

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ О. О. БОГОМОЛЬЦЯ
Фармацевтичний Факультет
кафедра фармакогнозії та ботаніки

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Дослідження складу міцеліальних
культур гриба чага (*Inonotus obliquus*)

Виконала: здобувачка вищої освіти 5 курсу групи 11802
напряму підготовки (спеціальності)
226 Фармація, промислова фармація
Паламаренко Д.В.

Науковий керівник: к.фарм.н., доцент Підченко В.Т.

Рецензент к.фарм.н., доцент Козіко Н.О.

Київ 2026

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ I. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	8
1.1 Ботанічна характеристика гриба Чаги (<i>Inonotus obliquus</i>).....	8
1.2 Поширення та ресурсна оцінка гриба <i>Inonotus obliquus</i>	10
1.3 Культивування та заготівля <i>Inonotus obliquus</i>	12
1.4 Хімічний склад плодових тіл <i>Inonotus obliquus</i>	14
1.5 Фармакологічна дія та використання <i>Inonotus obliquus</i> в медицині.....	20
РОЗДІЛ II. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	25
2.1 Об'єкти дослідження	25
2.2 Культивування на твердих та рідких живильних середовищах	25
2.2.1 Використане обладнання та апаратура	25
2.2.2 Реагенти, субстрати:	25
2.3 Екстракція ліофілізатів міцелію <i>Inonotus obliquus</i> за допомогою 70 % розчину води та ацетону	26
2.4 Визначення та специфікація фенольних сполук у водно-ацетонових екстрактах, отриманих з міцелію <i>Inonotus obliquus</i> за допомогою ультрависокоефективної рідинної хроматографії (UHPLC)	26
2.4.1 Прилади та обладнання:	26
2.4.2 Параметри аналізу:	27
2.5 Побудова калібрувальних кривих стандартів фенольних сполук	27
2.6 Статистична обробка результатів	28
РОЗДІЛ III	30
3.1 Вирощування міцелію <i>Inonotus obliquus</i> на агаризованих живильних середовищах	30
3.2 Вирощування біомаси на рідких живильних середовищах <i>Inonotus obliquus</i>	31
3.2.1 Підготування рідкого середовища	31
3.2.2 Культивування <i>Inonotus obliquus</i> на мішалках	32
3.3 Отримання сухої біомаси	34

3.4 Екстракція ліофілізатів біомаси <i>Inonotus obliquus</i>	35
3.5 Визначення та ідентифікація фенольних сполук у водно-ацетонових екстрактах, отриманих з міцелію <i>Inonotus obliquus</i> за допомогою ультрависокооефективної рідинної хроматографії (UHPLC)	38
3.6 Підготовка зразків дослідження водно-ацетонових екстрактів гриба <i>I. obliquus</i>	41
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	43
СПИСОК ВИКРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	44
SUMMARY	54
ДОДАТКИ	56

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

БАР – біологічно активні речовини

ГПД – глюкозо-пептонне середовище з дріжджовим екстрактом

ДФУ – Державна Фармакопея України

ЛРС – лікарська рослинна сировина

УВЕРХ – ультрависокоефективна рідинна хроматографія

СА – кавова кислота

СНА – хлорогенова кислота

EGCG – епігалокатехін галат

ФА – ферулова кислота

I. obliquus – *Inonotus obliquus*

NR – нарингенін

РСА – п-кумарова кислота

Q – кверцетин

RU – рутин

UHPLC – Ultra-High Performance Liquid Chromatography

ВСТУП

Лікування за допомогою натуральних продуктів останніми роками набуває дедалі більшої популярності. Люди активно застосовують дієтичні добавки, що містять природні компоненти, зокрема екстракти рослин і грибів, з метою профілактики різних захворювань. Такі засоби доступні як в аптеках, так і в інтернет-просторі. Проте навіть регулярні медичні обстеження, дотримання збалансованого харчування та ведення активного способу життя не завжди гарантують повний захист від хвороб.

