

# **PLEUROTUS ERYNGII ЯК ПЕРСПЕКТИВНИЙ ПРОДУЦЕНТ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ СПОЛУК ЛІКУВАЛЬНО- ПРОФІЛАКТИЧНОЇ ДІЇ**

**Корочева А. О.**

**КПІ ім. Ігоря Сікорського, akorocheva@gmail.com**

## **Abstract**

*This work is dedicated to the analysis of publications describing biological activity of *P. eryngii* metabolites and possibility of its cultivation by submerged method. The results of analysis confirm biological activity of *P. eryngii* metabolites. *P. eryngii* grows on available substrates in submerged culture, showing potential as a producer of therapeutic and prophylactic biotechnological products.*

**Keywords:** *Pleurotus eryngii, polysaccharides, submerged cultivation.*

**Вступ.** Базидієві гриби тривалий час розглядалися в біотехнології як продуценти білкової біомаси, насамперед харчового призначення. На сьогодні перспективним напрямом досліджень та розробок, пов'язаних із базидієвими грибами, є одержання біологічно активних сполук – білків, ферментів, ліпідів та вуглеводів для подальшого використання у харчовій (в якості веганського джерела білку, нутрицевтиків, харчових добавок, ароматизаторів тощо) та фармацевтичній промисловості.

Дослідження [1-6] демонструють наявність в екстрагованих із плодових тіл та міцелію *P. eryngii* метаболітів протипухлинних, антиоксидантних, протимікробних, імуномодулюючих властивостей. Такі дані дозволяють зробити висновок про можливість використання цього гриба як джерела біологічно активних сполук лікувальної або профілактичної дії [2, 3].

Метою дослідження є аналіз наявних даних наукової літератури про біологічну активність метаболітів базидієвого гриба *Pleurotus eryngii* та можливості його культивування задля отримання лікувально-профілактичних добавок і препаратів.

**Матеріали та методи.** Для аналізу використовувалися джерела наукової літератури, розміщені у вільному доступі в базах даних PubMed та PubMed Central, що були опубліковані у провідних фахових виданнях. Аналіз тематичних публікацій здійснювався шляхом пошуку результатів досліджень, які підтверджували біологічну активність метаболітів *P. eryngii* та ефективність запропонованих методів культивування.

**Результати та обговорення.** 80-85% біологічно активних сполук, виділених із плодових тіл та міцелію базидієвих грибів, належать до різноманітних груп органічних сполук: полісахаридів, полікетидів, фенольних сполук, тритерпеноїдів, стероїдів, білків, нуклеотидів, поліненасичених жирних кислот, харчових волокон, вітамінів та лактонів. Ці сполуки мають різноманітні види біологічної активності. Грибні полісахариди, такі як  $\beta$ -глюкани, маннани, ксилани та галактани, нездатні перетравлюватися ферментами підшлункової залози в організмі людини, тому можуть відігравати роль пребіотиків для харчування. Міцелій грибів роду *Pleurotus* характеризується високим вмістом

вуглеводів (до 70,40%), білків (до 40,10%), неполярних ліпідів (до 4%) та жирних кислот (до 1,5%) [7].

Хімічний склад плодових тіл та міцелію подібні, хоча і дещо відрізняється у відсотковому співвідношенні компонентів. Глибинний міцелій *P. eryngii* містить більшу частку білків, жирів та клітковини, але менший відсоток вуглеводів порівняно із плодовими тілами. Хімічний склад міцелію, одержаного шляхом глибинного культивування, і плодових тіл наведений у табл. 1 [8].

**Таблиця 1. Хімічний склад глибинного міцелію та плодового тіла *Pleurotus eryngii* [8]**

Компонент	Міцелій	Плодове тіло
Білки, %	24,52±0,53	25.91±1.28
Вуглеводи, %	55,36±1,24	42.14 ± 3.45
Жири, %	3,4±0,1	2.18 ± 0.21
Волога, %	4.86±0.47	8.45 ± 1.65
Загальна зола, %	7.82±0.61	10.91 ± 1.22

Серед біологічно активних сполук, екстрагованих із плодових тіл і міцелію гриба *P. eryngii*, – полісахариди ( $\beta$ -1,3-глюкани), ловастатин, протеаза (плеурерин), ерингін, рибонуклеаза, еринголізин, ерготіонеїн, 17 $\beta$ -естрадіол, протеїн хb68AB, кислотні глікосфінголіпіди [9]. Результати досліджень демонструють їх фармакологічну активність, включаючи протипухлинну, антиоксидантну, антимікробну, протиалергенну, антигіперхолестериничну, антиостеопоротичну, імуномодулюючу, протизапальну, гіполіпідемічну дію. Також встановлено, що метаболіти *P. eryngii* володіють естрогеноподібними властивостями. Окремі дослідження демонструють наявність у цього виду при вирощуванні у глибинній культурі протівірусної, антибактеріальної та антагоністичної активності [2, 9, 10].

