

•Виконано аналіз існуючих підходів до рішення задачі навігації і визначення місцеположення за маркером і існуючих рішень в прикладній робототехніці. Це дозволило вибрати підхід до рішення задачі, який дав найкращі результати при вирішенні задачі, поставленої в роботі.

•Реалізовано метод розпізнавання деякого набору знаків в відеопотоці на основі таких алгоритмів комп'ютерного зору, як медіанна фільтрація, виділення границь Кенні, алгоритм інваріантних моментів.

•Зібрано апаратний комплекс автономного робота з використанням можливостей платформи Arduino.

Предложеное рішення може бути використано в наукових дослідницьких роботах, при побудові систем надання допомоги людям з обмеженими можливостями, при дослідженні промислових об'єктів, які знаходяться в аварійному стані без загрози життю і здоров'ю людини.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Среда разработки Arduino [Электронный ресурс], URL: http://arduino.ru/Arduino_environment (дата обращения: 11.06.2013)
2. Л. Бергман, Ультразвук и его применение в науке и технике. Перевод с немецкого. Издание 2, издательство Иностранной литературы, 1957 726 с.
3. Юревич Е.И. Основы робототехники. – 2-е изд. перераб. и доп. – СПб.: БХВ–Петербург, 2005. – 416 с.
4. Форсайт Д., Понс Ж. Компьютерное зрение. Современный подход. : Пер. с англ. – М : Издательский дом «Вильямс», 2004. – 928 с. : ил. – Парал. тит. англ.
5. Шапиро Л. Компьютерное зрение; Пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 752 с., 8 с. ил. : ил.
6. OpenCV шаг за шагом. Сравнение контуров через суммарные характеристики – моменты [Электронный ресурс], URL: <http://robocraft.ru/blog/computervision/867.html> (дата обращения: 01.06.2013)
7. Официальный сайт проекта Arduino [Электронный ресурс], URL: <http://www.arduino.cc/> (дата обращения: 01.06.2013)

УДК: 577.152.321+663.11

ЛІГНОЛІТИЧНА АКТИВНІСТЬ ДЕЯКИХ ШТАМІВ ДЕРЕВОРУЙНІВНИХ ГРИБІВ ЗА КУЛЬТИВУВАННЯ НА СЕРЕДОВИЩАХ З РІЗНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ВУГЛЕЦЮ

А. Ю. Кваско, К. Г. Древаль

Резюме. У даному дослідженні вивчена лігнолітична активність деяких штамів базидіальних грибів за культивування на середовищі із лігносульфонатом або фільтрувальним папером як єдиним джерелом вуглецю. Встановлено, що загальна лігнолітична активність при культивуванні на середовищі із фільтрувальним папером більша у штаму *M.gig M. giganteus*, а лакказна активність більша у штамів *R-4 P. rotaceus*, *K-5* та *A-Дон-02 I. lacteus* щодо субстрату сирінгалдазину. За культивування на середовищі з лігносульфонатом найвища загальна лігнолітична активність у штаму *M.gig M. giganteus*, а найвищий показник лакказної активності зафіксовано у штамів *S.hirs S. hirsutum*, *T.bif T. biforme* та *M.gig M. giganteus* щодо субстрату гваяколу.

Ключові слова: базидіоміцети, лігнін, середовище культивування, лігнолітичні ферменти.

Вступ

На сьогоднішній час постійно зростає кількість рослинних відходів, частина яких потрапляє у ґрунт, де починається інтенсивний процес їх розпаду. Такий розпад залежить від різноманітних екологічних умов, тому розуміння цих явищ з метою прискорення даних метаболічних процесів надзвичайно важливе. Щороку у світі

близько 0,15 млрд. т полімерних відходів відкладаються в потоці твердих відходів, щороку виробляється близько 0,35 млрд. т полімерних матеріалів, які тривалий час розкладаються в природних умовах, забруднюючи оточуюче середовище та погіршуючи стан природи й організму людини [3].