Онкологічні захворювання стали однією з ключових проблем сучасної цивілізації XXI століття. Їх поширеність постійно зростає, що робить рак однією з найсерйозніших загроз для здоров'я і життя людини. Хіміотерапевтичні препарати, які застосовуються вже понад пів століття, відіграють важливу роль у лікуванні раку. Більшість із них мають природне, переважно рослинне, походження та містять значну кількість біологічно активних сполук [19]. Водночас їх використання часто супроводжується численними побічними ефектами, які можуть суттєво погіршувати стан пацієнта. У деяких випадках саме виснаження організму внаслідок лікування, а не саме захворювання, призводить до летальних наслідків. Крім того, небажані ефекти можуть проявлятися навіть через багато років після завершення терапії.

З огляду на це, сучасна наука активно шукає нові підходи та альтернативні методи лікування онкологічних захворювань. Одним із перспективних напрямів є дослідження грибів як джерела інноваційних протипухлинних сполук. Встановлено, що деякі види грибів містять речовини, здатні проявляти протипухлинну активність, а також мають противірусні, антибактеріальні та протизапальні властивості. Історичні джерела свідчать про використання вищих грибів у лікувальних цілях ще в давнину. Особливу увагу привертають сполуки поліфенольної природи, які не лише збагачують раціон, але й визначають смакові властивості багатьох

харчових продуктів. Гриби також знаходять широке застосування у харчовій промисловості, зокрема у виробництві хліба та алкогольних напоїв.

Окрім медичного застосування, гриби відіграють важливу роль у процесах біодеградації та екологічного очищення, оскільки здатні розкласти складні забруднювачі, які важко утилізувати іншими способами. Вони також використовуються в сільському господарстві для покращення якості ґрунтів та в сучасних біотехнологічних підходах, зокрема у концепціях безвідходного виробництва та циркулярної економіки [19, 29].

З метою отримання значної кількості цінних біоактивних сполук велика увага приділяється умовам культивування грибів. Досліджуються фактори, що впливають на ріст біомаси та синтез вторинних метаболітів, а також оптимізуються параметри середовища для підвищення ефективності біосинтетичних процесів, зменшення витрат і скорочення часу виробництва.

Мета дослідження

Метою дослідження було вивчення вмісту фенольних сполук, що синтезуються біомасою *Inonotus obliquus*.

Завдання дослідження:

1. Отримати культури інокулюму та міцелію гриба *Inonotus obliquus* у лабораторних умовах.
2. Провести порівняння виходу біомаси у різних зразках.
3. Ліофілізувати отриману біомасу та екстрагувати фенольні сполуки.
4. Визначити вміст поліфенольних сполук у ліофілізаті отриманого розчину.

Предмет дослідження

Фітохімічне дослідження біомаси гриба *Inonotus obliquus*.

Об'єкт дослідження

Матеріалом, використаним для дослідження, був штамп *Inonotus obliquus*, наданий банком штамів кафедри технології лікарських засобів та фармацевтичної біотехнології фармацевтичного факультету Варшавського медичного університету.

Методи дослідження

Вирощування міцелію та біомаси гриба *Inonotus obliquus* проводили на твердих агаризованих та рідких живильних середовищах. Культивування методом глибинного культивування проводили на стандартизованому рідкому живильному середовищі ГПД (глюкозо-пептонне середовище з дріжджовим екстрактом). Ідентифікацію та характеристику фенольних сполук у водно-ацетонових екстрактах, одержаних із міцелію *Inonotus obliquus*, проводили методом ультрависокоєфективної рідинної хроматографії (UHPLC). [19, 18].

Наукова новизна та практичне значення одержаних результатів

У лабораторних умовах було одержано культури інокулюму та міцелію гриба *Inonotus obliquus*, проведено порівняльний аналіз виходу біомаси різних зразків для оптимізації умов культивування, а отриману біомасу ліофілізовано з метою подальшої екстракції поліфенольних сполук. Отримані результати засвідчують здатність міцелію синтезувати фенольні сполуки та обґрунтовують доцільність подальших досліджень, спрямованих на оптимізацію умов культивування й удосконалення методики УВЕРХ для покращення біотехнологічного процесу отримання біомаси гриба.

