

УДК: 551.8:56:582.28

**МОЖЛИВОСТІ ПАЛЕОМІКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У  
ПАЛЕОГЕОГРАФІЧНИХ РЕКОНТРУКЦІЯХ (ЗА ДАНИМИ АНАЛІЗУ  
СУЧАСНОЇ НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ)**

**Валерія БУКАТКА**

*Інститут географії НАН України, м. Київ, Україна*

*valeriabukatka@gmail.com*

**Сергій ДОРОШКЕВИЧ**

*кандидат географічних наук, старший дослідник, Інститут*

*географії НАН України, м. Київ, Україна*

*dsp.paleo@gmail.com*

*Гриби відіграють ключову роль у багатьох екосистемах, включаючи як сучасні, так і давні середовища існування. Вони відіграють вадливу роль у розвитку біосфери, виступають основними агентами розкладу органічних речовин, взаємодіють із рослинами та тваринами, є важливими компонентами кругообігу поживних речовин. Вивчення викопних грибів через призму принципу актуалізму допомагає реконструювати палеоекологічні умови, діагностувати зміни клімату та екосистем, а також встановлювати зв'язки між грибами та іншими організмами в минулому. Цей огляд фокусується на окремих аспектах сучасних наукових здобутків з дослідження викопних грибів, їхньому значенні для палеоекологічних та палеогеографічних реконструкцій.*

***Ключові слова:** палеомікологія, палеоботаніка, палеозоологія, палеоекологія, палеогеографія.*

**Valeriia BUKATKA. POSSIBILITIES OF PALEOMYCOLOGICAL RESEARCH IN  
PALEO GEOGRAPHICAL RECONSTRUCTIONS (BASED ON THE ANALYSIS OF  
CONTEMPORARY SCIENTIFIC LITERATURE)**

*Fungi play a key role in many ecosystems, including both modern and ancient environments. They are essential for the development of the biosphere, acting as primary agents of organic matter decomposition, interacting with plants and animals, and serving as important components of nutrient cycling. The study of fossil fungi through the prism of the principle of actualism helps reconstruct paleoecological conditions, identify changes in climate and ecosystems, and reveal relationships between fungi and other organisms in the past.*

*This review focuses on selected aspects of recent scientific advances in the study of fossil fungi and their significance for paleoecological and paleogeographical reconstructions.*

***Keywords:** paleomycology, paleobotany, paleozoology, paleoecology, paleogeography.*

Наука, яка займається дослідженнями викопних грибів має назву палеомікологія [3]. Палеомікологічні дослідження ґрунтуються, переважно, на аналізі макро- та мікрорешток, таких як плодові тіла, міцелій та спори [13]. Основними методами дослідження є детальний морфогенетичний опис грибних решток та мікологовмісних відкладів, палінологічний аналіз, радіовуглецеве датування, мікроскопія та молекулярно-генетичні дослідження [5]. Спори грибів особливо добре зберігаються в торф'яних і озерних відкладах та можуть бути використані як індикатори показників змін клімату [13].

Палеомікологічний напрям є одним з надзвичайно актуальних напрямів палеонтології та має значний потенціал для палеоекологічних реконструкцій. Водночас, на сучасному етапі розвитку науки, особливо в Україні, спеціалізованих палеомікологічних наукових праць практично немає. Варто однак відзначити, що дослідження викопних грибів є дуже непростим завданням, у зв'язку із складністю отримання палеомікологічних матеріалів, ідентифікацією та кореляцією форм давніх грибів із сучасними таксономічними групами (завжди існує ризик не відповідати останнім здобуткам систематики та таксономії сучасної мікології – науки, яка дуже активно розвивається та динамічно змінюється; такі дані є необхідними для проведення палеорекоконструкцій на основі принципу актуалізму). Проведений нами поточний аналіз доступної зарубіжної наукової літератури з палеомікологічних досліджень [1-14] дозволив виділити наступні аспекти та здобутки з проблематики вивчення викопних грибів.

