

5. Azkorra Z., Pérez G., Coma J., Cabeza L.F., Bures S., Álvaro J.E., Erkoreka A., Urrestarazu M. Evaluation of green walls as a passive acoustic insulation system for buildings. *Applied Acoustics*. 2015. 89. P. 46–56. 10.1016/j.apacoust.2014.09.010.

6. Wong N.H., Kwang Tan A.Y., Tan P.Y., Chiang K., Wong N.C. Acoustics evaluation of vertical greenery systems for building walls. *Building and Environment*. 2010. 45. P. 411–420. 10.1016/j.buildenv.2009.06.017.

7. Bakker J., Lugten M., Tenpierik M. Applying vertical greening systems to reduce traffic noise in outdoor environments: Overview of key design parameters and research methods. *Building Acoustics*. 2023. 30. P. 315–338. 10.1177/1351010X231171028.

8. Horoshenkov K.V., Khan A., Benkreira H. Acoustic properties of low growing plants. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2013. 133. P. 2554–2565. 10.1121/1.4798671.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕЛЕНИХ КОНСТРУКЦІЙ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ В УРБАНІЗОВАНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

*Щербак А.І., аспірант, Шумбар К.В., аспірант,
Кравченко М.В., к.т.н., доц.*

*Київський національний університет будівництва і архітектури,
м. Київ, Україна
andron.vr@gmail.com*

Забруднення повітря є глобальною проблемою, що посилюється зі зростанням урбанізації, збільшенням щільності населення в містах, інтенсивним дорожнім трафіком та промисловою діяльністю. В Україні викиди забруднюючих речовин в атмосферу від промислових і дифузних джерел складаються переважно з п'яти основних груп: летких органічних сполук (VOC), оксиду вуглецю (CO), твердих частинок (PM), оксидів азоту (NO_x) та діоксиду сірки (SO₂).

Перспективним напрямком сучасних наукових досліджень урбанізованого середовища є розробка нових підходів до оцінки екосистемних функцій зелених насаджень. Аналіз передового світового досвіду та впровадження інноваційних технологій, таких як зелені конструкції, дозволяють краще розуміти їх екосистемні послуги та отримувати дані про масштаб і ефективність впливу рослинності. Зелені конструкції представляють собою біотехнічні системи, які об'єднують будівельні елементи та архітектурні форми з живими рослинами, формуючи інтегровану систему живих і неживих компонентів біогеоценозів

сучасних міст у рамках концепції сталого розвитку [1]. Зі збільшенням площ забудованих територій включення зелених конструкцій у міське середовище стає дедалі важливішим. Метою цього дослідження є визначення викликів і перспектив, пов'язаних з інтеграцією зелених конструкцій у міську структуру, через огляд сучасної літератури щодо їхньої важливої екосистемної послуги – покращення якості повітря. Це слугуватиме основою для подальших досліджень у цій галузі.

На основі спостережень, наведених у таблиці 1, впровадження зелених конструкцій сприяє зниженню концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, залежно від різних умов. Дослідження, які аналізують поліпшення якості повітря, підтверджують їх позитивний вплив. Проте слід зазначити, що міська морфологія, використана в моделях для оцінки якості повітря, була дещо спрощеною. Це може призвести до розбіжностей між отриманими результатами та реальними умовами, що зумовлено більш складною структурою урбанізованого середовища.

Здатність рослинності зелених конструкцій до видалення забруднювачів повітря залежить від багатьох факторів, зокрема від фізичних характеристик міського середовища (наприклад, форма та розмір вулиць) та особливостей рослинності, таких як довголіття і фенологічні зміни листя [7]. Серед важливих характеристик рослин, які впливають на їхню здатність до фільтрації забруднювачів, можна виділити розмір і форму, а також щільність і пористість листя. Крім того, функціональні властивості листя, такі як енергія вільної поверхні, площа одного листка, шорсткість поверхні, вміст епікутикулярного воску та співвідношення ширини до довжини, є суттєвими для визначення ефективності перехоплення забруднень рослинами в міських районах. Основними механізмами контролю забруднення повітря, що здійснюють рослини, є осадження (фільтрація) РМ, деградація VOC у ризосфері ґрунтовими мікроорганізмами, а також поглинання газоподібних забруднювачів через прอดихову провідність під час фотосинтетичної активності [7].

