

«ЗЕЛЕНИЙ ДАХ-БІОРІЗНОМАНІТТЯ»: ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВНИЦТВА, УТРИМАННЯ, ОБСЛУГОВУВАННЯ Й ОСОБЛИВОСТІ КОНТРОЛЮ БІОТИЧНОГО СКЛАДНИКА

Оксана Рибак

аспірант, асистент кафедри екології та природоохоронних технологій

Державний університет «Житомирська політехніка», вул. Чуднівська, 103, Житомир, Україна, 10005,
Ke_ros@ztu.edu.ua

ORCID: 0000-0002-6475-4587

Зелені дахи поєднують безліч позитивних ефектів. Мабуть, одним із найважливіших і зрозумілих аргументів «на користь зеленого даху» є його функція «екологічної рівноваги» або «заходи зменшення». Для створення мережі біотопів і збереження біорізноманіття особливо в місті зелені дахи можуть, залежно від їхнього дизайну, виконувати функції замінника середовища проживання, сходового біотопу, а іноді й компенсаційної зони. Зелені дахи біорізноманіття, багаті видами та структурами, можуть бути визнані заходом пом'якшення посягань на природу.

На антропогенне розташування «покрівлі» впливають найрізноманітніші фактори, які не зустрічаються в такому вигляді в непорушених і нерозвинутих біотопах у дикій природі. Сюди входять міський клімат, відкрите розташування без підключення до землі, вік, розмір території та характер острова. Окрім вищої температури й нижчої вологості порівняно з навколишньою територією, на зелених дахах можна спостерігати екстремальні температури влітку й узимку та змінені цикли води й поживних речовин. З іншого боку, на відміну від біотопів на рівні землі, зелені дахи являють собою відносно непорушене середовище проживання з меншим конкурентним тиском. Із цього погляду певні види тварин можуть бути промотивовані, що менш можливо на рівні землі. Зелені дахи зазвичай являють собою відносно нові й молоді біотопи, більшість із яких усе ще знаходяться на стадії розробки. Тому поки неможливо сказати, скільки років знадобиться громаді для стабілізації в біотопі зеленого даху. Важливо лише те, що зі збільшенням простору для біорізноманіття на дахах колонізація може відбуватися швидше від землі до даху.

Ключові слова: екстенсивні зелені дахи, інтенсивні зелені дахи, біотоп, біорізноманіття, будівельні блоки біорізноманіття.

Актуальність роботи. Зелені дахи – це не всі однакові зелені дахи, залежно від висоти споруди та рослинності, розрізняють два типи зелених дахів: екстенсивні й інтенсивні зелені дахи. Перехідна форма називається «одинарна інтенсивна зелена покрівля» або «розширена зелена покрівля з горбами». Висота шарової структури (дренажу й субстрату) і пов'язана із цим ємність для зберігання води визначають, які форми рослинності з неї формуються. Вони також впливають на якість житлового простору для тварин. Залежно від типу озеленення та рослинності, стосовно дикої природи можна спостерігати такі характеристики.

Від «озеленення мохом» (екстенсивне) до «озеленення високих багаторічних насаджень і кущів» (інтенсивне) спостерігається безперервне зростання видів ґрунтових тварин (мокриці, равлики, дощові черв'яки, багатоніжки та багатоніжки). Є дрозди, синиці, малинівки, чорні горох і ґрунтові тварини можна зустріти лише спорадично на великих зелених дахах, тоді як в інтенсивних озеленення зафіксовано значно більше особин і видів.

Екстремальний біотоп «розширений дах» часто лише тимчасово використовується дуже

рухливими видами тварин (павуками, кониками, дикими бджолами й колонізованими «літаючими комахами») і піддається високій динаміці колонізації та постійним процесам імміграції й еміграції. Більшість популяцій тварин на екстенсивних зелених дахах вимирають через зимове промерзання субстрату або через літню посуху, наступного року доводиться знову колонізувати дах. З іншого боку, усі тварини, включаючи великих ґрунтових тварин, знаходять ідеальні умови для життя з погляду їжі та середовища проживання на інтенсивних зелених дахах. Умови температури й вологості відносно збалансовані, а високі шари субстрату забезпечують безморозний відхід на глибину навіть узимку. Зелений дах також може бути ідеальним місцем для відпочинку для птахів, оскільки він захищений від кішок, собак, лисиць тощо, для годування та гніздування. Багато видів, наприклад, домашні горобці, плиски, крижня, чайки, устриці, кільчасті сивки та чайки, уже пристосувалися до міського життя. Ці й інші види можуть отримати користь від додаткового харчування комах і насіння.