Особистий внесок здобувача. Дана робота є самостійним дослідженням автора, проведеного упродовж 2025-2026 р. Виконана на базі Варшавського медичного університету, Республіка Польща (м.Варшава), на кафедрі технології лікарських засобів та фармацевтичної біотехнології. Наукові

консультанти д. фарм. н. проф. Ядвіга Турло, д. фарм. н., Марзенна Клімашевська.

Апробація результатів дослідження

Результати досліджень, викладені в магістерській роботі, преставлені на V Науково - практичній конференції з міжнародною участю. Здійсненні на кафедрі фармакогнозії та ботаніки Національного медичного університету імені О.О. Богомольця «PLANTA+. НАУКА, ПРАКТИКА ТА ОСВІТА» (28-29 січня 2025 р., м. Київ) у вигляді тез - Підченко В.Т., Паламаренко Д.В. «Перспективи досліджень складу міцеліальних культур *Inonotus obliquus Pers.*»

Участь у конкурсі студентських наукових робіт НМУ імені О.О. Богомольця Annual Young Medical Conference 2025, здобуто 3 призове місце. Тема доповіді: “Експериментальне дослідження вмісту поліфенольних сполук у міцеліальній біомасі гриба *Inonotus obliquus*”. За темою доповіді опубліковано тези.

Публікації.

1. Паламаренко, Д. В., & Підченко, В. Т. (2025). Перспективи досліджень складу міцеліальних культур *Inonotus obliquus* (pers.) Pil.

2. Паламаренко Д.В. Експериментальне дослідження вмісту поліфенольних сполук у міцеліальній біомасі гриба *Inonotus obliquus* Паламаренко Д.В.,В.Т.Підченко // Наук.-практ.конф. “Annual Young Medical Conferencee 2025”, 21 лис. 2025 р. : матеріали конф. – Київ. Додаток №4 (159) 2025 – С.144.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, 3 розділів (огляд літератури, матеріали та методи, основна частина) та висновків. Робота викладена на 61 сторінках, має 6 таблиць, 24 рисунки, 55 джерел інформації.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. У лабораторних умовах було отримано культури інокулюму та міцелію гриба *Inonotus obliquus*.
2. Проведено порівняння виходу біомаси у різних зразках з метою подальшої оптимізації процесу культивування.
3. Отримана біомаса чаги була ліофілізована. Для визначення поліфенольних сполук для подальших хроматографічних досліджень було отримано 5 екстрактів та оцінено ефективність процесу екстракції.
4. Аналіз методом УВЕРХ підтвердив наявність у екстрактах хлорогенової, п-кумарової та ферулової кислот, а також апігеніну, однак їх вміст був нижчим за межу кількісного визначення. Кавова кислота, епігалокатехін галат, рутин, кверцетин і нарингенін не були виявлені, через концентрації нижчі за межу детекції.
5. Отримані результати свідчать про здатність міцелію *Inonotus obliquus* до синтезу фенольних сполук і підтверджують перспективність подальших досліджень. Необхідною є оптимізація умов культивування для підвищення виходу біологічно активних речовин, а також удосконалення аналітичної методології УВЕРХ шляхом підвищення чутливості та розробки калібрувальних кривих для низьких концентрацій.