Лігнін, як складова частина деревини, найбільш важко утилізувати, він утворюється при хімічній переробці на целюлозо-паперових та гідролізних підприємствах. Кількість лігнінів в Україні по різних даним складає близько 5-15 млн. т [5].

Базидіоміцети є унікальними об'єктами для біотехнології, оскільки є продуцентами білка, незамінних амінокислот, біологічно активних речовин та ферментів різних класів [4]. Актуальність роботи полягає у здатності базидіоміцетів продукувати позаклітинні ензими, що здатні розкласти лігнін, оскільки це дає можливість використовувати їх з практичною метою, зокрема для утилізації відходів виробництва. Грибні лаккази широко вивчені на предмет їх використання в деяких промислових цілях [1]: у відбілюванні целюлози в паперовій промисловості, знебарвлення барвників, детоксикації забруднень оточуючого середовища та очищення від відходів стічних вод [2].

Базидіальні гриби як продуценти мають ряд переваг порівняно з іншими організмами, оскільки вони здатні проростати на легко доступних середовищах та в них відсутнє спороношення на міцеліальній стадії, що забезпечує екологічну безпечність даного виробництва [4]. Проте, основна складність при використанні цих ферментів в промислових масштабах полягає у промислових витратах. На даний час вивчено недостатню кількість штамів базидіальних грибів. Саме тому, метою роботи був пошук нових штамів вищих базидіальних грибів – продуцентів лігнолітичних ферментів.

Матеріали та методи

Дослідження проводили на 15 штаммах вищих сапротрофних дереворуйнівних грибів : S-5, T.ver *Trametes versicolor* (L.) Lloyd, Kv14-2 *Polyporus squamosus* (Huds.) Fr, R-4 *Phellinus pomaceus* (Pers.) Maire, A-Дон-02, Д-1, Kv-5, I.1-М, I.1-b, K-1 *Irpex lacteus* (Fr.) Fr., AnSc-1 *Daedaleopsis confragosa* f. *confragosa* (Bolton) J. Schrot, S.hirs *Stereum hirsutum*, Vs-2 *Phellinus pomaceus* (Fr.) Fr., T.bif *Trametes biforme* (Fr.) Pilat, M.gig *Meripilus giganteus* (Pers.) P. Karst. Культивування штамів проводили на середовищі Чапека із використанням лігносульфонату або фільтрувального паперу як єдиного джерела вуглецю. Активність лігнінруйнуючих ферментів визначали на 7 та 14 доби культивування по відношенню до наступних сполук: ремазол бриліантовий блакитний R (загальна лігнолітична активність), сирінгалдазин, пірокатехін та гваякол (лакказна активність). Вміст білка у культуральних фільтратах визначали спектрофотометрично на спектрофтометрі СФ-26 (Росія). За одиницю активності приймали кількість ферменту, що утворює 1 мікромоль продукту, протягом 1 хв в умовах досліду. Отримані дані обробляли статистично за допомогою методів дисперсійного аналізу, порівняння середніх – за методом Дункана.

Основний розділ

Загальна лігнолітична активність за використання фільтрувального паперу як єдиного джерела вуглецю зростала з часом культивування штамів А-Дон-02, Д-1, К-1 *I. lacteus*, AnSc-1 *D. confragosa* (рис.1). Для штамів Kv-5 *I. lacteus*, S-5 *T. versicolor*, Kv14-2 *P. squamosus*, R-4 *P. pomaceus* загальна лігнолітична активність дорівнювала нулю. Найвища загальна лігнолітична активність встановлена для штаму AnSc-1 *D. confragosa* на 14 добу експерименту ($222,22 \pm 11,20 \text{ UL}^{-1}$).

