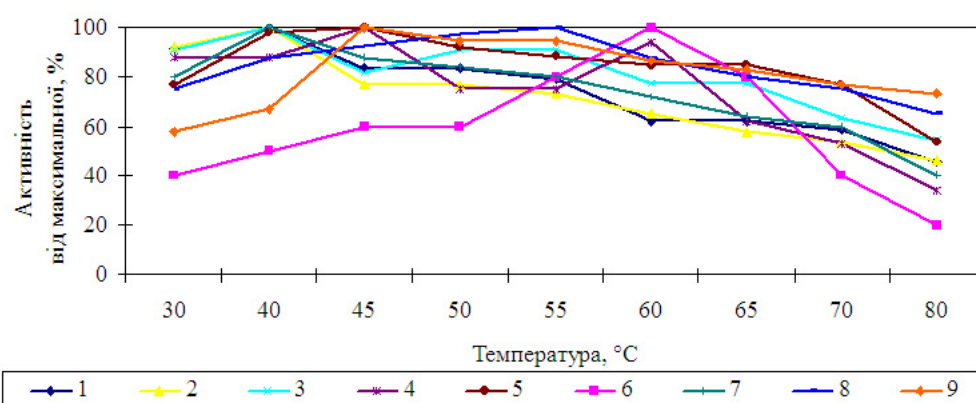


Рис. 4. Вплив температури на целобіазну активність препаратів целюлаз базидіоміцетів та нижчих грибів

Fig. 4. Cellobiase temperature optimum of basidiomycetes and lower fungus enzymatic preparations



Активність цього ферменту у препаратів «Ксибетен-Ксил», «Ксибетен-Цел», «Целюлаза» та Д-1 була максимальною за температури 40 °С, у препаратів *Penicillium crude*, Celluclast 1,5L та AnSc-1 — за 45 °С, у препарату К-1 — за 55 °С, а у препарату А-Дон-02 — за 60 °С. Отже, оптимуми активності компонентів целюлозолітичного комплексу базидіоміцетів знаходяться в діапазоні більш високих температур, що дозволяє значно інтенсифікувати промислові процеси використання екзоцелюлаз, отриманих з базидіальних грибів.

Вивчення стабільності ферментативної активності препаратів залежно від терміну їх дії за оптимальних значень рН показало (рис. 5), що лише ендоглюканаза препарату «Целюлаза» за 420 хв інактивувалася більш ніж на половину, в той час як всі інші препарати за цей час інактивувалися на 40–50%.

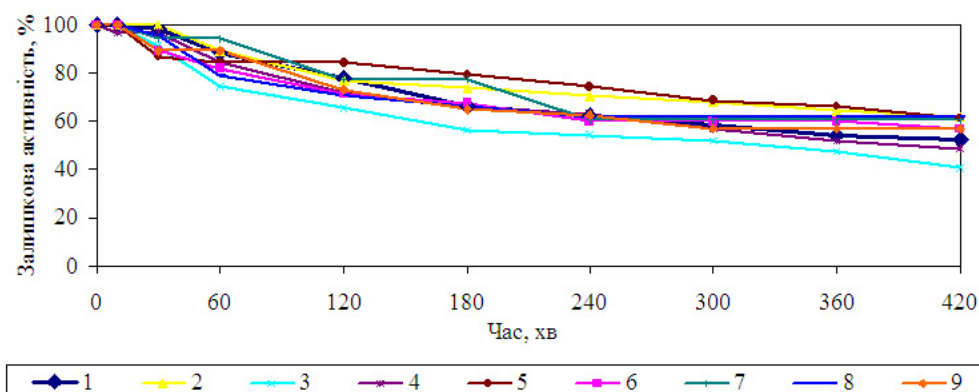


Рис. 5. Ендоглюканазна активність препаратів целюлаз базидіоміцетів та нижчих грибів в залежності від терміну проведення реакції за оптимального рН

Fig. 5. Dependence of endoglucanase activity of basidiomycetes and lower fungus enzymatic preparations from holding time at optimal pH

