

Рекомендована д. фармац. наук, проф. Т. Г. Калинюком  
УДК 615.322:582.28].012.6

## ВИВЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ КУЛЬТИВУВАННЯ БІОМАСИ FLAMMULINA VELUTIPES

© В. П. Попович, Н. А. Бісько, Т. А. Круподьорова, Н. О. Козіко, Т. А. Буткевич

Національний медичний університет імені О. О. Богомольця

Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України, Київ

Державна установа «Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України», Київ

**Резюме:** проведено комплекс досліджень щодо вивчення можливостей росту істівного гриба *Flammulina velutipes* за умов глибинного культивування на відходах агропромислового комплексу. За показником утворення біомаси ((27,18±0,80) г/л) перспективним субстратом вважаємо CO<sub>2</sub>-шрот амаранту, оптимальна тривалість культивування – 10 діб.

**Ключові слова:** глибинне культивування, біомаса, *Flammulina velutipes*.

**Вступ.** Однією з головних причин різного роду захворювань людства на сьогодні є погана екологічна ситуація і нездатність більшої частини жителів нашої планети забезпечити свій організм необхідними поживними речовинами для нормального метаболізму клітин. Синтезовані хімічним шляхом речовини для профілактики тих чи інших захворювань стають все менш актуальними. На сьогодні увагу дослідників привертають гриби як продуценти особливо важливих біологічно активних речовин [5].

*Flammulina velutipes* (Curt.: Fr.) Sing. (українська назва – зимовий опеньок, зимовий гриб, гриб золоті голки, оксамитовий гриб; китайська – енокітаке, енокі, гоуцзунь, п'яогу, дунгу) займає четверте місце у категорії істівних грибів культивованих для медичного застосування та харчового споживання [9]. За обсягом вирощування у Японії *F. velutipes* поступається лише *Lentinus edodes* (Berk.) Singer та входить у шістку найбільш культивованих грибів у світі з обсягом виробництва понад 500 тис. тонн на рік [4, 6, 7].

Активна робота вітчизняних та зарубіжних вчених із дослідження біологічної дії різноманітних фізіологічно активних сполук *F. velutipes*: полісахаридів, протеїн-глюканових комплексів, стеролів, лектинів, пероксидаз, протеаз тощо показала їх здатність чинити імуномодулювальну, протипухлинну, антиоксидантну, тромболітичну, фібринолітичну, антибактеріальну, протигрибкову, протівірусну, мітотичну активність.

Накопичення біомаси та біологічно активних речовин в основному залежить від оптимально підбраного субстрату, тому метою роботи було визначення оптимального для глибинного куль-

тивування біомаси *F. velutipes* субстрату та особливостей вирощування біомаси як перспективної біологічно активної субстанції.

**Методи дослідження.** Об'єктом досліджень обрано штам *F. velutipes* 1878 з Колекції культур шапинкових грибів (ІВК) Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України [2]. Живильними комплексними середовищами у кількості 60 г на 1 л дистильованої води обрано «крихту» відход виробництва ПАТ «Київська макаронна фабрика» (м. Київ) та відход олійноекстракційної промисловості CO<sub>2</sub>-шрот амаранту, виробництва ПМКФ «Ганоль» (м. Кіровоград). Як контроль росту гриба використовували глюкозо-пептоно-дріжджове середовище (ГПД) такого складу (г/л): глюкоза – 25, пептон – 3, дріжджовий екстракт – 2, КН<sub>2</sub>РО<sub>4</sub> – 1, К<sub>2</sub>НРО<sub>4</sub> – 1, MgSO<sub>4</sub> × 7H<sub>2</sub>O. Після стерилізації в автоклаві (20 хв, 1 атм, 121°C) колби (500 мл з об'ємом живильного середовища 100 мл) инокулювали гомогенізованою біомасою (10 % за об'ємом) *F. velutipes* (абсолютно суха вага (а.с.в.) – 0,08), попередньо вирощеної в чашці Петрі на агаризованому ГПД. Культивування гриба на рідких середовищах проводили на лабораторній качалці (120 об/хв) за температури (26 ± 2) °С.

Ріст гриба оцінювали за абсолютно сухою масою міцелію, який відфільтровували і висушували при 105 °С до постійної маси з подальшим зважуванням на аналітичних терезах.

На 10 добу росту на середовищі з CO<sub>2</sub>-шротом амаранту відокремлену від культуральної рідини біомасу гриба ліофілізували та подрібнювали для подальшої роботи.

Повторність дослідів трикратна, результати експериментів оброблено методами математич-

ної статистики з використанням програм статистичного аналізу Microsoft Office Excel, різницю між середніми величинами вважали достовірною за  $P < 0,05$  [1].

**Результати й обговорення.** Попереднє вивчення можливості культивування грибів на відходах агропромислового комплексу дозволило виявити альтернативні субстрати для їх культивування. Високі показники утворення біомаси *F. velutipes* та ефективність біоконверсії субстратів «крихти» та CO<sub>2</sub>-шроту амаранту на рівні 33 % спонукали нас до проведення подальшого дослідження вивчення росту цього їстівного гриба за умов глибинного культивування.