Екстенсивні зелені покрівлі з насипами й прості інтенсивні зелені покрівлі з дикою багаторіч-

ною та деревною рослинністю мають найбільшу кількість видів тварин завдяки їх високому структурному й навколишньому різноманіттю як у наземній фауні, так і в жужелиці та диких бджолах. Чим багатша видами форма рослинності, тим більше різноманіття видів. Дуже поширені види з різними екологічними вимогами. Кількість видів різних груп ґрунтових тварин цілком можна порівняти зі значеннями інших міських біотопів для певних зелених дахів.

Матеріал і результати досліджень. Результати дослідження екстенсивних зелених дахів, оновлених насипами, показують, наскільки важливі зони відступу для ґрунтових тварин, чутливих до морозу й посухи: частка дахів із ґрунтовими тваринами та більшим біорізноманіттям значно збільшується порівняно з тонкошаровими екстенсивними зеленими дахами [3]. Зі збільшенням структури субстрату й пов'язаним із цим збільшенням рослинності та висоти рослин зростає і ймовірність знайти особин однієї з названих груп ґрунтових тварин. У цьому полягає висока позитивна кореляція між формою рослинності й наявністю ґрунтових тварин. Аналогічно, завдяки ймовірності взагалі знайти групи ґрунтових тварин кількість знайдених видів також збільшується. Через постійне існування більших популяцій ґрунтових тварин спектр ресурсів зеленого даху збільшується з можливою здобиччю жуків-зоофагів і хребет-

них (особливо птахів), мережа взаємозв'язків збільшується.

Дикі бджоли. Уже спостерігається різке зниження кількості бджіл. Зміна клімату й інтенсифікація сільського господарства та пов'язане із цим руйнування середовища проживання є основним фактором того, що багато видів диких бджіл знаходяться під загрозою зникнення. Біорізноманіття зелених дахів може забезпечити бджолам тихий притулок без пестицидів для годування та розмноження. Дослідження вже показали, що на зелених дахах комфортно почуваються особливо теплолюбні види. Кількість видів та особин збільшувалася, як тільки збільшувалася різноманітність рослин. Хоча кількість видів та особин зменшується зі збільшенням висоти зеленого даху, бджоли та джмелі також летять на зелені дахи на висоту понад 100 метрів для запилення [7]. Виявлено, що бджоли, які гніздяться над землею, усе частіше використовують зелені дахи [8]. Це пов'язано з тим, що великі зелені дахи не можуть запропонувати ґрунтово-гніздовим видам достатню глибину субстрату. Для створення місць гніздування цих видів бджіл можна також використовувати додаткові насипи субстрату або піщані лінзи на даху.

Рідкісні рослини. Приблизно 20-річний великий зелений дах на даху газети "Thüringer Allgemeine" в Ерфурті показує, що старі зелені дахи також можуть мати високий рівень біорізноманітності.