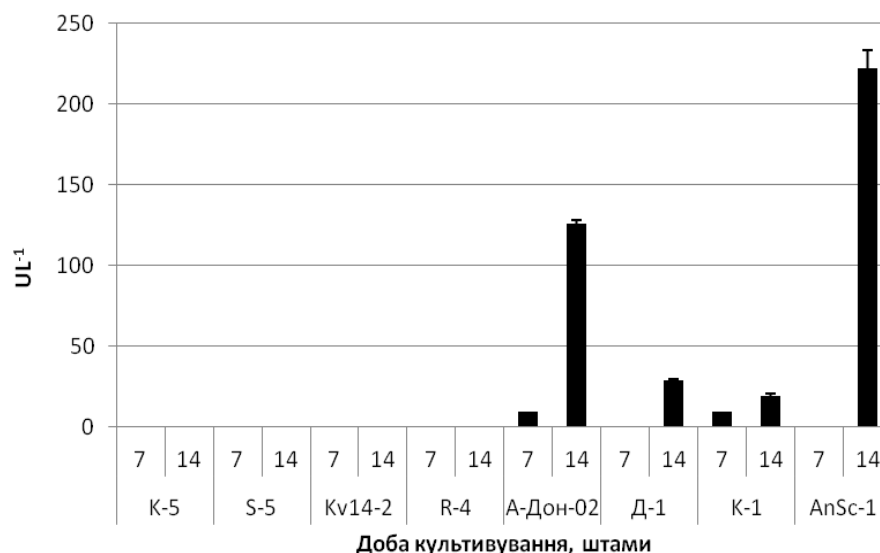


Рис.1 Загальна лігнолітична активність базидіальних грибів за культивування на середовищі з фільтрувальним папером як єдиним джерелом вуглецю.

За використання сирінгалдазину як субстрату для визначення лакказної активності у штаму AnSc-1 *D. confragosa* лакказна активність зростала протягом експерименту, для інших штамів даний показник зменшувався протягом культивування. Найвищий показник лакказної активності щодо сирінгалдазину зафіксовано для штаму S-5 *T. versicolor* на 7 добу вирощування ($3,49 \pm 0,01 \text{ UL}^{-1}$) (рис.2).

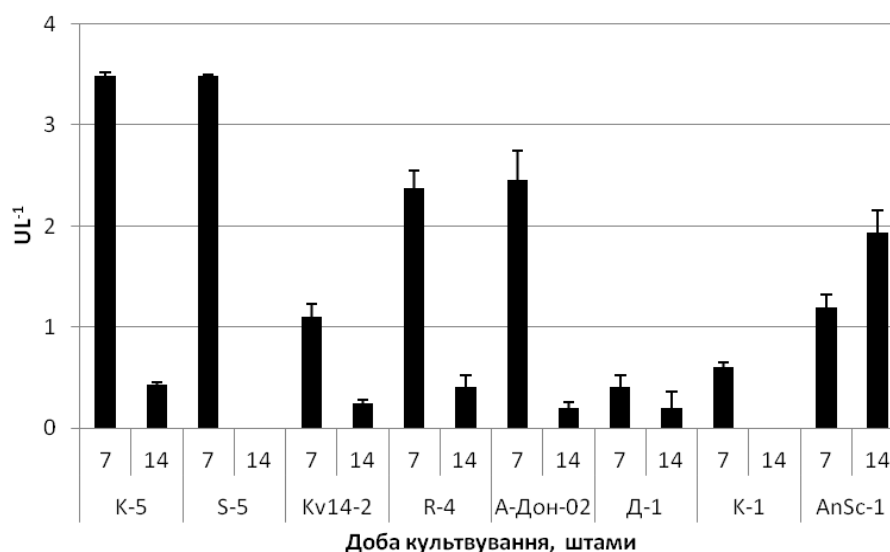


Рис.2 Лакказна активність базидіальних грибів по відношенню до сирінгалдазину за культивування на середовищі з фільтрувальним папером як єдиним джерелом вуглецю.