Разом з тим, целобіаза в складі ферментативних препаратів за оптимальних значень рН з часом дії більше втрачає свою активність (рис. 6). Слід відзначити, що отримані нами ферментні препарати базидіоміцетів показали вищу стабільність активності целобіази за оптимального рН. Комерційні та лабораторні препарати, з якими проводили порівняння, інактивувалися наполовину вже на 240 («Ксибетен-Ксил», «Целюлаза» та Celluclast 1,5L) та 360 хв досліду (Ксибетен-Цел та *Penicillium crude*), в той час як целобіаза базидіоміцетів на 420 хв експерименту не втрачала 50% активності (рис. 6). Встановлено, що найменше втрачається активність целобіази за оптимального рН у препаратів Д-1 та AnSc-1. На 420 хв вона зберігала близько 80% активності, а найбільше втрачає активність целобіаза препарату «Целюлаза», яка за цей час зберігала лише 20% активності.

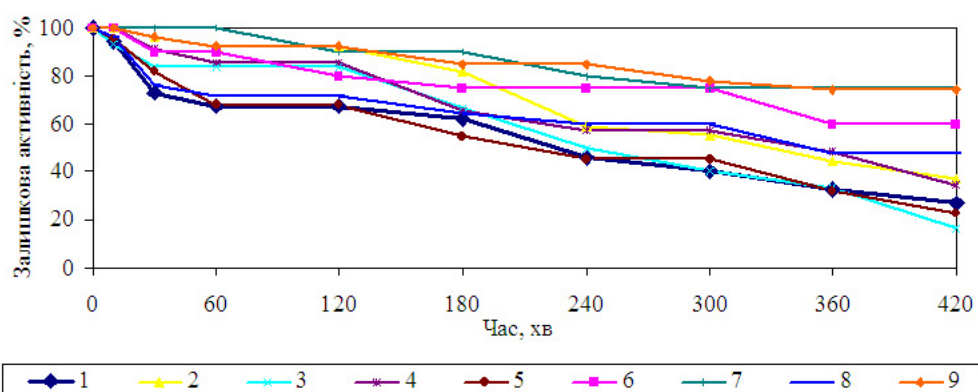


Рис. 6. Целобіазна активність препаратів целюлаз базидіоміцетів та нижчих грибів в залежності від терміну проведення реакції за оптимального рН

Fig. 6. Dependence of cellobiase activity of basidiomycetes and lower fungus enzymatic preparations from holding time at optimal pH

Вивчення стабільності ендоглюканазної активності препаратів залежно від терміну їх дії за оптимальних значень температури показало, що найменше за таких умов змінюється активність у препараті А-Дон-02 (рис. 7). Для ендоглюканази вказаного препарату характерним є поступове зменшення активності майже до 60% від початкової впродовж перших 180 хв реакції за оптимальної температури, однак надалі активність ендоглюканази залишається на одному рівні до 420 хв дослідження. Встановлено, що за цих умов найбільше знижуються активність ендоглюканази нижчих грибів в складі препаратів *Penicillium crude* та «Целюлаза». Уже на 60 хв експерименту ці ферменти втрачали більше 50% від початкової активності.

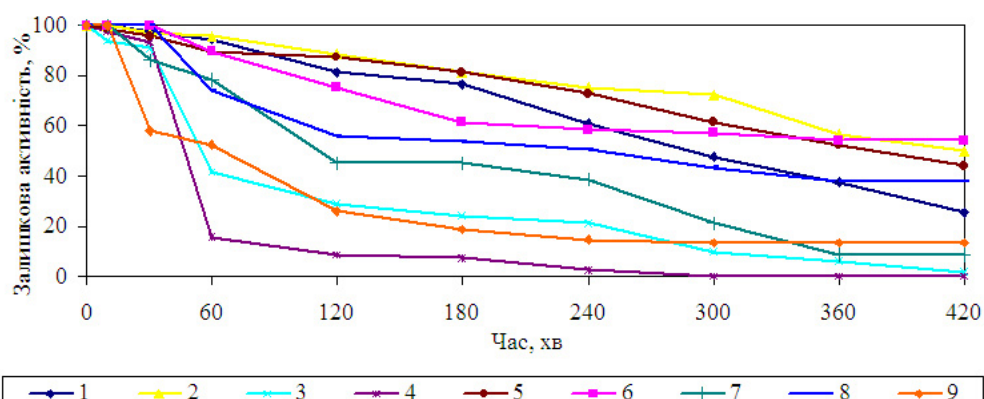


Рис. 7. Ендоглюканазна активність препаратів целюлаз базидіоміцетів та нижчих грибів в залежності від терміну проведення реакції за оптимальної температури