Взаємозв'язки між грибами та рослинами були відомі з давніх часів. Виявлення арбускулярних мікориз у викопних рештках свідчить про їхню роль у розвитку перших наземних рослин в минулому [8]. У середньому міоцені мікоризи сприяли розкладанню багатоярусного органічного субстрату, що може свідчити про їх важливу участь у формуванні ґрунтових структур та біогеохімічних процесів, які ці трансформації супроводжували.

Спори грибів використовуються як важливі показники змін клімату та рослинності. Зміни у кількості спор у відкладах можуть свідчити про зміну рівня ґрунтових вод, посухи, підвищену вологість або навіть пожежі. Зокрема, на основі грибних спор та мікроскам'янілостей, виявлених у викопних та сучасних торф'яних відкладах північної Англії та Данії [6], було проведено оцінку взаємозв'язків між видами грибів, торфоутворюючою рослинністю, рівнем ґрунтових вод та пожежами у голоцені. На думку авторів, дані щодо екологічних вподобань грибів можна використовувати для відносно якісних реконструкцій умов поверхні боліт у минулому шляхом уточнення змін між відносно сухими та вологими місцевими умовами.

Дослідження четвертинних відкладів свідчать про значне коливання у кількості сапротрофних та паразитичних грибів, що корелюють з епізодами змін рослинності та клімату. Рештки грибів у четвертинних відкладах переважно складаються з аскоспор, конідій та хламідоспор [13]. Ці мікологічні рештки свідчать про наявність певних екологічних умов, наприклад, підвищену вологість, пожежі (індикатор – пірофільні гриби) або панування пасовищ для тварин тощо. Доведено, що динаміка грибних спор у четвертинних відкладах може служити надійним індикатором змін клімату й біоценозів. Такі підходи інтегруються з палінологічними та ізотопними методами, що забезпечує комплексність реконструкцій. Як бачимо, ці методи мають значну інформаційну цінність при застосуванні, але в той же час потребують ґрунтовної підготовки у відборі матеріалу для проведення дослідження.

Вивчення пилку та спор дозволяє реконструювати флору, а аналіз викопних решток тварин – відновлювати склад фауни. Дослідження копрофільних грибів *Sporormiella*, *Podospora* та *Sordaria* використовувалися для оцінки щільності популяцій трав'яних тварин у палеоландшафтах плейстоценових і ранньоголоценових екосистем Північної Америки та Сибіру [14]. Виявлення спор цих грибів у викопних рештках свідчить про присутність таких ссавців, як-от:

мамонти, бізони та коні, які заселяли Сибір, Північну Америку та Європу, протягом плейстоцену та раннього голоцену.

Дослідження кишечника юкагірського мамонта показало наявність у ньому не лише слідів рослинної їжі, а й плодових тіл копрофільних грибів, що може свідчити про можливу копрофагію представників цього виду тварин [1]. На думку авторів публікації копрофільні гриби відігравали важливу роль у швидкому поверненні поживних речовин у екосистему існування мамонтів.

Обчислення змін кількості спор *Sporormiella* у четвертинних відкладах Північної Америки свідчать про вимирання мегафауни наприкінці плейстоцену [14]. Це пояснюється тим, що *Sporormiella* є копрофільним грибом, пов'язаним із гноєм великих трав'янистих тварин. Зменшення концентрації спор цих грибів у викопних відкладах свідчить про скорочення популяції великих ссавців, а отже, вказує на відчутне зниження їх чисельності. Таку кореляцію між грибними індикаторами та станом мегафауни доцільно використовувати для реконструкції чисельності великих трав'янистих тварин на місцевості.

Археологічні дослідження показують, що гриби також відігравали помітну роль у повсякденному житті угруповань неоліту [4]. Наприклад, у рештках людини, які збереглися у льодовиках з Альп, виявлено гриби *Fomes fomentarius* та *Piptoporus betulinus*, які можливо, використовувалися для розпалювання вогню або медичних цілей, чи ритуальних обрядів. Схожі знахідки були також виявлені у Франції та Сполучених Штатах Америки, що свідчить про широке застосування грибництва у стародавніх суспільствах. Досвід показує, що інтеграція палеомікологічних даних у геоархеологічні дослідження дозволяє значно деталізувати реконструкції палеосередовища давньої людини.