За використання гваяколу, лакказна активність штамів Kv-5, К-1 *I. lacteus* та AnSc-1 *D. confragosa* зростала протягом культивування, а у інших штамів лакказана активність зменшувалась протягом експерименту. Найвищий показник лакказної активності по відношенню до гваяколу зафіксовано для штаму AnSc-1 *D. confragosa* на 14 добу експерименту ($6727,59 \pm 61,65 \text{ UL}^{-1}$) (рис. 3).

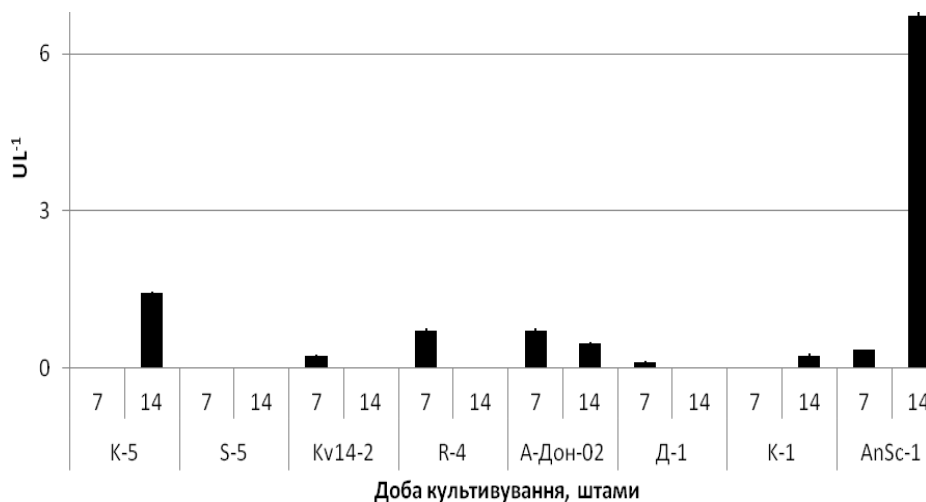


Рис.3 Лакказна активність базидіальних грибів по відношенню до гваяколу за культивування на середовищі з фільтрувальним папером як єдиним джерелом вуглецю.

Щодо пірокатехину, лакказна активність штамів S-5 *T. versicolor* та R-4 *P. pomaceus* зменшувалась протягом культивування, тоді як у інших штамів даний показник збільшувався протягом експерименту. Найвищі відповідні показники також зафіксовано для цих штамів на 7 добу культивування ($5495,49 \pm 65,65 \text{ UL}^{-1}$ та $5405,40 \pm 66,20 \text{ UL}^{-1}$ відповідно), що показано на рис. 4.