Таблиця 1 – Зменшення забруднювачів повітря за даними досліджень, обраних для огляду

| Автори | Забруднювачі повітря | Спостереження |
|-----------------------------|----------------------|--|
| Могбель і Ерфанян Салім [2] | CO ₂ | Зниження приблизно на 20,71–27,98 ppm на день. Найвища концентрація спостерігалася рано вранці та пізно ввечері. |
| Тонг та ін. [3] | PM _{2.5} | Концентрації поблизу зелених конструкцій (висота 26 м) знизилися на 7–33% порівняно з вуличним рівнем. |
| Спик та ін. [4] | PM ₁₀ | Впровадження зелених конструкцій на |

| | | |
|----------------------|-----------------------|---|
| | | всіх плоских дахах (50 га) у центрі міста (326 га) зменшило PM_{10} приблизно на 0,21 тонни (2,3%) за рік. |
| Морадапур та ін. [5] | NO , NO_2 , O_3 | Зниження концентрації NO та NO_2 спостерігалось при збільшенні площі зелених конструкцій зі співвідношенням сторін 2,0. Концентрація O_3 зменшилася в 1,5 рази за тих самих умов. |
| Парк та ін. [6] | O_3 | Приблизно 25,9% O_3 було зменшено поблизу вулиці внаслідок реакції $NO-O_3$, що призвело до покращення якості повітря для пішоходів. |

Деякі дерева, такі як верба і тополя, які використовуються в екологічній меліорації, мають чагарникову структуру та подібні характеристики, що робить їх потенційно ефективними для зменшення забруднення повітря, особливо вздовж доріг і автомагістралей. Наприклад, вічнозелені чагарники, які поширені в Україні та можуть бути використані в зелених конструкціях, такі як *Ligustrum ovalifolium 'Aureum'*, *Buxus sempervirens* і *Hedera helix var.*, можуть виявитися більш ефективними у фільтрації аерозольних частинок, ніж верби та тополі, завдяки своїй здатності перехоплювати та утримувати забруднювачі протягом усього року.

Проте, рослини можуть також сприяти забрудненню повітря, збільшуючи концентрацію PM через пилок, який виділяється в певні пори року. Листя рослин здатні виділяти численні біогенні леткі органічні сполуки (TVOC,) які взаємодіють з атмосферними NO_x , що сприяє утворенню озону (O_3). Крім того, TVOC можуть сприяти формуванню $PM_{2.5}$, що знижує загальну якість повітря в містах. Важливо зазначити, що підвищення концентрації TVOC не завжди є негативним явищем. Виділення рослинами летких органічних сполук є важливим засобом самозахисту та приваблювання корисних комах. Крім того, ці сполуки корисні для людини, оскільки очищують повітря від бактерій і створюють приємний аромат [8].

Отже, зелені конструкції мають значний потенціал для покращення якості повітря в урбанізованому середовищі. Тому майбутні дослідження повинні зосередитися на оцінці ефективності різних видів рослин у фільтрації забруднювачів, а також на впливі сезонних змін на їхню продуктивність. Крім того, важливо аналізувати інтеграцію зелених конструкцій у різні типи міських ландшафтів і їхню взаємодію з іншими елементами інфраструктури. Розробка комплексного підходу до впровадження зелених конструкцій є критично важливою для забезпечення стійкості міст і вимагає активної участі науковців, урядових організацій та місцевих спільнот.

Перелік посилань:

1. Kravchenko M.V., Tkachenko T.M. Problems of improving the terminology and modern classification of “green” constructions for the creation of ukrainian “green” standards. Collection of Scientific Publications NUS. 2023. 493. P. 194–204. 10.15589/znp2023.4(493).26.
2. Moghbel M., Erfanian Salim R. Environmental benefits of green roofs on microclimate of Tehran with specific focus on air temperature, humidity and CO₂ content. Urban Climate. 2017. 20. P. 46–58. 10.1016/j.uclim.2017.02.012.
3. Tong Z., Whitlow T.H., Landers A., Flanner B. A case study of air quality above an urban roof top vegetable farm. Environmental Pollution. 2016. 208. P. 256–260. 10.1016/j.envpol.2015.07.006.
4. Speak A.F., Rothwell J.J., Lindley S.J., Smith C.L. Urban particulate pollution reduction by four species of green roof vegetation in a UK city. Atmospheric Environment. 2012. 61. P. 283–293. 10.1016/j.atmosenv.2012.07.043.
5. Moradpour M., Afshin H., Farhanieh B. A numerical study of reactive pollutant dispersion in street canyons with green roofs. Build. Simul. 2018. 11. P. 125–138. 10.1007/s12273-017-0373-0.
6. Park S.-J., Choi W., Kim J.-J., Kim M.J., Park R.J., Han K.-S., Kang G. Effects of building–roof cooling on the flow and dispersion of reactive pollutants in an idealized urban street canyon. Building and Environment. 2016. 109. P. 175–189. 10.1016/j.buildenv.2016.09.011.
7. Tomson N., Michael R.N., Agranovski I.E. Removal of particulate air pollutants by Australian vegetation potentially used for green barriers. Atmospheric Pollution Research. 2021. 12. 101070. 10.1016/j.apr.2021.101070.
8. Tkachenko T., Mileikovskiy V., Kravchenko M. Research of gas exchange and air purification processes by plants of the common privet (*Ligustrum vulgare* L.) species. Ecological Safety and Balanced Use of Resources. 2023. 14. P. 28–37. 10.69628/esbur/2.2023.28.