Головним чином біологічна активність забезпечується за рахунок полісахаридів, включаючи полісахариди клітинної стінки –  $\beta$ -глюкани. Ряд біополімерів, виділених з глибинної культури *P. eryngii*, включаючи  $\beta$ -глюкани, виявляють дозозалежну протипухлинну активність [2]. Також дослідження на мишах показало здатність грибних полісахаридів до регуляції метаболізму тригліцеридів, загального холестерину, холестерину ліпопротеїнів низької щільності, холангі ліпопротеїнів високої щільності та вільних жирних кислот, що сприяло зниженню ваги мишей та запобіганню ожиріння [4].

Водорозчинні полісахариди *P. eryngii* також розглядаються як потенційні кандидати при розробці нових імуномодулюючих препаратів і функціональних нутрицевтиків за рахунок наявності у них протизапальної активності, підтвердженої шляхом використання клітин RAW264.7, стимульованих ліпополісахаридом (LPS). Окремі фракції полісахаридів *P. eryngii* пригнічували запальні реакції, регулюючи вироблення протагландину E2, інтерлейкінів-1 $\beta$  та -6 і фактора некрозу пухлини- $\alpha$  [5].

Цинк-вмісні полісахариди AcMZPS and AlMZPS, виділені із міцелію *P. eryngii* var. *tuoliensis*, демонструють антиоксидантну та антигіперліпідемічну активність. Досліди на мишах підтвердили гепатопротекторну функцію окремих

фракцій цих полісахаридів та здатність до нейтралізації вільних радикалів [11]. Встановлено, що міцеліальні зовнішньоклітинні полісахариди *P. eryngii* та їх сульфатовані форми здатні безпосередньо пригнічувати окислювальну здатність внутрішньоклітинних активних форм кисню і малондіальдегіду, а також регулювати активність антиоксидантних ферментів у захисній системі організмів, зменшуючи окисне пошкодження [6].

Оскільки глибинний міцелій за своїм складом не відрізняється від плодових тіл, його доцільно вирощувати та застосовувати для одержання цільових біологічно активних сполук.

Наразі переважним методом одержання біомаси у біотехнології є глибинне культивування, доцільність якого обґрунтована такими факторами, як спрощення автоматизації та контролю умов процесу, збереження асептики тощо.

Встановлено, що глибинне культивування *P. eryngii* з метою накопичення біомаси можливо здійснювати на різноманітних субстратах – гідролізатах, етиловому спирті, кукурудзяному екстракті, молочній сироватці, мелясі, продуктах переробки фруктів тощо. *P. eryngii* може використовувати широкий спектр джерел вуглецю, таких як моно-, ди- та полісахариди. Встановлено, що найкращим джерелом вуглецю для накопичення біомаси *P. eryngii* є арабіноза в концентрації 20 г/л. Також в якості джерел вуглецю *P. eryngii* може використовувати декстрин, фруктозу, манозу, мальтозу, глюкозу та ін. Серед нітрогеновмісних сполук, які можуть використовуватися *P. eryngii* як джерела азоту, найкращими для накопичення біомаси вважаються аспарагін у концентрації 0,8-1,6 г/л та інші амінокислоти – серин, глютамінова кислота, аланін, аргінін, а також сечовина та солі амонію, особливо ацетат амонію.

Окрім поживних середовищ, велике значення для досягнення високого виходу біомаси мають умови культивування. Різні дослідження визначають як найбільш прийнятні для росту міцелію наступні температурні діапазони: 25°C, 25–30°C, 30°C. Різні штами *P. eryngii* ростуть у широкому діапазоні температур (°C): 10, 15, 20, 25, 30, оптимальна температура становить 20–30°C залежно від штаму гриба та середовища культивування.

Міцелій *P. eryngii* росте в діапазоні рН від 5,0 до 9,0 без значних коливань. За різними дослідженнями, максимальний ріст міцеліальної біомаси фіксується при значеннях рН 5,0–5,5 або близько 6,0 [7].