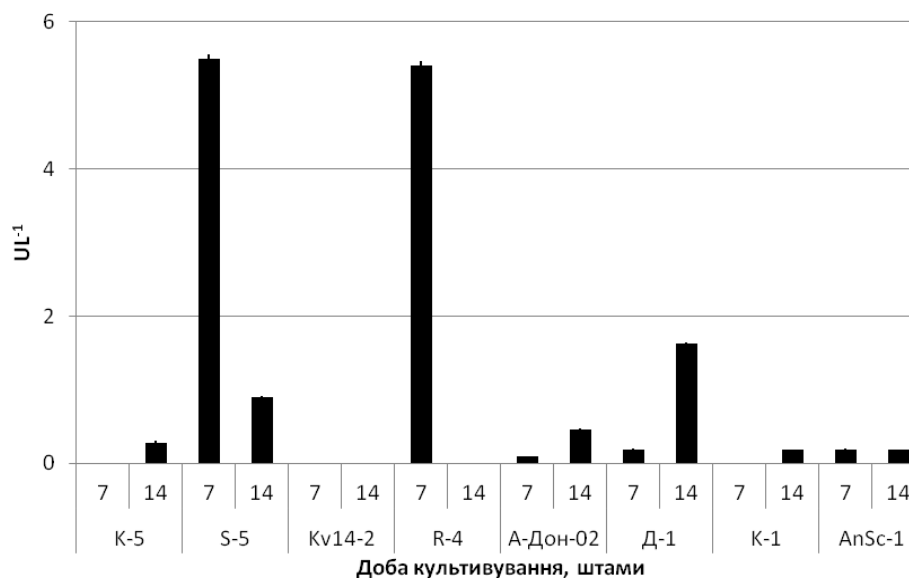


Рис.4 Лакказна активність базидіальних грибів по відношенню до пірокатехину за культивування на середовищі з фільтрувальним папером як єдиним джерелом вуглецю.

За використання лігносульфонату як єдиного джерела вуглецю загальна лігнолітична активність для штамів *T.ver T. versicolor*, Vs-2 *P. pomaceus*, S.hirs *S. hirsutum*, M.gig *M. giganteus* зменшувалась протягом культивування. Найбільший показник загальної лігнолітичної активності зафіксовано для штаму M.gig *M. giganteus* на 7 добу культивування ($2086,93 \pm 144,87 \text{ UL}^{-1}$) (рис. 5).

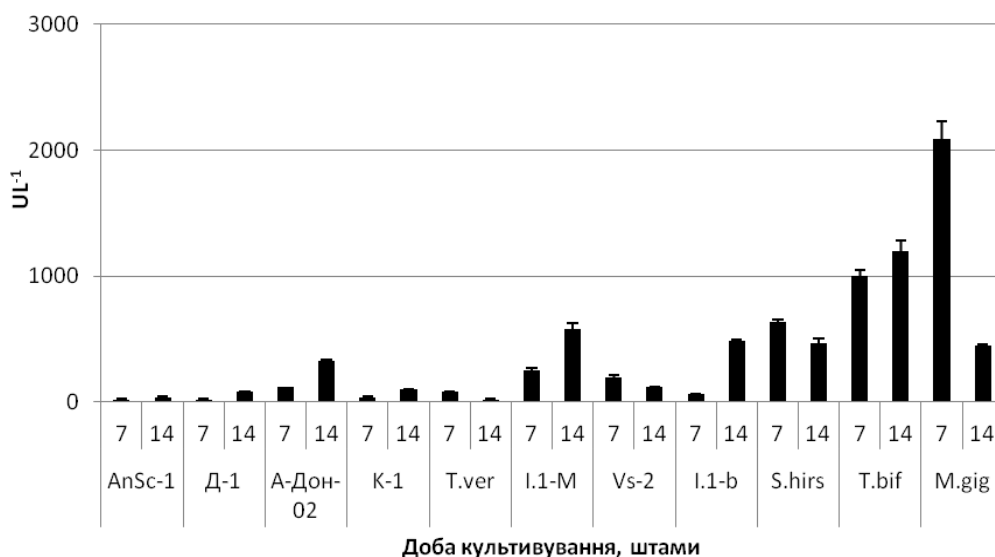


Рис.5 Загальна лігнолітична активність базидіальних грибів за культивування на середовищі з лігносульфонатом як єдиним джерелом вуглецю.

За використання сирінгалдазину як субстрату для визначення лакказної активності у штамів А-Дон-02, І.1-b *I. lacteus*, S.hirs *S. hirsutum*, Т.bif *T. biforme*, М.gig *M. giganteus* даний показник збільшувався протягом експерименту. Найвища лакказна активність зафіксована для штаму Vs-2 *P. rotaceus* на 7 добу експерименту ($56,43 \pm 0,6 \text{ UL}^{-1}$) (рис.6).