СПИСОК ВИКРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Державна Фармакопея України (2-ге вид., Т. 3). Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів».
2. Abu-Reidah, I. M., Critch, A. L., Manful, C. F., Rajakaruna, A., Vidal, N. P., Pham, T. H., ... & Thomas, R. (2021). Effects of pH and temperature on water under pressurized conditions in the extraction of nutraceuticals from chaga (*Inonotus obliquus*) mushroom. *Antioxidants*, 10(8), 1322.
3. Alhallaf, W., & Perkins, L. B. (2022). The Anti-Inflammatory Properties of Chaga Extracts Obtained by Different Extraction Methods against LPS-Induced RAW 264.7. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 27(13), 4207. <https://doi.org/10.3390/molecules27134207>
4. Arata, S., Watanabe, J., Maeda, M., Yamamoto, M., Matsushashi, H., Mochizuki, M., Kagami, N., Honda, K., & Inagaki, M. (2016). Continuous intake of the Chaga mushroom (*Inonotus obliquus*) aqueous extract suppresses cancer progression and maintains body temperature in mice. *Heliyon*, 2(5), e00111. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2016.e00111>
5. Baek, J., Roh, H. S., Baek, K. H., Lee, S., Lee, S., Song, S. S., & Kim, K. H. (2018). Bioactivity-based analysis and chemical characterization of cytotoxic constituents from Chaga mushroom (*Inonotus obliquus*) that induce apoptosis in human lung adenocarcinoma cells. *Journal of ethnopharmacology*, 224, 63–75. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.05.025>
6. Baird, L., & Yamamoto, M. (2020). The Molecular Mechanisms Regulating the KEAP1-NRF2 Pathway. *Molecular and cellular biology*, 40(13), e00099-20. <https://doi.org/10.1128/MCB.00099-20>
7. Basal, W. T., Elfiky, A., & Eid, J. (2021). Chaga Medicinal Mushroom *Inonotus obliquus* (Agaricomycetes) Terpenoids May Interfere with SARS-CoV-2 Spike Protein Recognition of the Host Cell: A Molecular Docking Study. *International journal of medicinal mushrooms*, 23(3), 1–14. <https://doi.org/10.1615/IntJMedMushrooms.2021037942>

8. Bolwell, P. P., Page, A., Piślewska, M., & Wojtaszek, P. (2001). Pathogenic infection and the oxidative defences in plant apoplast. *Protoplasma*, 217(1-3), 20–32. <https://doi.org/10.1007/BF01289409>
9. Chang, Y., Bai, M., Xue, X. B., Zou, C. X., Huang, X. X., & Song, S. J. (2022). Isolation of chemical compositions as dietary antioxidant supplements and neuroprotectants from Chaga mushroom (*Inonotus obliquus*). *Food Bioscience*, 47, 101623.
10. Chandra, P., Sharma, R. K., & Arora, D. S. (2020). Antioxidant compounds from microbial sources: A review. *Food research international (Ottawa, Ont.)*, 129, 108849. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108849>
11. Chen, Y. F., Zheng, J. J., Qu, C., Xiao, Y., Li, F. F., Jin, Q. X., Li, H. H., Meng, F. P., Jin, G. H., & Jin, D. (2019). *Inonotus obliquus* polysaccharide ameliorates dextran sulphate sodium induced colitis involving modulation of Th1/Th2 and Th17/Treg balance. *Artificial cells, nanomedicine, and biotechnology*, 47(1), 757–766. <https://doi.org/10.1080/21691401.2019.1577877>
12. Chiang, K. H., Chiu, Y. C., Yar, N., Chen, Y. C., Cheng, C. H., Liu, Y. C., Chang, C. Y., & Chuu, J. J. (2023). Renoprotective Impacts of *Inonotus obliquus* Ethanol-Ethyl Acetate Extract on Combined Streptozotocin and Unilateral Nephrectomy-Induced Diabetic Nephropathy in Mice. *International journal of molecular sciences*, 24(5), 4443. <https://doi.org/10.3390/ijms24054443>
13. Chou, Y. J., Kan, W. C., Chang, C. M., Peng, Y. J., Wang, H. Y., Yu, W. C., Cheng, Y. H., Jhang, Y. R., Liu, H. W., & Chuu, J. J. (2016). Renal Protective Effects of Low Molecular Weight of *Inonotus obliquus* Polysaccharide (LIOP) on HFD/STZ-Induced Nephropathy in Mice. *International journal of molecular sciences*, 17(9), 1535. <https://doi.org/10.3390/ijms17091535>
14. Du, X., Mu, H., Zhou, S., Zhang, Y., & Zhu, X. (2013). Chemical analysis and antioxidant activity of polysaccharides extracted from *Inonotus obliquus* sclerotia. *International journal of biological macromolecules*, 62, 691–696. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2013.10.016>