Довгий час у науковій літературі палеонтологічний їхновид (слід, відбиток) *Asthenopodichnium*, виявлений у викопній деревині з відкладів крейдового та палеогенового періодів, вважався результатом діяльності личинок комах. Проте, подальші дослідження [2] вказали на його грибкове походження і поширення у різних регіонах світу, від Європи до Південної Америки, що свідчить про присутність цих грибків у стародавніх лісах. Виявлення таких структур в скам'янілостях деревини має важливе значення для реконструкцій палеоекологічних умов, адже грибкова активність є показником високої вологості клімату та доступності органічних субстратів.

Підсумовуючи зазначене, варто відмітити, що у сучасній світовій науці користуються попитом палеоекологічні реконструкції з використанням комплексу мікологічних індикаторів (пилінок, грибні спори), які дозволяють оцінювати кліматичні умови, структуру біоценозів та чисельність великих трав'янистих тварин. Впровадження палеомікологічних методів у практику палеогеографічних досліджень, зокрема використання решток викопних грибів, як маркерів фауністичної динаміки, вологості, температури, пожежної активності і т.п., може суттєво сприяти розв'язанню фундаментальних проблем з історії розвитку природи. У соціологічному аспекті, такі дослідження можуть бути важливими в контексті вивчення історії та з'ясування закономірностей територіального розташування поселень та стоянок давніх людей, можливо, навіть у наступних процесах містоформування (агломерацій тощо).

Проведений аналіз наукової літератури дозволяє стверджувати про високий потенціал палеомікологічних індикаторів у вивченні екосистем минулого. В

залежності від типу відкладів ґрунтова мікробіота або її рештки, можуть слугувати яскравими індикаторами (маркерами, підказками) специфіки умов певної території, бути складовою ланцюгів живлення в екосистемі конкретної місцевості. Відтворення закономірностей взаємозв'язків між складовими таких ланцюжків у минулому є основою для реконструкцій давніх природних умов та прогнозування змін навколишнього середовища в майбутньому.

