

ресурси, біорізноманіття та інші [1]. На даний момент на місцевому рівні цьому питанню приділяється недостатньо уваги. За результатами проведеного аналізу доступної інформації для м. Південне, можна зробити висновок, що потрібно провести велику роботу щодо напрацювання даних та розробки значної кількості документів, які характеризують просторові особливості території та прогностичні зміни. Без цього проведення глибокого та комплексного аналізу видається якщо не неможливим, то значно ускладненим.

Зміна клімату є невід'ємною частиною сучасності та майбутнього. Оцінка вразливості міських територій до цих змін є важливим кроком у забезпеченні стійкості та розвитку міст. Екологічний підхід та вивчення індикаторів чутливості є ефективними інструментами для досягнення цієї мети. Дослідження вразливості міста Південне та його прилеглих територій до кліматичних змін є актуальним завданням, яке вимагає подальших наукових досліджень та реалізації адаптаційних стратегій для забезпечення сталого розвитку міських територій.

### Література

1. Смірнова М. Використання екологічного підходу у стратегічному просторовому плануванні. URL: <https://oil-glade-3f9.notion.site/898255256f7b446d9cf230ad44261c0d> (дата звернення: 01.10.2023)
2. Дядін Д. В., Дрозд О. М., Свергуненко А. С. Індикатори чутливості водних ресурсів міських територій до зміни клімату. *Екологічні науки*. 2023. № 4(49). С. 64-72.
3. Тімонна М. Чисельність наявного населення України на 1 січня 2022 р. Київ: Державна служба статистики України, 2022 р. 84 с.
4. Шевченко О., Власюк О., Ставчук І., Ваколук М., Ілляш О., Рожкова А. Оцінка вразливості до зміни клімату: Україна. Кліматичний форум східного партнерства (КФСП) та Робоча група громадських організацій зі зміни клімату (РГ НУО ЗК). Muflaer, Київ. 2014. 74 с.

## РОЛЬ ГРУНТОВИХ МІКРООРГАНІЗМІВ У СЕКВЕСТРАЦІЇ ВУГЛЕЦЮ

СВЕРГУНЕНКО А.С., ДРОЗД О. М.

*Харківський національний університет міського господарства  
імені О.М.Бекетова  
anna.svergunenko@kname.edu.ua*

Для обмеження глобального потепління до + 1,5 °С необхідно досягти нульових викидів CO<sub>2</sub> до 2050 року, що спонукає науковців, уряди та світові

фінансові інституції до розробки технологічних і управлінських рішень для вирішення проблеми викидів парникових газів [3, 4].

Ґрунти мають значний потенціал секвестрування вуглецю [8]. У ґрунті міститься близько чверті відомого біорізноманіття Землі, більша частина якого складається з мікроорганізмів – найпоширенішої групи організмів на планеті. Виходячи з виключної ролі ґрунтових мікроорганізмів для екосистем ґрунту та їх ролі у біогеохімічних циклах речовин, включаючи потоки парникових газів – вуглекислого газу ( $\text{CO}_2$ ), метану ( $\text{CH}_4$ ) і закис азоту ( $\text{N}_2\text{O}$ ), заходи управління ґрунтовими мікроорганізмами можуть сприяти зниженню атмосферного  $\text{CO}_2$  шляхом підтримки секвестрації та стабілізації вуглецю у ґрунті [3].

Існують два первинних шляхи секвестрації вуглецю у ґрунтах: надземні надходження рослин, рослинна підстилка і пов'язані фільтрати (розчинений органічний вуглець), а також підземні надходження рослин (ризодепозиції), кореневий опад і ексудати. Ґрунтові мікроорганізми відіграють центральну роль у кожному, сприяючи як кругообігу, так і утриманню ґрунтового вуглецю різноманітними прямими та/або непрямими механізмами.

Мікробний внесок у поглинання вуглецю регулюється взаємодією між кількістю мікробної біомаси, структурою мікробної спільноти, мікробною продукцією. Бактерії та гриби домінують у складі мікробної біомаси ґрунту (>90%), тому ці групи та співвідношення між ними відіграють важливу роль у потоці вуглецю. Вважається, що ґрунтова система з домінуванням грибів має вищий вміст вуглецю, оскільки групи грибів розкладають більше вуглецю в біомасі на одиницю використаного субстрату, ніж інші ключові розкладачі (бактерії) [7, 8]. Багато груп грибів утворюють розгалужені мережі вегетативного міцелію, що складаються з переплетених ниток, подібних до гіфів. Вони містять сполуки вуглецю, які після відмирання можуть трансформуватися в невіддатливі пули вуглецю шляхом агрегації або сорбції на мінеральних поверхнях. Особливе значення має група мікоризних грибів, які формують симбіотичні взаємини з судинними рослинами [1 – 6].

На мікоризні гриби припадає приблизно 10% ідентифікованих видів ґрунтових грибів, які утворюють кілька різних асоціацій, включаючи арбускулярну, ектомікоризну, ерикоподібну та орхідну. За оцінками [5], понад 13 мільярдів метричних тонн  $\text{CO}_2$  від наземних рослин щороку передається мікоризним грибам, що еквівалентно близько 36% світових викидів викопного палива. Відомо, що саме асоціації арбускулярних мікоризних грибів формують

взаємовигідні співіснування з 80% судинних рослин, що зумовлює актуальність дослідження їх впливу на секвестрацію вуглецю [8].