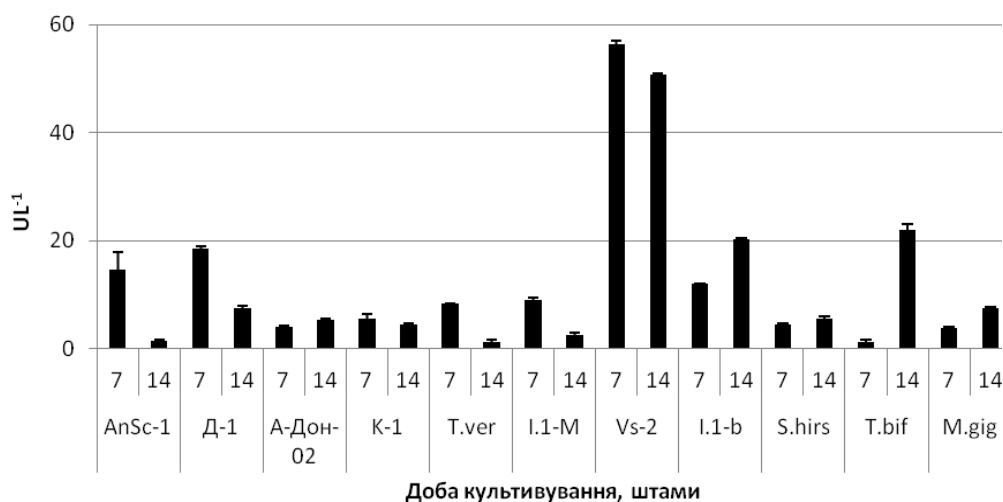


Рис.6 Лакказна активність базидіальних грибів по відношенню до сирінгалдазину за культивування на середовищі з лігносульфонатом як єдиним джерелом вуглецю.

Найвища лакказна активність зафіксована для штаму Vs-2 *P. rotaceus* на 7 добу експерименту. По відношенню до гваяколу, найвищу лакказна активність зафіксовано для штамів S.hirs *S. hirsutum*, Т.bif *T. biforme*, М.gig *M. giganteus* на 14 добу вирощування. Для інших штамів лакказна активність збільшувалась протягом експерименту (рис.7).

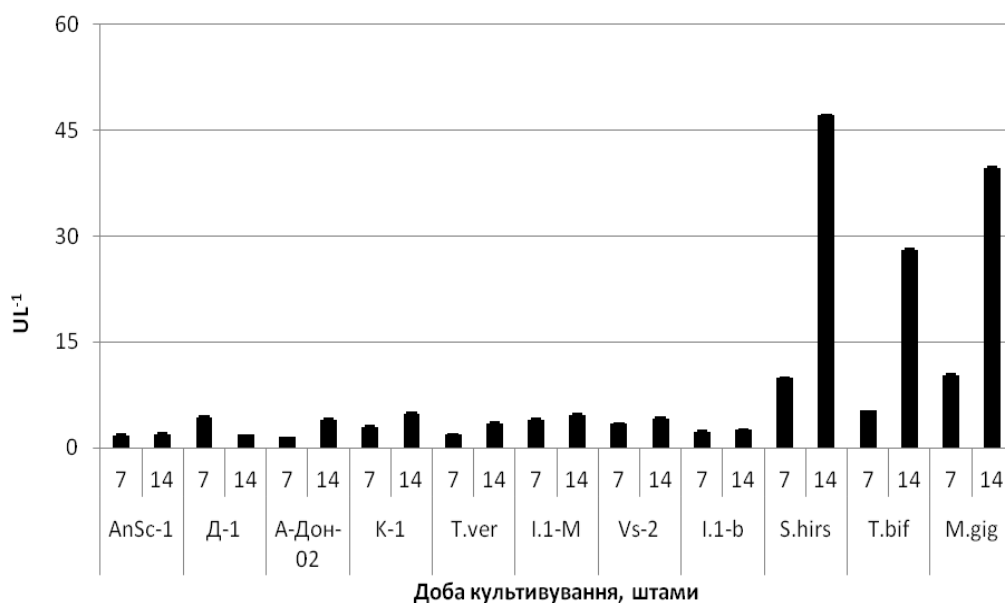


Рис.7 Лакказна активність базидіальних грибів по відношенню до гваяколу за культивування на середовищі з лігносульфонатом як єдиним джерелом вуглецю.