Отримані динаміки синтезу біомаси гриба на обраних живильних середовищах підпорядкову-

вались загальним закономірностям розвитку організмів в умовах періодичної культури (рис. 1).

Виявлено подібність кривих росту *F. velutipes* на двох різних середовищах: на контрольному середовищі – ГПД та «крихті», пік накопичення біомаси виявлено на 7 добу культивування. Максимальну кількість біомаси ((27,18±0,80) г/л) отримано на середовищі з CO<sub>2</sub>-шротом амаранту. Слід вказати, що дані показника росту *F. velutipes* в літературі дуже відрізняються (від 5,50±0,18 до 10,90±0,08 г/л). Кількість синтезованої біомаси *F. velutipes* на обраних нами середовищах була вищою за результати численних досліджень [3, 8, 10, 11, 12, 13], проте поступалась результатам Shukhtueva et al. [14] за оптимальних умов культивування.

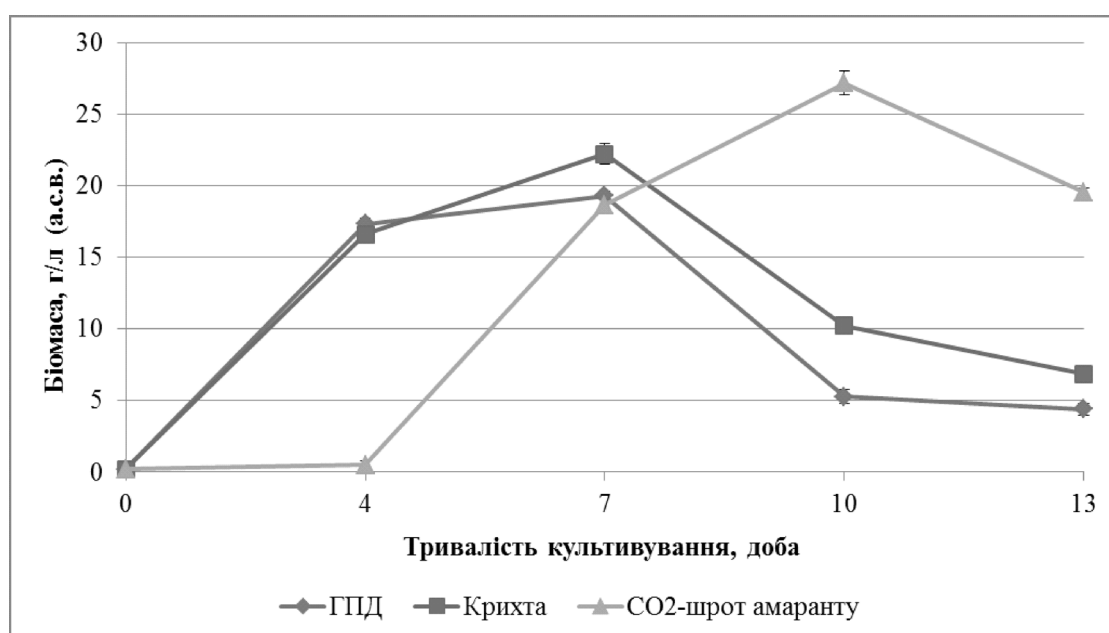


Рис. 1. Динаміка накопичення біомаси *F. velutipes* у процесі глибинного культивування на рідких живильних середовищах.

Відмітимо, що використання моносубстратів – «крихти» та CO<sub>2</sub>-шроту амаранту сприяло кращому накопиченню біомаси *F. velutipes* порівняно з контролем. Останнє свідчить про доцільність використання досліджених субстратів для вирощування *F. velutipes* у глибинній культурі. За показником утворення біомаси перспективним субстратом вважаємо CO<sub>2</sub>-шрот амаранту, оптимальна тривалість культивування досліджуваного виду гриба становить 10 діб.

Висушену отриману біомасу *F. velutipes* використовували для подальших досліджень з визначення її фізико-хімічних та технологічних властивостей.

**Висновки.** Таким чином, проведені дослідження свідчать про доцільність отримання біо-

маси *Flammulina velutipes* в умовах глибинного культивування на екологічно чистих, дешевих субстратах рослинного походження. За показником утворення біомаси ((27,18±0,8) г/л) перспективним субстратом вважаємо CO<sub>2</sub>-шрот амаранту, оптимальна тривалість культивування досліджуваного виду гриба становить 10 діб. Отримані результати свідчать, що біотехнологія, яка базується на використанні їстівного базидіального гриба *Flammulina velutipes*, може бути адаптована до умов існуючого у нашій країні мікробіологічного виробництва, а біомаса гриба може бути використана для подальших досліджень як перспективна основа для створення та розроблення лікувально-профілактичних, косметичних та лікувальних засобів.