Fig. 7. Dependence of endoglucanase activity of basidiomycetes and lower fungus enzymatic preparations from holding time at optimal temperature



Таблиця 2

Супутні активності препаратів целюлаз вищих та нижчих грибів (од/мг білка)

Table 2

Associated activities of basidiomycetes and lower fungus cellulases preparations (U/mg protein)

Препарат	Ферментативна активність											
	Загальна літнічна активність	Лакказа (КФ 1.10.3.2) (субстрат – гваякол)	Лакказа (КФ 1.10.3.2) пірокатехін (субстрат – ГЕЦ)	Ендолуоканаза (КФ 3.2.1.4)	Пектинестераза (КФ 3.1.1.11)	Ендополігалактуроназа (КФ 3.2.1.1)	Мальтаза (КФ 3.2.1.20)	Інвертаза (КФ 3.2.1.26)	Амілоглюкозидаза (КФ 3.2.1.3)	$\alpha$ -Амілаза (КФ 3.2.1.1)	$\beta$ -Амілаза (КФ 3.2.1.2)	$\beta$ -Галактозидаза (КФ 3.2.1.23)
Celluclast 1,5L	24,2	4,1	5654,8	0,0	81,8	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Penicillium crude</i>	111,5	2,7	5769,2	0,0	7,1	12,0	1,5	1,5	9,0	0,0	0,0	0,0
Целюлаза	0,0	1,5	4642,9	27,0	31,4	0,0	2,9	11,8	0,0	0,0	0,1	0,5
Ксибелен-Ксил	15,3	8,1	2255,6	28,4	22,4	19,1	1	8,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Ксибелен-Цел	0,0	2,7	0,0	0,0	28,1	12,8	0,7	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0
А-Дон-02	724,6	171,5	23214,3	0,0	643,3	5,0	233,6	14,7	58,8	0,0	0,5	2,4
Д-1	386,5	65,6	40476,2	360,4	80,0	4,4	1049,6	19,6	47,1	0,0	0,4	16,2
К-1	772,9	137,4	47619,0	540,5	431,9	8,9	853,5	26,1	62,7	0,0	0,3	9,7
AnSc-1	72,5	1,0	8928,6	33,8	42,8	2,1	36,8	4,9	29,4	0,0	0,1	1,5

Примітка: 1) вміст білка у препаратах наведено в табл. 1; 2) у таблиці наведено середні арифметичні величини, відхилення від середнього арифметичного не перевищували 5%;  $p < 0,05$ .



Показано, що залежно від терміну протікання реакції за оптимальних значень температури найменше змінювалася активність целобіази базидіоміцетів виду *Irpex lacteus* (рис. 8), яка не інактивувалася на 50% навіть впродовж 420 хв.

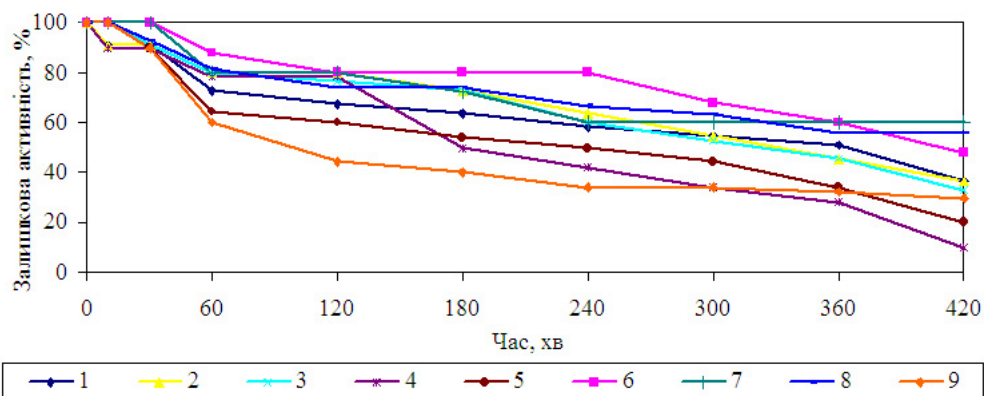


Рис. 8. Целобіазна активність препаратів целюлаз базидіоміцетів та нижчих грибів в залежності від терміну проведення реакції за оптимальної температури