Разом зі значною роллю в накопиченні некромаси та агрегації ґрунтового вуглецю, мікоризні гриби також відіграють опосередковану роль у циклі ґрунтового вуглецю через підвищення ступеня поглинання та доступності поживних речовин рослинами. Мікоризні гриби завдяки розгалуженій системі гіфів та проникненню у глибші ґрунтові горизонти можуть більш ефективно, на відміну від коріння рослин, поглинати поживні речовини, оминаючи зони виснаження поживних речовин, що формуються навколо коренів [5]

Роль бактерій у збільшенні накопичення органічного вуглецю пов'язана з опосередкованим впливом на посилення росту/стійкості рослин та ексудації, тим самим збільшуючи надходження рослинної біомаси (первинної продукції) . Наприклад, діазотрофні бактерії N-фіксатори перетворюють молекулярний N<sub>2</sub> у доступні для рослин форми, а мінеральні солубілізатори, сприяють поглинанню рослинами неорганічних фосфатів [3].

Усі розглянуті мікробні асоціації мають власні потенціали до секвестрації та утримання вуглецю у ґрунті. Цю здатність мікроорганізмів можна використовувати для мікробної інокуляції ґрунтових систем з метою дослідження механізмів впливу мікроорганізмів на стабілізацію ґрунтового вуглецю [3].

### Література

1. Ahmed, A. A. Q., Odelade, K. A., & Babalola, O. O.. Microbial inoculants for improving carbon sequestration in agroecosystems to mitigate climate change. Handbook of climate change resilience, 2019. P. 1-21.
2. Bradford, M. A., Carey, C. J., Atwood, L., Bossio, D., Fenichel, E. P., Gennet, S., & Wood, S. A. Soil carbon science for policy and practice. Nature Sustainability, 2019. 2(12), p.p.1070-1072.
3. Buragohain, P. Role of microbes on carbon sequestration. International Journal of Microbiology Research ISSN:0975-5276&E-ISSN:0975-9174, Volume 11, Issue 1, 2019, pp.-1464-1468.
4. IPCC 2018, V. P. Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5 °C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. (2018). URL: <https://www.ipcc.ch/sr15/>
5. Johnson, N. C., & Gehring, C. A.. Mycorrhizas: symbiotic mediators of rhizosphere and ecosystem processes. In The Rhizosphere. 2007. pp. 73-100.
6. Lal R. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. Geoderma, 2004. vol.123 (1-2), p.p. 1-22.
7. Mason A.R.G., Salomon M.J. Lowe A.J., Cavagnaro T.R. Microbial solutions to soil carbon sequestration Journal of Cleaner Production V. 417, 2023. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137993>

8. Weverka J., Runte G.C., Porzig E.L., Carey Ch.J. Exploring plant and soil microbial communities as indicators of soil organic carbon in a California rangeland *Soil Biology and Biochemistry* V. 178, 2023. URL: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2023.108952>

## **ВИКЛИКИ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ У МІСТАХ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ**

МАКСАКОВ А.Д., КУШНАРЕНКО Ю.Л.

*Харківський національний університет міського господарства імені О.М.Бекетова*

[andrii.maksakov@kname.edu.ua](mailto:andrii.maksakov@kname.edu.ua) [yuliya.kushnarenko@kname.edu.ua](mailto:yuliya.kushnarenko@kname.edu.ua)

Глобальна зміна клімату є однією з найсерйозніших екологічних проблем, яка вже сьогодні призводить до небезпечних наслідків, таких як різкі зміни погодних умов, сильні вітри та зливи, посухи, погодні катаклізми. Все це має наслідком значні екологічні та економічні збитки на всій планеті. Непередбачуваність погодних умов дедалі зростає, зростає ризик природних катаклізмів, що ставить під загрозу наслідки функціонування життєзабезпечуючої інфраструктури міст - підприємств тепло- та енергозабезпечення, водозабезпечення та водовідведення. Розробка заходів адаптації має базуватися на детальній екологічній оцінці поточного стану та дослідженні прогнозних тенденцій зміни клімату для кожної конкретної території.

Теплові електростанції, які виробляють електроенергію шляхом спалювання викопного палива, є особливо вразливими до наслідків зміни клімату. Специфіка їх функціонування робить їх чутливими до різних кліматичних викликів, які можуть вплинути на ефективність, надійність і загальну стійкість інфраструктури. Багато теплових електростанцій, особливо ті, що використовують парові турбіни, значною мірою залежать від води для охолодження. Викликані зміною клімату зміни в характері опадів і підвищення температури можуть призвести до дефіциту води, що вплине на доступність охолоджувальної води. Крім того, вищі температури навколишнього середовища можуть знизити ефективність систем охолодження, зменшуючи загальну вихідну потужність станції. Теплові електростанції часто розташовані у вразливих районах, схильних до екстремальних погодних явищ, таких як