По відношенню до пірокатехину показник лакказної активності штамів AnSc-1 *D. confragosa*, Т.ver *T. versicolor*, S.hirs *S. hirsutum*, Д-1 *I. lacteus* менший на 7 добу культивування. На 14 добу культивування найвищий показник лакказної активності зафіксовано для штамів І.1-М *I. lacteus* ($4324,3 \pm 23,86 \text{ UL}^{-1}$), Vs-2 *P. pomaceus* ($8288,26 \pm 382,8 \text{ UL}^{-1}$), М.gig *M. giganteus* ($4324,26 \pm 38,22 \text{ UL}^{-1}$) (рис.8).

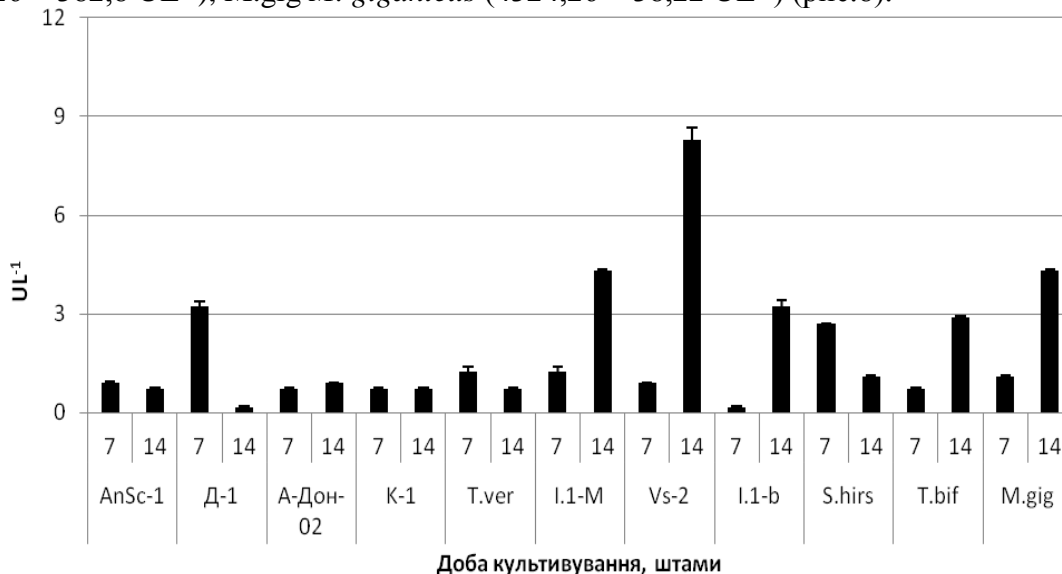


Рис.8 Лакказна активність базидіальних грибів по відношенню до пірокатехину за культивування на середовищі з лігносульфонатом як єдиним джерелом вуглецю.

Висновки

Таким чином, найвищу загальну лігнолітичну активність проявляв штам М.gig *M. giganteus* за культивування на середовищі з лігносульфонатом, отже, даний штам гриба продукує комплекс ферментів, що здатні брати участь в процесах біотрансформації та біомодифікації різноманітних лігнінвмісних субстратів. Найвища лакказна активність у штамів R-4 *P. pomaceus*, К-5, А-Дон-02 *I. lacteus* за