У глибинній культурі базидієві гриби ростуть у формі рівномірних кульок, тому при розробці методу культивування та виборі обладнання особливо увагу слід приділити підбору ступеня аерації та швидкості перемішування біомаси [12].

Шляхом підбору оптимальних умов культивування на доступних середовищах можна досягнути виходу біомаси до 40 г/л [13].

**Висновки.** Аналіз літературних джерел показує, що *Pleurotus eryngii* демонструє біологічну активність, яка дозволяє розглядати його як цінний і перспективний біотехнологічний агент для одержання продуктів лікувально-профілактичного призначення. Біологічна активність забезпечується різноманітними метаболітами, насамперед полісахаридами, та проявляється в

їхніх антиоксидантній, антигіперхолестериничній, імуномодулюючій, протизапальній, гіполіпідемічній дії. Для культивування може використовуватися доступна сировина (зокрема відходи харчових, сільськогосподарських, хімічних виробництв, неорганічні солі). Однак для впровадження широкомасштабного виробництва біомаси грибів роду *Pleurotus* необхідно більше даних про оптимальні умови культивування та методи екстракції і очищення грибних метаболітів.

### Список використаної літератури:

1. Khan M. A., Tania M. Nutritional and Medicinal Importance of Pleurotus Mushrooms: An Overview. *Food Reviews International*. 2012. Vol. 28, no. 3. P. 313–329. URL: <https://doi.org/10.1080/87559129.2011.637267>.
2. Antitumor and immunomodulating activities of endo-biopolymers obtained from a submerged culture of *Pleurotus eryngii* / Y.-T. Jeong et al. *Food Science and Biotechnology*. 2010. Vol. 19, no. 2. P. 399–404. URL: <https://doi.org/10.1007/s10068-010-0056-4>.
3. Extraction, structure and bioactivities of the polysaccharides from *Pleurotus eryngii*: A review / B. Zhang et al. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2020. Vol. 150. P. 1342–1347. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.10.144>.
4. Hypolipidemic mechanism of *Pleurotus eryngii* polysaccharides in high-fat diet-induced obese mice based on metabolomics / Y. Zhao et al. *Frontiers in Nutrition*. 2023. Vol. 10. URL: <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1118923>.
5. Preparation of newly identified polysaccharide from *Pleurotus eryngii* and its anti-inflammation activities potential / G. Ma et al. *Journal of Food Science*. 2020. Vol. 85, no. 9. P. 2822–2831. URL: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15375>.
6. Antioxidant and hepatoprotective activities of intracellular polysaccharide from *Pleurotus eryngii* SI-04 / C. Zhang et al. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2016. Vol. 91. P. 568–577. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.05.104>.
7. Recent trends in submerged cultivation of mushrooms and their application as a source of nutraceuticals and food additives / G. Bakratsas et al. *Future Foods*. 2021. Vol. 4. P. 100086. URL: <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100086>.
8. Mass production of *Pleurotus eryngii* mycelia under submerged culture conditions with improved minerals and vitamin D2 / U. Singh et al. *LWT*. 2020. Vol. 131. P. 109665. URL: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109665>.
9. Krupodorova T. A., Barshteyn V. Yu. The Effect Of Cultivation Conditions On Growth And Therapeutic Activity Of *Pleurotus eryngii*. Actual Problems Of Natural Sciences: Modern Scientific Discussions. 2020. 23 P. <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-45-7.19>.
10. Antimicrobial activity of the edible mushroom *Pleurotus eryngii* (DC.) Quel grown in liquid medium / C. P. d. Andrade et al. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*. 2021. Vol. 43. P. e58474. URL: <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v43i1.58474>.
11. Antioxidant and anti-hyperlipidemic effects of mycelia zinc polysaccharides by *Pleurotus eryngii* var. *tuoliensis* / N. Xu et al. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2017. Vol. 95. P. 204–214. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.11.060>.
12. Высшие съедобные базидиомицеты в поверхностной и глубинной культуре / Н. Бисько та ін.; ред. И. Дудка. Киев : Наук. думка, 1983. 312 с.
13. Production and Nutritional Composition of King Oyster Culinary-Medicinal Mushroom *Pleurotus eryngii* (Agaricomycetes) Biomass from Brazil / C. P. de Andrade et al. *International Journal of Medicinal Mushrooms*. 2021. Vol. 23, no. 8. P. 39–49. URL: <https://doi.org/10.1615/intjmedmushrooms.2021038980>.