

ДИВЕРСИТЕТ ГРИБІВ У КАРПАТАХ: ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ АКТУАЛЬНИХ АСПЕКТІВ БІОЛОГІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ

О.Б. КОЛЕСНИК,

кандидат біологічних наук, доцент кафедри ботаніки

ORCID - 0000-0002-3164-1965, oleg.kolesnyk@uzhnu.edu.ua

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород, Україна

Анотація. Збереження біорізноманіття – одна з основних передумов сталого розвитку навколишнього середовища. Скорочення видового складу призводить до зміни структури екосистем, порушення їх стабільності та стійкості. Метою дослідження є вивчення диверситету грибів на території Карпатських гір та їх розподілу за основними біотопами, аналіз результату антропогенного впливу, а також розробка практичних адаптаційних стратегій. Дослідження здійснювалось з використанням загальнонаукових методів пізнання: системного аналізу та синтезу, конкретизації, дедукції, узагальнення, абстрагування, формалізації. У статті здійснено критичне узагальнення видового складу грибів Українських Карпат, досліджено поширення видів грибів по ареалах, стан сучасного висвітлення проблематики у науковій літературі. Були опрацьовані наукові джерела, публікації в спеціалізованих виданнях, матеріали конференцій і монографії. Теоретична база дослідження включала в себе наукові публікації, що стосувалися тематики дослідження. Дослідницька робота спрямована на формування системи закономірностей і особливостей об'єкту дослідження, таких як вплив кліматичних змін та антропогенного тиску на диверситет грибів в Українських Карпатах. Для досягнення цієї мети використовувалися методи узагальнення. Наприклад, метод формалізації використовувався для формування пріоритетних векторів стабілізації та оптимізації мікоценозів в Українських Карпатах, а також для фіксації результатів дослідження з метою активного практичного впровадження в процесі оптимізації природного середовища регіону. За результатами дослідження запропоновано систему превентивних заходів в складі стратегії адаптації навколишнього середовища до антропогенно-кліматичної динаміки. Розроблено основні заходи з оптимізації екологічної ситуації в сфері мікології регіону. Практична значимість отриманих результатів полягає в можливості їх використання для дослідження динаміки диверситету грибів Українських Карпат у період глобальних кліматичних змін та суттєвого антропогенного навантаження, розробки відповідної стратегії адаптації на регіональному та національному рівнях, а також у ході формування комплексного підходу до збереження біорізноманіття заповідних територій.

Ключові слова: видове різноманіття, етномікологія, Червона Книга України, екосистема, мікоценоз.

Вступ.

Гриби – морфологічно та екологічно різноманітне царство, проте мало досліджене в глобальній перспективі. Видове різноманіття мікофлори Українських Карпат налічує понад 2700 видів грибів (Dudka I. et al., 2019), і є репрезентативним для даного регіону в історично-часовому та просторовому аспектах.

Наразі у науковому полі існує значний обсяг інформації щодо мікорізноманіття Українських Карпат, при цьому особливістю є розпорошеність окремих відомостей у численних публікаціях, серед яких чимало є бібліографічною рідкістю. З моменту опублікування багатьох праць аспект систематики грибів набув суттєвого розвитку, тому списи видового мікологічного складу регіону потребують актуалізації та уточнення.

Результати досліджень сучасних вчених (Bohoslavets O. et al., 2023) свідчать, що Карпатські екосистеми є середовищем поширення рідкісних видів грибів. В той же час, інші дослідники (Tsaryk, J. et al., 2016) відмічають у своїх роботах на факті суттєвої динаміки видового мікологічного складу Карпат під впливом антропогенного тиску, і саме рідкісні та вимираючі види є найменш толерантними до такого виду впливу.

Українські та зарубіжні вчені (Devkota S. et al., 2023; Ullah T.S. et al., 2022; Zeb M., et al., 2023; Dudka I., 2003; Lovas P. et al., 2006; Alday O. Yu., 2017) у своїх публікаціях акцентують увагу на факторі синергії та нерозривності взаємозв'язків у природно-антропогенних гірських екосистемах, що актуалізує взаємозалежність біологічних та екологічних аспектів формування та динаміки видового складу грибів.