15. Duan, Q., Tian, L., Feng, J., Ping, X., Li, L., Yaigoub, H., ... & Li, Y. (2022). Trametenolic Acid Ameliorates the Progression of Diabetic Nephropathy in db/db Mice via Nrf2/HO-1 and NF- κ B-Mediated Pathways. *Journal of Immunology Research*, 2022(1), 6151847.
16. Duru, K. C., Kovaleva, E. G., Danilova, I. G., & van der Bijl, P. (2019). The pharmacological potential and possible molecular mechanisms of action of *Inonotus obliquus* from preclinical studies. *Phytotherapy Research*, 33(8), 1966-1980.
17. Glamočlija, J., Ćirić, A., Nikolić, M., Fernandes, Â., Barros, L., Calhelha, R. C., Ferreira, I. C., Soković, M., & van Griensven, L. J. (2015). Chemical characterization and biological activity of Chaga (*Inonotus obliquus*), a medicinal "mushroom". *Journal of ethnopharmacology*, 162, 323–332. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2014.12.069>
18. Ghosh, S. (2020). Triterpenoids: structural diversity, biosynthetic pathway, and bioactivity. *Studies in natural products chemistry*, 67, 411-461.
19. Gujre, N., Soni, A., Rangan, L., Tsang, D. C., & Mitra, S. (2021). Sustainable improvement of soil health utilizing biochar and arbuscular mycorrhizal fungi: A review. *Environmental Pollution*, 268, 115549.
20. Han, Y., Nan, S., Fan, J., Chen, Q., & Zhang, Y. (2019). *Inonotus obliquus* polysaccharides protect against Alzheimer's disease by regulating Nrf2 signaling and exerting antioxidative and antiapoptotic effects. *International journal of biological macromolecules*, 131, 769–778. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.03.033>
21. Hu, B., Zhou, W., Deng, X., Sun, M., Sun, R., Li, Q., Ren, J., Jiang, W., Wang, Y., Liu, S., & Zhan, J. (2024). Structural analysis of polysaccharide from *Inonotus obliquus* and investigate combined impact on the sex hormones, intestinal microbiota and metabolism in SPF male mice. *International journal of biological macromolecules*, 262(Pt 1), 129686. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.129686>

22. Hu, F., Rao, M., Zhang, M., Meng, Q., Wan, M., Zhang, X., Ding, L., & Jiang, Y. (2022). Long non-coding RNA profiles in plasma exosomes of patients with gastric high-grade intraepithelial neoplasia. *Experimental and therapeutic medicine*, 23(1), 1. <https://doi.org/10.3892/etm.2021.10923>
23. Hu, Y., Sheng, Y., Yu, M., Li, K., Ren, G., Xu, X., & Qu, J. (2016). Antioxidant activity of Inonotus obliquus polysaccharide and its amelioration for chronic pancreatitis in mice. *International journal of biological macromolecules*, 87, 348–356. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.03.006>
24. Huang, S. Q., Ding, S., & Fan, L. (2012). Antioxidant activities of five polysaccharides from Inonotus obliquus. *International journal of biological macromolecules*, 50(5), 1183–1187. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2012.03.019>
25. Hwang, B. S., Lee, I. K., & Yun, B. S. (2016). Phenolic compounds from the fungus Inonotus obliquus and their antioxidant properties. *The Journal of antibiotics*, 69(2), 108–110. <https://doi.org/10.1038/ja.2015.83>
26. Ishfaq, P. M., Mishra, S., Mishra, A., Ahmad, Z., Gayen, S., Jain, S. K., Tripathi, S., & Mishra, S. K. (2022). *Inonotus obliquus* aqueous extract prevents histopathological alterations in liver induced by environmental toxicant Microcystin. *Current research in pharmacology and drug discovery*, 3, 100118. <https://doi.org/10.1016/j.crphar.2022.100118>
27. Javed, S., Mitchell, K., Sidsworth, D., Sellers, S. L., Reutens-Hernandez, J., Massicotte, H. B., Egger, K. N., Lee, C. H., & Payne, G. W. (2019). Inonotus obliquus attenuates histamine-induced microvascular inflammation. *PloS one*, 14(8), e0220776. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220776>
28. Jiang, S., Shi, F., Lin, H., Ying, Y., Luo, L., Huang, D., & Luo, Z. (2020). Inonotus obliquus polysaccharides induces apoptosis of lung cancer cells and alters energy metabolism via the LKB1/AMPK axis. *International journal of biological macromolecules*, 151, 1277–1286. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.10.174>
29. Khoo, S. C., Ma, N. L., Peng, W. X., Ng, K. K., Goh, M. S., Chen, H. L., ... & Sonne, C. (2022). Valorisation of biomass and diaper waste into a sustainable