Fig. 8. Dependence of cellobiase activity of basidiomycetes and lower fungus enzymatic preparations from holding time at optimal temperature

Відомо, що важливою характеристикою препаратів целюлаз є їх супутні активності [1, 6, 12, 15]. В результаті вивчення досліджуваних нами препаратів встановлено, що вони здатні до гідролізу сполук, супутніх целюлозі — лігніна, пектина та крохмалю. При цьому препарати целюлаз базидіоміцетів показали значну лігнолітичну активність, яка достовірно перевищує таку активність ферментативних препаратів нижчих грибів. Крім того, достовірно вищою у кілька разів є активність ферментних препаратів базидіоміцетів і відносно пектину та крохмалю. Можна стверджувати, що ферментативні препарати базидіоміцетів є більш перспективними для застосування у біотехнології, коли потрібна комплексна переробка рослинної сировини [11].

Отже, в результаті проведених досліджень показано, що за своїми фізико-хімічними показниками найкращим препаратом є А-Дон-02, синтезований базидіоміцетом *Irpex lacteus*, оскільки до його складу входять ендоглюканаза та целобіаза, активність яких найменше втрачається в процесі тривалої реакції за оптимальних значень температури та рН. Дослідження супутніх ензиматичних активностей показало, що препарати целюлаз як нижчих, так і базидіальних грибів здатні до перетворення цілої низки субстратів, однак препаратам базидіоміцетів притаманна значно вища активність щодо супутників целюлози — крохмалю, пектину та лігніну.

Роботу виконано за спонсорської підтримки громадської організації «Развитие» (м. Москва, Росія).



## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Билай В.И.* Методы экспериментальной микологии. — К.: Наук. думка, 1973. — 243 с.
2. *Бойко С.М., Древаль К.Г.* Вплив температури на активність целюлозолітичних ферментів грибів *Irpex lacteus* Fr. *Coriolus sinuosus* Fr. // Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія Біологія, вип. 3, 2008. — С. 107–113.
3. *Дарбре А.* Практическая химия белка: Пер. с англ. — М.: Мир, 1989. — 623 с.
4. *Древаль К.Г., Бойко М.И.* Нові продуценти целюлозолітичних ензимів серед вищих базидіальних грибів // Біотехнологія. — 2011. — Т. 4, № 1. — С. 87–92.
5. *Древаль К.Г., Бойко М.И.* Получение препаратов целлюлаз из культуральной жидкости базидиомицетов // Материалы 3-его Съезда Микологов России (г. Москва, 10–12 октября 2012 г.). — 2012. — С. 372.
6. *Зайцева Е. А.* Изучение биокатализаторов и возможностей их практического использования в рамках Федеральной целевой научно-технической программы России «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки» / Е.А. Зайцева, Т.А. Осипова // Вестник Московского университета. Серия 2. Химия. — 2006. — Т. 47, № 1. — С. 4–14.
7. *Семичаевский В.Д.* Целлюлазы высших базидиальных грибов. // Микология и фитопатология. — 1989. — Т. 23, № 6. — С. 581–590.
8. *Синицын А.П., Черноглазов В.М., Гусаков А.В.* Методы изучения и свойства целлюлозолитических ферментов // Итоги науки и техники. Сер. Биотехнология. — 1993. — Т. 25. — 152 с.
9. *Приседський Ю.Г.* Статистична обробка результатів біологічних експериментів. Навч. посібник — Донецьк: Кассиопея, 1999. — 210 с.
10. *Baldrian P.* Enzymes of saprotrophic basidiomycetes / P. Baldrian // Ecology of saprotrophic basidiomycetes. — 2008. — V. 28. — P. 19–41.
11. *Bhat M.K.* Cellulases and related enzymes in biotechnology // Biotechnology advances. — 2000. — V. 18, № 5. — P. 355–383.
12. *Bothast R.J.* Biotechnological processes for conversion of corn into ethanol / R.J. Bothast, M.A. Schlicher // Applied microbiology and biotechnology. — 2005. — V. 67, № 1. — P. 19–25.
13. *Chrysonila sitophila* (TFB-27441): a hyperlignolytic strain. / N. Duran, J. Rodriguez, A. Ferraz et al. // Biotechnology letters. — 1987. — Vol. 9, № 5. — P. 357–360.
14. *Fedotov O.V.* Wood-destroying fungi as bio-sources of ferments for medicinal and nutritional purposes / O.V. Fedotov — Plant and Microbial Enzymes: isolation, characterization and biotechnology applications — Tbilisi: Myza, 2007. — P. 125–126.