Не зважаючи на значні зусилля вчених, диверситет грибів Українських Карпат наразі вивчено нерівномірно та у недостатньому обсязі. Реалізувати мікологічні обстеження на території великої площі та складної доступності дуже складно. У зв'язку з цим, реальним інструментом для репрезентації мікологічного видового складу Карпатського регіону є детальне дослідження територій, що перебувають під охороною від антропогенного втручання.

Метою роботи стало вивчення біорізноманіття видового складу грибів регіону Українських Карпат на прикладі заповідних територій. Дослідження спрямоване на розробку практичної адаптаційної стратегії синергії біологічної та екологічної динаміки диверситету грибів регіону, зокрема, у розрізі кліматично-антропогенних змін.

Матеріали та методи дослідження.

У процесі реалізації наукового дослідження було застосовано загальні методи наукового пізнання. Опрацьовано наукові літературні джерела і публікації у спеціалізованих галузевих виданнях, матеріали конференцій, монографії. Теоретичну базу поточної роботи складають наукові публікації за тематикою дослідження. У ході роботи розглянуто праці українських та закордонних дослідників, статистичні дані з офіційних національних та міжнародних джерел, матеріали аналітичного характеру, результати незалежних спостережень та практичні рекомендації щодо предмету, що розглядається у роботі.

Формування системи закономірностей та особливостей об'єкту до-

слідження впливу кліматичних змін та антропогенного тиску на диверситет грибів Українських Карпат, а також вивчення можливостей превентивних та регенераційних рішень здійснювались в ході дослідження за допомогою методу узагальнення.

Метод сходження від абстрактного до конкретного застосовано в розрізі переходу від загальних знань про вектори динаміки диверситету грибів до особливостей формування видового мікологічного складу Українських Карпат.

У процесі дослідження також використані методи системного аналізу, синтезу, формалізації, абстрагування, дедукції, конкретизації. Зокрема, за допомогою системного аналізу встановлено біолого-екологічні зв'язки досліджуваного предмету. Метод синтезу застосовано в роботі з метою позиціонування існуючих в Україні підходів до класифікації грибів. Метод дедукції використано для виділення сутності негативного впливу динаміки клімату та антропогенного навантаження на екологічний стан середовища формування видового біорізноманіття грибів Карпатського регіону.

За допомогою застосування загальнонаукового методу абстрагування сформовано поняття про цілісний процес моніторингу та контролю параметрів стану мікоценозів та управління еколого-біологічними ризиками.

Метод формалізації у процесі дослідження використано на етапі формування пріоритетних векторів стабілізації та оптимізації стану мікоценозів Українських Карпат, а також у процесі фіксації результатів дослідження, що зорієнтовані на активне практичне впровадження в процесі оптимізації стану природного середовища регіону.

Метод конкретизації використано для фіксації ефективності та доцільності невідкладних превентивних заходів та регенераційних мір в межах адаптаційної стратегії, для прогнозування можливих негативних наслідків у короткотривалому та довготривалому часових розрізах для видового біорізноманіття грибів Карпат. Крім того, метод застосовано для виділення оптимальних умов та рішень щодо нівелювання ризиків пролонгованих наслідків для екосистем досліджуваного регіону.

Результати та їх обговорення

Аналіз динаміки мікологічного видового складу Карпатського регіону та процесів перерозподілу дає можливість ідентифікувати вплив процесів синантропізації і антропогенної трансформації. Аналітика результатів дослідження вченими екологічної ситуації на макросхилах Українських Карпат дозволяє виділити основні наслідки антропогенного тиску, зокрема, скорочення лісистості, витіснення морфологічно складних екосистем антропогенізованими, спрощення вертикальної і горизонтальної структур лісових біогеоценозів, зменшення загальної товщини біогеопокриву. Такі суттєві динамічні перетворення біогеоценотичного покриву зумовлюють скорочення біорізноманіття грибів, до заносу, спричиняють експансію адвентивних видів, ускладнюють умови адаптації мікоценозів до глобальних кліматичних процесів.