production of the medical mushroom Lingzhi *Ganoderma lucidum*. *Chemosphere*, 286, 131477.

30. Kim, J., Yang, S. C., Hwang, A. Y., Cho, H., & Hwang, K. T. (2020). Composition of Triterpenoids in *Inonotus obliquus* and Their Anti-Proliferative Activity on Cancer Cell Lines. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 25(18), 4066. <https://doi.org/10.3390/molecules25184066>

31. Kou, R. W., Xia, B., Han, R., Li, Z. Q., Yang, J. R., Yin, X., Gao, Y. Q., & Gao, J. M. (2022). Neuroprotective effects of a new triterpenoid from edible mushroom on oxidative stress and apoptosis through the BDNF/TrkB/ERK/CREB and Nrf2 signaling pathway *in vitro* and *in vivo*. *Food & function*, 13(23), 12121–12134. <https://doi.org/10.1039/d2fo02854a>

32. Lee, I. K., Kim, Y. S., Jang, Y. W., Jung, J. Y., & Yun, B. S. (2007). New antioxidant polyphenols from the medicinal mushroom *Inonotus obliquus*. *Bioorganic & medicinal chemistry letters*, 17(24), 6678-6681. <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2007.10.072>

33. Lee, M. W., Hur, H., Chang, K. C., Lee, T. S., Ka, K. H., & Jankovsky, L. (2008). Introduction to Distribution and Ecology of Sterile Conks of *Inonotus obliquus*. *Mycobiology*, 36(4), 199–202. <https://doi.org/10.4489/MYCO.2008.36.4.199>

34. Li, J., Qu, C., Li, F., Chen, Y., Zheng, J., Xiao, Y., Jin, Q., Jin, G., Huang, X., & Jin, D. (2021). *Inonotus obliquus* Polysaccharide Ameliorates Azoxymethane/Dextran Sulfate Sodium-Induced Colitis-Associated Cancer in Mice via Activation of the NLRP3 Inflammasome. *Frontiers in pharmacology*, 11, 621835. <https://doi.org/10.3389/fphar.2020.621835>

35. Li, Y., Zhou, Y., Wu, J., Li, J., & Yao, H. (2021). Phelligradin D from *Inonotus obliquus* attenuates oxidative stress and accumulation of ECM in mesangial cells under high glucose via activating Nrf2. *Journal of natural medicines*, 75(4), 1021–1029. <https://doi.org/10.1007/s11418-021-01534-w>