## Література

1. Антономов М. Ю. Математическая обработка и анализ медико-биологических данных / Ю. М. Антономов. – К. : ФМД, 2006. – 558 с.
2. Бухало А. С. Каталог культур Колекції шапинкових грибів (ІВК) / А. С. Бухало, Н. Ю. Митропольська, О. Б. Михайлова. – К. : «Альтепрес», 2011. – 100 с.
3. Кожемякина Н. В. Состав и биологическая активность углеводов компонентов мицелия некоторых базидиомицетов : автореф. дисс. ... канд. биол. наук: спец. 03.02.03 «Микробиология» / Н. В. Кожемякина. – Санкт-Петербург, 2010. – 22 с.
4. Культивирование съедобных и лекарственных грибов / А. С. Бухало, Н. А. Бисько, Э. Ф. Соломко; под общей ред. А. С. Бухало. – Киев : «Чернобыльинтеринформ», 2004. – 128 с.
5. Пашнев П. Д. Використання нових лікувально-профілактичних засобів для покращення здоров'я населення України / П. Д. Пашнев, В. П. Попович, Н. О. Федоритенко // Матеріали наук-практ. конф «Охорона здоров'я України» . – 2009. – № 1 (33). – С. 126.
6. Chang S. T. Development of the world mushroom industry: Applied mushroom biology and international mushroom organization / S. T. Chang, J. A. Bushwell // International Journal of Medicinal Mushrooms. – 2008. – № 10. – P. 195–208.
7. Flammulina Velutipes (Curt.: Fr.) Singer: An Edible Mushroom in Northern Forest of Iran and its Antagonistic Activity Against Selected Plant Pathogenic Fungi / A. Borhani, S. M. Badalyan, N. Garibyan [et al.] // International Journal of Biology. – 2011. – Vol. 3. – № 2. – P. 162–167.
8. Hassan F. R. H. Mycelial Biomass Production of Enoke Mushroom (*Flammulina velutipes*) by Submerged Culture / F. R. H. Hassan, M. Ghada / Australian Journal of Basic and Applied Sciences. – 2012. – № 6(7). – P. 603–610.
9. Leifa F. Production of *Flammulina velutipes* on coffee husk and coffee spent-ground / F. Leifa, A. Pandey, C. R. Socco // Brazilian Archives of Biology and Technology. – 2001. – 44 (2). – P. 205–212.
10. Optimization of submerged culture conditions for the production of angiotensin converting enzyme inhibitor from *Flammulina velutipes* / J. M. Kim, K. S. Ra, D. O. Noh, H. J. Suh // Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology. – 2002. – № 29. – P. 292–295.
11. Maziero Rosana Screening of basidiomycetes for the production of exopolysaccharide and biomass in submerged culture / Rosana Maziero, Valeria Cavazzoni, Vera Lucia Ramos Bononi // Revista de Microbiologia. – 1999. – № 30. – P. 77–84.
12. Mycelial growth and exo-biopolymer production by submerged culture of various edible mushrooms under different media / S. W. Kim, H. J. Hwang, J. P. Park [et al.] // Letters in Applied Microbiology. – 2002. – № 34. – P. 56–61.
13. Yan-Qing Duan Screening of a high yield polysaccharide strain from ten edible and medicinal fungi and optimization of its culture conditions / Duan Yan-Qing, Xing Zhan-Chang, Xu Jun-Wei // Research Journal of Biotechnology. – 2013. – Vol. 8 (4). – P. 11–15.
14. Submerged cultivation and chemical composition of *Flammulina velutipes* mycelium / M. I. Shuktueva, A. V. Avtonomova, Ya. A. Masyutin [et al.] // Башкирский химический журнал. – 2011. – Т.18. – № 4. – С. 144–148.

## ИЗУЧЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ БИОМАССЫ FLAMMULINA VELUTIPES

**В. П. Попович, Н. А. Бисько, Т. А. Круподьорова, Н. О. Козико, Т. А. Буткевич**

*Национальный медицинский университет имени А. А. Богомольца, Киев*

*Институт ботаники имени Н. Г. Холодного НАН Украины, Киев*

*Государственное учреждение «Институт пищевой биотехнологии и геномики НАН Украины», Киев*

**Резюме:** проведен комплекс исследований относительно изучения возможностей роста съедобного гриба *Flammulina velutipes* при условиях глубинного культивирования на отходах агропромышленного комплекса. По показателю образования биомассы ((27,18±0,80) г/л) перспективным субстратом считаем CO<sub>2</sub>-шрот амаранта, оптимальная длительность культивирования – 10 суток.

**Ключевые слова:** глубинное культивирование, биомасса, *Flammulina velutipes*.

## STUDY OF OPTIMAL CULTIVATION TECHNOLOGY OF FLAMMULINA VELUTIPES BIOMASS

**V. P. Popovych, N. A. Bisko, T. A. Krupodiorova, N. O. Koziko, T. A. Butkevych**

*National Medical University by O. O. Bohomolets*

*Institute of Botany of NAS of Ukraine by M. H. Kholodny, Kyiv*

*SI «Institute of Food Biotechnology and Genomics of NAS of Ukraine», Kyiv*

**Summary:** submerged cultivation of *Flammulina velutipes* on wastes of agricultural complex was studied. The biomass yield of  $27.18 \pm 0.80$  g/l in 10 days was achieved during cultivation on amaranth flour.

**Key words:** submerged cultivation, biomass production, *Flammulina velutipes*.

Отримано 20.12.13