На території Українських Карпат фіксується місцезростання 16 видів макроміцетів, занесених до Червоної книги України. За прийнятими

категоріями вони розподіляються наступним чином. До категорії тих, що зникають, належать 6 видів: *Strobilomyces floccopus* (Vahl.: Fr.), *Boletus aereus* Bull.: Fr., *B. regius* Krombh., *Tylopilus alutarius* (Fr.) Henn., *Macrolepiota puellaris* (Fr.) Mos., *Amanita caesarea* (Fr.) Quel. 3 категорії вразливих в Українських Карпатах представлений тільки один вид *Agaricus remagnesii* S. Wasser. Види третьої категорії — рідкісні — є найчисельнішими: у Карпатах є місцезростання 9 із 17 видів, занесених до Червоної книги України саме під цією категорією. Це *Tuber aestivum* Vitt., *Hericium coralloides* (Fr.) S. F. Gray, *Grifola frondosa* (Fr.) S.F. Gray, *G. umbellata* (Fr.) Pil., *Sparassis crispa* (Fr.) Fr., *Clavariadelphus pistillaris* (Fr.) Donk, *Mutinus caninus* Fr., *Catathelasma imperiale* (Fr.) Sing., *Russula turci* Bres.

Оскільки найефективнішим заходом охорони грибів є збереження їх популяцій на території об'єктів природно-заповідного фонду України, доцільно аналізувати розміщення місцезростань рідкісних видів грибів в Українських Карпатах на прикладі таких репрезентативних територій.

На території Українських Карпат функціонує ряд природоохоронних об'єктів загальнодержавного значення, які різняться за площею та рівнем дослідженості. Саме такі автентичні території можуть слугувати репрезентативними ареалами видового біорізноманіття грибів Карпатського регіону, адже антропогенний тиск цих ділянок мінімізовано шляхом законодавчих обмежень.

Через нерівномірність дослідження мікоценозів регіону за систематичними групами та територіальною таксономією, низка груп грибів за-

лишається малодослідженою та маловивченою. Зокрема, це стосується, наприклад, ґрунтових мікроміцетів, облигатнопаразитних грибів, деяких груп сумчастих грибів.

Останніми роками спостерігається активізація вивчення диверситету грибів Карпатського регіону сучасними вченими, зокрема, на прикладі Карпатського біосферного заповідника. У галузевих публікаціях, присвячених різни групам грибів, мікобіота Карпатського біосферного заповідника позиціонується як одна з найбільш вивчених в Українських Карпатах, адже на неї припадає 49,3% від загальної кількості видів у загальному списку. У той же час, локальна мікобіота є досить специфічною, зокрема, містить 76 рідкісних видів (Akulov O.Yu., 2015; Shcherbakova Y.V., et al., 2015).

За результатами опрацювання літератури та критичної аналітики літератури, можна сформувати список грибів та грибоподібних організмів заповідників та національних природних парків Українських Карпат, який містить 2704 видів з 842 родів, що належать до 74 відділів 25 класів. Така класифікація є репрезентативною для регіону, адже зводить до мінімуму фактори антропогенного тиску.

Варто відзначити, що мікофлора досліджуваних територій переважно представлена справжніми грибами (Fungi), що складають 93% від загального списку. Решту становлять слизовики (*Eumycetozoa*) та ооспорові гриби (*Chromista*, *Oomycota*) — 169 та 31 вид відповідно. Так як вивченню слизовиків вчені приділяють стільки ж уваги, як і справжнім гриба, можна стверджувати, що сформоване співвідношення відповідає ре-

альним закономірностям поширення грибів в Українських Карпатах. Що стосується ооспорових грибів, необхідно зазначити невисокий науковий інтерес до цієї групи з боку дослідників, тому, найімовірніше, їх кількість є дещо заниженою.

Варто відзначити, що розвиток грибів може обмежуватися різними факторами, зокрема, доступністю вологи і кількістю джерел живлення – наявністю органіки чи рослин-симбіонтів. У зв'язку з цим, інформація про гриби в Карпатах фактично відсутня у таких групах біотопів, як болота, водні та прибережено-водні біотопи, скельні відслонення, чагарники. У той же час, гриби Карпатського регіону переважно скупчені у лісових біотопах, а частка видів тут складає більше 98%, що пояснюється репрезентативністю в лісах видів, що віднесені до інших біотопів по ареалу поширення.