культивування на середовищі з фільтрувальним папером щодо сирінгалдазину, проте у штаму Vs-2 *P. rotaceus* за культивування на середовищі з лігносульфонатом даний показник більший. Отже, такий субстрат, як сирінгалдазин, є найбільш специфічним для штаму Vs-2 *P. rotaceus*. Штами *S.hirs S. hirsutum*, *T.bif T. biforme*, *M.gig M. giganteus* продукують ферменти, для яких є найбільш специфічним субстратом гваякол за культивування на середовищі з лігносульфонатом; при культивуванні на середовищі з фільтрувальним папером лакказна активність по відношенню до гваяколу була меншою. По відношенню до пірокатехину найвищі показники лакказної активності зафіксовано при культивуванні на середовищі з фільтрувальним папером у штамів S-5 *T. versicolor* та R-4 *P. rotaceus*, а за культивування на середовищі з лігносульфонатом по відношенню до пірокатехину показники лакказної активності менші. Штам *M.gig M. giganteus* проявляє високу активність по відношенню до різних субстратів: пірокатехин, гваякол, сирінгалдазин, тобто, може бути використаний для біодеградації лігнінвмісних субстратів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Varnaite R., Raudoniene V. Enzymatic Biodegradation of lignin-cellulose complex in plant origin material / R. Varnaite, V. Raudoniene, Bridziuviene D. // Materials science. – 2011. – Vol. 17, № 3 – P. 99–103.
2. Alessandra P. Induction and transcriptional regulation of laccases in fungi / P. Alessandra, P. Giardina, V. Lettera, C. Pezzella, G. Sannia, V. Faraco // Curr Genomics. – 2011. – Vol. 12, №2 – P.104–112.
3. Арбузов Н.А. Изучение редуцирующих свойств штаммов грибов *Trichoderma viride* Pers. На биоразлагаемые полимерные материалы / Н.А. Арбузов, Т.И. Громовых// материалы X международной научной конференции студентов и молодых ученых [Живые системы и биологическая безопасность населения], 2012 г. – Москва, 2012. – С. 12–13.
4. Гаврилова В.П. Королева О.В. Перспективы промышленного получения специфических белков и биологических катализаторов из базидиомицетов / В.П. Гаврилова, О.В. Королева // тез. докл. и выступл. I съезд микологов России, 11–13 апреля 2002 г. – Москва, 2002. – С.294–295.
5. Симонова В.В. Методы утилизации технических лигнинов / В.В. Симонова, Т.Г. Щедрик, Б.Н. Кузнецов // Journal of Siberian federal university. – 2010. – № 4. – С. 340–354.

УДК 539.3:534.1

НЕЛИНЕЙНЫЕ ВТОРЫЕ ГАРМОНИКИ НОРМАЛЬНЫХ ВОЛН КРУЧЕНИЯ В ЦИЛИНДРЕ С ОБОБЩЕННЫМИ СМЕШАННЫМИ ГРАНИЧНЫМИ УСЛОВИЯМИ НА БОКОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Д. В. Кравцов, В. И. Сторожев

Резюме. С использованием модели геометрически и физически нелинейного физического деформирования, основывающейся на теории конечных деформаций и выборе квадратичного упругого потенциала в форме Мурнагана, построено аналитическое решение задачи о малых нелинейных ангармонических возмущениях при распространении нормальных упругих волн кручения в изотропном цилиндре с обобщёнными смешанными граничными условиями на боковой поверхности. Проанализированы кинематические характеристики нелинейных вторых гармоник для осесимметричных крутильных волн с различными относительными длинами в цилиндре из молибдена при задании ряда значений параметра смешанных граничных условий.

Ключевые слова: упругие цилиндры, волны кручения, нелинейные вторые гармоники.

ВВЕДЕНИЕ

Исследование малых нелинейных ангармонических эффектов при распространении волн деформаций играет важную роль для приложений в акустоэлектронике, ультразвуковой дефектоскопии, сейсмоакустике и механике конструкций [5,6,9,10]. Однако ввиду сложности соответствующих задач эти эффекты с достаточной полнотой исследованы в основном для плоских и цилиндрических