36. Lin, F., Li, X., Guo, X., Lu, X., Han, X., Xu, G., Du, P., & An, L. (2022). Study on the hypolipidemic effect of *Inonotus obliquus* polysaccharide in hyperlipidemia rats based on the regulation of intestinal flora. *Food science & nutrition*, 11(1), 191–203. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3052>
37. Liu, C., Zhao, C., Pan, H. H., Kang, J., Yu, X. T., Wang, H. Q., Li, B. M., Xie, Y. Z., & Chen, R. Y. (2014). Chemical constituents from *Inonotus obliquus* and their biological activities. *Journal of natural products*, 77(1), 35–41. <https://doi.org/10.1021/np400552w>
38. Liu, P., Xue, J., Tong, S., Dong, W., & Wu, P. (2018). Structure Characterization and Hypoglycaemic Activities of Two Polysaccharides from *Inonotus obliquus*. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 23(8), 1948. <https://doi.org/10.3390/molecules23081948>
39. Maity, P., Sen, I. K., Chakraborty, I., Mondal, S., Bar, H., Bhanja, S. K., Mandal, S., & Maity, G. N. (2021). Biologically active polysaccharide from edible mushrooms: A review. *International journal of biological macromolecules*, 172, 408–417. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.01.081>
40. Peng, H., & Shahidi, F. (2020). Bioactive compounds and bioactive properties of Chaga (*Inonotus obliquus*) mushroom: A review. *Journal of Food Bioactives*.
41. Piccolella, S., Crescente, G., Candela, L., & Pacifico, S. (2019). Nutraceutical polyphenols: New analytical challenges and opportunities. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 175, 112774. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2019.07.022>
42. Qi, Y., Zhou, J., Shen, X., Chalamaiah, M., Lv, S., Luo, H., & Chen, L. (2021). Bioactive Properties of Peptides and Polysaccharides Derived from Peanut Worms: A Review. *Marine drugs*, 20(1), 10. <https://doi.org/10.3390/md20010010>
43. Rao, H., & Tan, J. B. L. (2025). Polysaccharide-based hydrogels for atopic dermatitis management: A review. *Carbohydrate polymers*, 349(Pt B), 122966. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2024.122966>

44. Ryvarden, L. and Gilbertson, R. L., 19952305306, English, Book, Norway, 9788290724127, Oslo, European polypores: Part 1: Abortiporus - Lindtneria., (387 pp.), Fungiflora A/S, European polypores: Part 1: Abortiporus - Lindtneria., (1993)
45. Sagayama, K., Tanaka, N., Fukumoto, T., & Kashiwada, Y. (2019). Lanostane-type triterpenes from the sclerotium of *Inonotus obliquus* (Chaga mushrooms) as proliferative agents on human follicle dermal papilla cells. *Journal of natural medicines*, 73(3), 597–601. <https://doi.org/10.1007/s11418-019-01280-0>
46. Seweryn, E., Ziała, A., & Gamian, A. (2021). Health-Promoting of Polysaccharides Extracted from *Ganoderma lucidum*. *Nutrients*, 13(8), 2725. <https://doi.org/10.3390/nu13082725>
47. Su, B., Yan, X., Li, Y., Zhang, J., & Xia, X. (2020). Effects of *Inonotus obliquus* Polysaccharides on Proliferation, Invasion, Migration, and Apoptosis of Osteosarcoma Cells. *Analytical cellular pathology (Amsterdam)*, 2020, 4282036. <https://doi.org/10.1155/2020/4282036>
48. Szychowski, K. A., Skóra, B., Pomianek, T., & Gmiński, J. (2020). *Inonotus obliquus* - from folk medicine to clinical use. *Journal of traditional and complementary medicine*, 11(4), 293–302. <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2020.08.003>
49. TL, B., Raj, J. R., & Richter, D. L. (2019). Influence of Chaga (*Inonotus obliquus*) treatment of wood in decay tests. *Current Research in Environmental & Applied Mycology (Journal of Fungal Biology)*, 9(1), 85-91.
50. Wang, X., Huang, Y., Yang, Y., Tian, X., Jin, Y., Jiang, W., He, H., Xu, Y., & Liu, Y. (2024). Polysaccharide-based biomaterials for regenerative therapy in intervertebral disc degeneration. *Materials today. Bio*, 30, 101395. <https://doi.org/10.1016/j.mtbio.2024.101395>
51. Wang, Y., Ouyang, F., Teng, C., & Qu, J. (2021). Optimization for the extraction of polyphenols from *Inonotus obliquus* and its antioxidation activity. *Preparative biochemistry & biotechnology*, 51(9), 852–859. <https://doi.org/10.1080/10826068.2020.1864642>