15. *Frontiers of engineering: Reports on leading-edge engineering from the 2007 symposium.* — Washington: The National Academies Press, 2008. — 208 p.
16. *Ghose T.K.* Measurement of cellulase activity // *Pure and Appl. Chem.* — 1987. — Vol. 59, № 2. — P. 257–268.
17. *Mullings R.* Measurement of saccharification by cellulases // *Enzyme Microb. Technol.* — 1985. — Vol. 7, № 12. — P. 586–591.
18. *Platt M.W.* The decolorization of the polymeric dye poly-blue (polyvinylamine sulfonate-anthraquinone) by lignin degrading fungi / M.W. Platt, Y. Hadar, I. Chet // *Applied microbiology and biotechnology.* — 1985. — Vol. 21. — P. 394–396.
19. *Sainz M.B.* Commercial cellulosic ethanol: the role of plant-expressed enzymes / M.B. Sainz // *In vitro cellular and developmental biology — Plant.* — 2009. — № 45. — P. 314–329.
20. *Tomsovsky M.* Production and regulation of lignocellulose-degrading enzymes of *Poria*-like wood-inhabiting basidiomycetes / M. Tomsovsky, P. Popelarova, P. Baldrian // *Folia Microbiol.* — 2009. — Vol. 54, № 1. — P. 74–80.
21. *The realm of cellulases in biorefinery development.* / A.K. Chandel, G. Chandrasechar, M.B. Silva et al. // *Critical reviews in biotechnology.* — 2012. — V. 32, № 3. — P. 187–202.

Стаття надійшла до редакції 18.12.2012 р.

**К.Г. Древаль, М.І. Бойко**

Донецкий национальный университет,  
ул. Щорса, 46, Донецк, 83050, Украина,  
тел.: +38 (062) 304 61 84, e-mail: k.dreval@gmail.com

## **ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТОВ ЭКЗОЦЕЛЛЮЛАЗ БАЗИДИОМИЦЕТОВ И НИЗШИХ ГРИБОВ**

### **Реферат**

Проведено сравнительное изучение активности препаратов экзоцеллюлаз базидиомицетов и низших грибов как коммерческого, так и лабораторного происхождения. Установлены рН и температурный оптимумы действия препаратов, изменение активности компонентов целлюлозолитического комплекса в зависимости от времени проведения реакции. Доказано, что целлюлозолитические ферменты базидиомицетов более активны по сравнению с ферментами, полученными из низших грибов. Показано, что ферментативные препараты целлюлаз как базидиомицетов, так и низших грибов проявляют ряд сопутствующих ферментативных



активностей, однако препараты целлюлаз базидиального происхождения имеют значительно более высокую активность по отношению к крахмалу, пектину и лигнину.

Ключевые слова: целлюлазы, эндоглюканазы, целлобиазы, базидиомицеты, низшие грибы.

**K.G. Dreval, M.I. Boyko**

Donetsk National University,  
46, Schorsa str., Donetsk, 83050, Ukraine,  
tel.: +38(062) 304 61 84, e-mail: k.dreval@gmail.com

## **ENZYMATIC ACTIVITY OF CELLULASE BASIDIOMYCETES PREPARATIONS AND LOWER FUNGI**

### **Summary**

There were conducted the comparative analysis of cellulases enzymatic preparations of basidiomycetes with lower fungi both commercial and laboratory origin. In the process of comparing the preparations were investigated as to their activity to hydrolyze filter paper, Na-carboxymethylcellulose and cellobiose. pH and temperature optima of preparations action, dependence of their activity upon holding time at optimal pH and temperature were determined. It is proved that cellulolytic enzymes from basidiomycetes are more active than those from lower fungi. It is found that cellulases from both basidiomycetes and lower fungi exhibit a number of associated enzymatic activities, but cellulolytic enzymes from basidiomycetes have significantly higher activity of enzymes that as to starch, pectin and lignin.

Key words: cellulases, endoglucanases, cellobiases, basidiomycetes, lower fungi.