Загалом, аналіз диверситету грибів Українських Карпат за біотопами свідчить про максимальне їх поширення у ялинових та букових лісах, тобто найпоширеніших видах природних територій регіону. Очевидно, що саме такі біоценози є основним комфортним ареалом для більшості видів грибів Карпатського регіону. Характерним також є скорочення кількості грибів та збіднення їх видового складу із збільшенням висоти (Carpathian Ecology Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2018).

При вкрапленні у біотоп навіть невеликої кількості нехарактерних дерев, спостерігається різка динаміка видового складу грибів. Таким чином, можна припустити, що видовий склад мікоценозу мікоризоутворюючих грибів залежить не безпосеред-

ньо від біотопу, а від асоціативності з видами рослин.

Висновки.

У дослідженні запропоноване узагальнення та аналіз дослідження різних груп грибів на території Українських Карпат, що дає можливість визначити найбільш перспективні групи та території для подальших досліджень. Виділено фактори, які призводять до збіднення видового різноманіття грибів, серед яких – детерміновані антропогенним впливом (нерегульована рекреація, надмірна експлуатація біотичних ресурсів, фрагментація території тощо) та незалежні від нього (глобальна зміна клімату, повені, селі, ерозії, експлікація адвентивних видів рослин, сукцесії).

Запропоновано заходи, які доцільно застосовувати з метою збереження біотичного різноманіття, прогнозування тенденції впливу антропогенних чинників мікоценози та способи превентивного захисту з урахуванням специфіки функціонування екосистем Українських Карпат в мінливих умовах довкілля. Для мінімізації впливу наслідків фрагментації ландшафту як одного з факторів загроз для біорізноманіття грибів на досліджуваній території необхідним вбачається практична реалізація ідеї об'єднання суміжних природно-заповідних територій з метою зниження ступеня фрагментації та збільшення ефективної площі, що сприятиме як збереженню диверситету, так і підвищенню стабільності екосистем в цілому.

У результаті дослідження виділено пріоритетні напрямки адаптаційної стратегії щодо мінімізації впливу кліматичних змін та антропогенного тиску на мікоценози Українських Кар-

пат. До них належать, насамперед, адаптивні управлінські механізми у природно-заповідній справі, інноваційні можливості системи моніторингу, прогнозування та раннього попередження ризиків, а також заходи щодо збільшення стійкості та розширення динамічних властивостей гірських екосистем.

У роботі обґрунтовано необхідність вдосконалення та актуалізації існуючих підходів до класифікації біорізноманіття грибів досліджуваної території. Встановлено, що з метою зниження рівня загроз біорізноманіттю мікоценозів Карпатського регіону, необхідно розробити систему превентивних заходів, яка б враховувала специфіку факторів негативного впливу і шляхи його мінімізації.

На основі результатів, отриманих в роботі, запропоновано пріоритетні вектори подальших досліджень з теми, обґрунтована необхідність організації доступності та систематизації науково-дослідницької та практичної інформації щодо диверситету грибів Українських Карпат.