52. Wang, Y., Zhang, Y., Cong, H., Li, C., Wu, J., Li, L., Jiang, J., & Cao, X. (2023). Cultivable Endophyte Resources in Medicinal Plants and Effects on Hosts. *Life (Basel, Switzerland)*, 13(8), 1695. <https://doi.org/10.3390/life13081695>
53. Wang, Y., Gu, J., Wu, J., Xu, Y., Liu, Y., Li, F., Liu, Q., Lu, K., Liang, T., Hao, J., Li, L., Cao, X., & Jiang, J. (2025). Natural Products and Health Care Functions of *Inonotus obliquus*. *Current issues in molecular biology*, 47(4), 269. <https://doi.org/10.3390/cimb47040269>
54. Zheng, W., Miao, K., Liu, Y., Zhao, Y., Zhang, M., Pan, S., & Dai, Y. (2010). Chemical diversity of biologically active metabolites in the sclerotia of *Inonotus obliquus* and submerged culture strategies for up-regulating their production. *Applied microbiology and biotechnology*, 87(4), 1237-1254.
55. Zhao, Y., & Zheng, W. (2021). Deciphering the antitumoral potential of the bioactive metabolites from medicinal mushroom *Inonotus obliquus*. *Journal of ethnopharmacology*, 265, 113321. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113321>

SUMMARY

Palamarenko Diana

STUDY OF THE COMPOSITION OF MYCELIAL CULTURES OF THE
CHAGA MUSHROOM (*Inonotus obliquus*)

Department of Pharmacognosy and Botany

Scientific supervisor: PhD, as. professor Pidchenko Vitalii

Ph.D,as. Professor Yadviga Turlo

Keywords: *Inonotus obliquus*, chaga, birch polypore, biologically
active compounds.

Introduction. Fungi play an important role in biodegradation and environmental remediation processes, as they are capable of breaking down complex pollutants that are difficult to dispose of by other means. They are also used in agriculture to improve soil quality and in modern biotechnological approaches, particularly in concepts of waste-free production and the circular economy.

To obtain significant quantities of valuable bioactive compounds, considerable attention is paid to fungal cultivation conditions. Factors influencing biomass growth and the synthesis of secondary metabolites are being studied, and environmental parameters are being optimized to enhance the efficiency of biosynthetic processes, reduce costs, and shorten production time.

Materials and methods. Cultivation on solid and liquid media, lyophilization, extraction with a 70% water-acetone solution, ultra-high-performance liquid chromatography (UHPLC), spectrophotometric analysis, statistical analysis of results.

Results. In laboratory conditions, cultures of the inoculum and mycelium of the fungus *Inonotus obliquus* were obtained.

- A comparison of biomass yield across different samples was conducted with the aim of further optimizing the cultivation process.

- The obtained chaga biomass was lyophilized for subsequent extraction of polyphenolic compounds.
- HPLC analysis confirmed the presence of chlorogenic, p-coumaric, and ferulic acids, as well as apigenin, in the extracts; however, their concentrations were below the limit of quantification. Caffeic acid, epigallocatechin gallate, rutin, quercetin, and naringenin were not detected due to concentrations below the limit of detection.

Conclusions. The results obtained demonstrate the ability of *Inonotus obliquus* mycelium to synthesize phenolic compounds and confirm the promise of further research. It is necessary to optimize cultivation conditions to increase the yield of biologically active substances, as well as to improve the HPLC analytical methodology by increasing sensitivity and developing calibration curves for low concentrations.

ДОДАТКИ

Додаток А





СЕРТИФІКАТ

№243/2025

Цим засвідчується, що

Паламаренко Д. В.

брав(-ла) участь у V Науково-практичній конференції з міжнародною участю

«PLANTA+. НАУКА, ПРАКТИКА ТА ОСВІТА»,

присвяченої пам'яті доктора хімічних наук, професорки Ніни Павлівни Максютіної (до 100-річчя від дня народження)

Тривалістю 6 годин (0,2 кредита ЄКТС)

28-29 січня 2025 р., м. Київ, Україна



Конференція зареєстрована у ДНУ «Український інститут науково-технічної експертизи та інформації» (Посвідчення УкрІНТЕІ № 621 від 13 листопада 2024 р.)

PLANTA+

НАУКА, ПРАКТИКА ТА ОСВІТА

Ректор Національного медичного університету
імені О. О. Богомольця, д. м. н., професор

Завідувачка кафедри фармакології та ботаніки,
д. б. н., професор



Юрій Кучин

Валентина МІНАРЧЕНКО