#### Список використаних джерел:

1. Aptroot A., van Geel B. Fungi of the colon of the Yukagir Mammoth and from stratigraphically related permafrost samples. *Review of Palaeobotany and Palynology*. 2006. Vol. 141, no. 1-2. P. 225–230. URL: <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2005.04.006>.
2. *Asthenopodichnium* in fossil wood: Different trace makers as indicators of different terrestrial palaeoenvironments / J. F. Genise et al. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2012. Vol. 365-366. P. 184–191. URL: <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2012.09.025>.
3. Brown O.L.M. Fossil fungi or paleomycology. *Interciencia (Spanish)*. 2004. Vol. 29, no. 2. P. 94—98. URL: [https://www.researchgate.net/publication/288082321\\_Fossil\\_fungi\\_or\\_paleomycology](https://www.researchgate.net/publication/288082321_Fossil_fungi_or_paleomycology).
4. DNA recovered and sequenced from an almost 7000 y-old Neolithic polypore, *Daedaleopsis tricolor* / A. Bernicchia et al. *Mycological Research*. 2006. Vol. 110, no. 1. P. 14–17. URL: <https://doi.org/10.1016/j.mycres.2005.09.012>.
5. Nuñez Otaño N. B., Bianchinotti M. V., Saparrat M. C. N. *Palaeomycology: a modern mycological view of fungal palynomorphs*. Geological Society, London, Special Publications. 2021. P. SP511–2020–47. URL: <https://doi.org/10.1144/sp511-2020-47>.
6. Reconstruction of hydrology, vegetation and past climate change in bogs using fungal microfossils / D. Yeloff et al. *Review of Palaeobotany and Palynology*. 2007. Vol. 146, no. 1-4. P. 102–145. URL: <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2007.03.001>.
7. Bridgland D. R., Evans D. J. A., Roberts D. H. *Reconstructing Quaternary Environments*. *Quaternary Science Reviews*. 2016. Vol. 133. P. 188–189. URL: <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2015.12.00>.
8. Sanz-Montero M. E., Rodríguez-Aranda J. P. Endomycorrhizae in Miocene paleosols: Implications in biotite weathering and accumulation of dolomite in plant roots (SW Madrid Basin, Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2012. Vol. 333-334. P. 121–130. URL: <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2012.03.013>.
9. Shumilovskikh L. S., Ferrer A., Schlütz F. Non-pollen palynomorphs notes: 2. Holocene record of *Megalohypha aqua-dulces*, its relation to the fossil form genus *Fusiformisporites* and association with lignicolous freshwater fungi. *Review of Palaeobotany and Palynology*. 2017. Vol. 246. P. 167–176. URL: <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2017.07.002>.
10. Stubblefield S. P., Taylor T. N. Recent advances in palaeomycology. *New Phytologist*. 1988. Vol. 108, no. 1. P. 3–25. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1988.tb00200.x>.
11. Taylor T. N., Krings M. Paleomycology: the rediscovery of the obvious. *Palaios*. 25 (5). 283–286. URL: <https://doi.org/10.2110/palo.2010.s03>.
12. Termites and necrophagous insects associated with early Pleistocene (Gelasian) *Australopithecus sediba* at Malapa, South Africa / L. Backwell et al. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2020. Vol. 560. P. 109989. URL: <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2020.109989>.
13. Van Geel B., Aptroot A. Fossil ascomycetes in Quaternary deposits. *Nova Hedwigia*. 2006. Vol. 82, no. 3-4. P. 313–329. URL: <https://doi.org/10.1127/0029-5035/2006/0082-0313>.
14. Van Geel B., Zazula G. D., Schweger C. E. Spores of coprophilous fungi from under the Dawson tephra (25,300 14C years BP), Yukon Territory, northwestern

УДК: 911.3

## ФОРМУВАННЯ УКРАЇНСЬКИХ НАУКОВИХ ЛАНДШАФТОЗНАВЧИХ ШКІЛ

**Григорій ДЕНИСИК**

*доктор географічних наук, професор, професор кафедри географії;  
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла  
Коцюбинського,  
м. Вінниця, Україна  
grygden@ukr.net*

**Володимир КАНСЬКИЙ**

*кандидат географічних наук, доцент, завідувач кафедри географії;  
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла  
Коцюбинського,  
м. Вінниця, Україна  
volodymyr.kanskyi@vspu.edu.ua*

**Олексій СИТНИК**

*кандидат географічних наук, доцент, доцент кафедри географії,  
геодезії та землеустрою;  
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини,  
м. Умань, Україна  
sytnykuman@gmail.com*

***Анотація.** Розглянуто питання формування та розвитку наукових ландшафтознавчих шкіл в Україні. Запропоновано умови й критерії їх виокремлення, серед яких – новизна, масштабність та наукова перспективність ідей, практична значимість, а також особисті якості очільника. Як приклад наведено Вінницьку школу антропогенного ландшафтознавства.*

***Ключові слова:** ландшафтознавство, наукова школа, критерії виокремлення, розвиток.*

**Hr. Denysyk, V. Kanskyi, O. Sytnyk. The Formation of Ukrainian Scientific Schools in Landscape Science**

***Summary.** The article addresses the processes of formation and evolution of scientific schools in Ukrainian landscape science. It outlines the conditions and criteria for their identification, which include the originality, scope, and research potential of ideas, their practical relevance, as well as the leadership qualities of the school's founder. As a case study, the Vinnytsia School of Anthropogenic Landscape Science is examined.*

***Keywords:** landscape science, scientific school, identification criteria, development.*

Формування наукових шкіл – процес тривалий, складний і часто непрогнозований. Не є виключенням географічні та ландшафтознавчі наукові школи. Що