References

1. Dudka, I., Gelyuta, V., & Prydyuk, M. (2019). Mushrooms of reserves and national natural parks of the Ukrainian Carpathians. Kyiv: Scientific opinion. <https://spadok.org.ua/books/Carpathian%20Fungi.pdf>
2. Bohoslavets O., Prydiuk M. 2023. Nové nálezy vzácných dřevních hub z ukrajinských Karpat. Czech Mycol. №75(1). Pp. 61–83. URL: http://www.czechmycology.org/_cmo/CM75105.pdf
3. Tsaryk, J., Horban, I., & Reshetylo, O. (2016). Factors of threats to biodiversity of the protected territories of the Ukrainian Carpathians, Roztochchi and Western Polissia. Lviv: SPOLOM.
4. Devkota, S., Fang, W., Arunachalam, K., Phyo, K. M., & Shakya, B. (2023). Systematic review of fungi, their diversity and role in ecosystem services from the Far Eastern Himalayan Landscape (FHL). *Heliyon*, 9(1), e12756. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12756>
5. Ullah, T. S., Firdous, S. S., Shier, W. T., Hus-sain, J., Shaheen, H., Usman, M., Akram, M., & Khalid, A. N. (2022). Diversity and ethnomycological importance of mushrooms from Western Himalayas, Kashmir. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s13002-022-00527-7>
6. Zeb, M., Ullah, A., Ullah, F., Haq, A., Ullah, I., Badshah, L., & Haq, M. A. (2023). Diversity and biological characteristics of macrofungi of district Bajaur, a remote area of Pakistan in the Hindu Kush range. *Heliyon*, 9(7), e17818. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17818>
7. Dudka, I. (2003). Anthropogenically determined changes in the species composition of downy fungi of the Ukrainian Carpathians. *Ecological problems of the Carpathian region*, 324–334. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/73764>
8. Lovas, P., & Kuffer, N. (2006). Aphilophorous fungi of beech forests of the Carpathian Biosphere Reserve and commercial beeches of the Swiss Alps. *Scientific Bulletin of Uzhhorod University*, 19. <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/15681>
9. Akulov, O. Yu. (2015). New information about the mushrooms of the Black Sea region. *Proceedings of the VI congress of phytobiologists of the Black Sea region (Kherson-Lazurne, May 19, 2015)*. Kherson: KhSU. <https://core.ac.uk/download/pdf/46595283.pdf>
10. Shcherbakova, Y.V., & Dzhanagan V.V. (2015). *Scutellinia torrentis* (Pyrenomataceae, Pezizales), a new for Ukraine

- species from the carpathian biosphere reserve. Ukrains'kyi Botanichnyi Zhurnal, 72(1), 50–54. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj72.01.050>
11. Carpathian Ecology Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine (2018). The nature of the Carpathians, 1(3). http://cbr.nature.org.ua/Pr_Car/Pryroda_Kar-pat_3.pdf
12. Alday, J.G., Martínez de Aragón, J., de-Miguel, S., & Bonet, J.A. (2017). Mushroom biomass and diversity are driven by different spatio-temporal scales along Mediterranean elevation gradients. Scientific Reports, 7(1). <https://doi.org/10.1038/srep45824>
-

Kolesnyk O. (2023)

DIVERSITY OF FUNGI IN THE CARPATHIAN MOUNTAINS: LITERATURE REVIEW AND INVESTIGATION OF CURRENT BIOLOGICAL AND ECOLOGICAL ASPECTS.

BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 14(3-4): 48-54.

<https://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/48316>

[http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14\(3-4\).2023.004](http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14(3-4).2023.004)

Abstract. Biodiversity conservation is one of the fundamental prerequisites for sustainable environmental development. This research aims to study the diversity of fungi in the Carpathian Mountains and their distribution across major biotopes, analyze the results of anthropogenic influence, and develop practical adaptation strategies. The study employed general scientific methods of cognition, including systematic analysis and synthesis, specification, deduction, generalization, abstraction, and formalization. This article critically synthesizes the species composition of fungi in the Ukrainian Carpathians, investigates the distribution of fungal species within their ranges, and assesses the current coverage of this topic in scientific literature. The research aimed to establish a system of regularities and peculiarities of the research object, such as the impact of climate change and anthropogenic pressure on fungal diversity in the Ukrainian Carpathians.

The formalization method was employed to formulate priority vectors for stabilizing and optimizing mycocoenoses in the Ukrainian Carpathians and to document the research results for active practical implementation in the region's environmental optimization process. A system of preventive measures is proposed as part of the strategy for adapting the environment to anthropogenic-climatic dynamics. Key measures for optimizing the ecological situation in the field of mycology in the region have been developed.

The practical significance of the obtained results lies in their potential use for studying the dynamics of fungal diversity in the Ukrainian Carpathians during periods of global climate change. This research also contributes to developing adaptation strategies at regional and national levels and forming a comprehensive approach to biodiversity preservation in protected areas.

Keywords: species diversity, ethnomycology, Red Book of Ukraine, ecosystem, mycocoenosis.