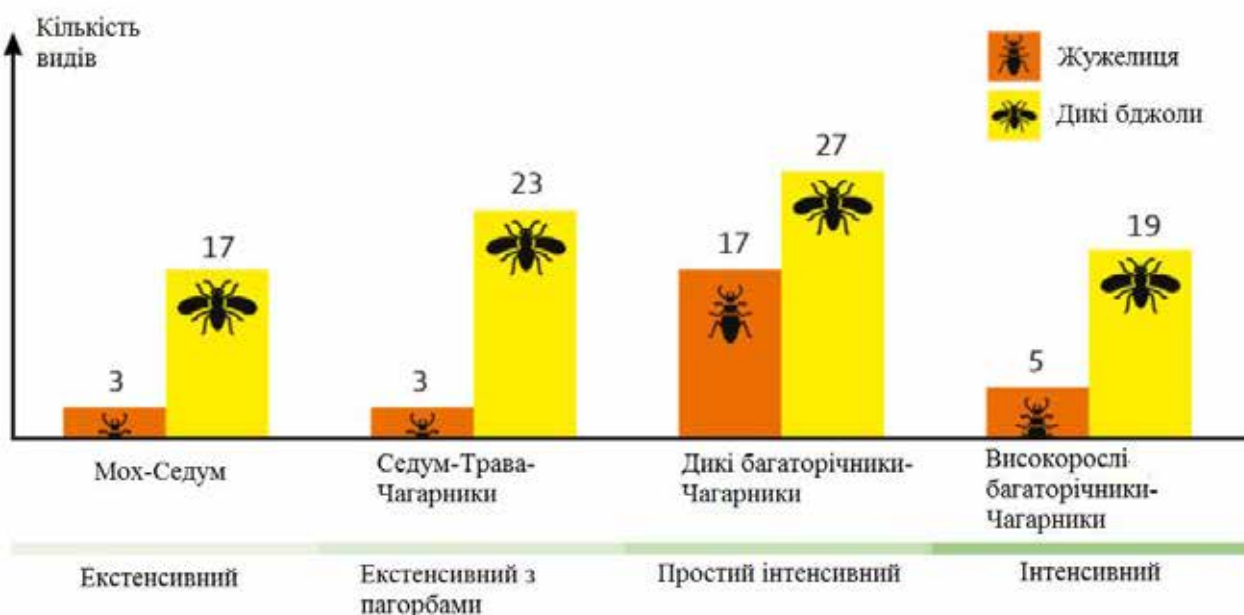


Рис. 1. Залежність видової чисельності диких бджіл і жужелиці на зелених дахах залежно від форми рослин [1]

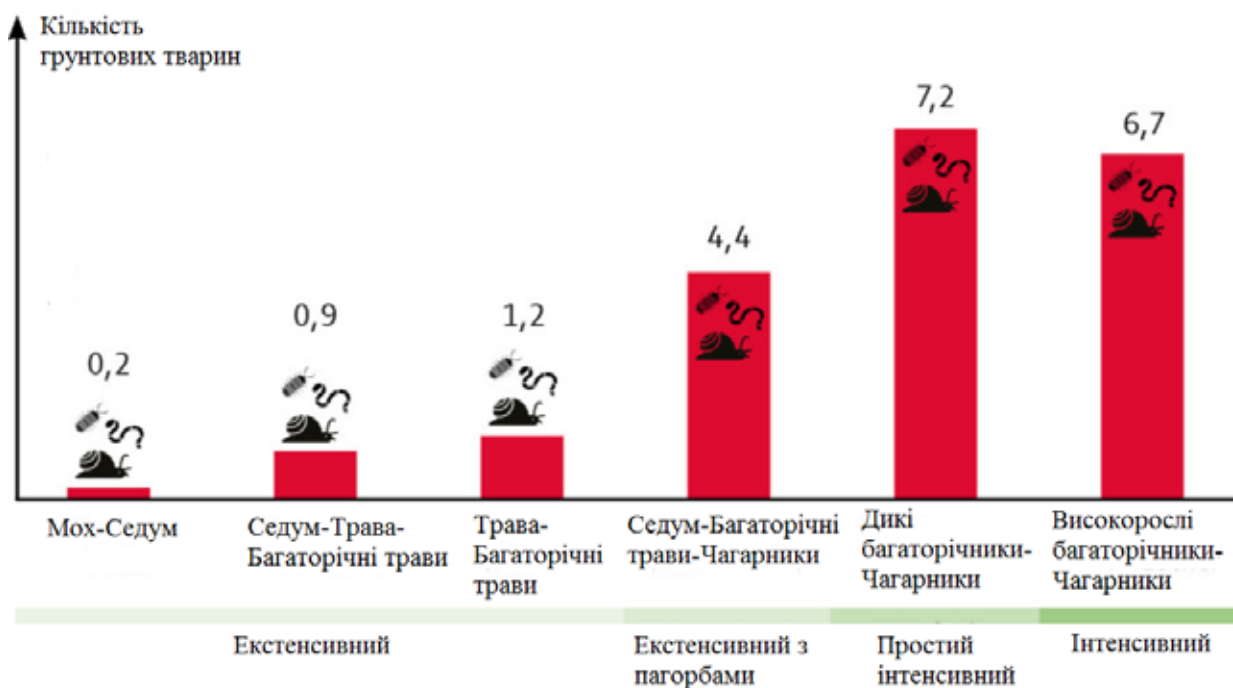


Рис. 2. Середня видова чисельність ґрунтових тварин на зелених дахах залежно від форми рослин [1]

маніття. За останні роки дослідницька група знайшла там загалом 56 видів рослин (трави, деревні рослини) та різноманітні мохи й лишайники [4]. Зокрема, здивування фахівців викликало виявлення 36 квітучих орхідей виду *Dactylorhiza fuchsii* й деяких екземплярів кігтя диявола (соснового кишкового моху *Huperzia selago*), який в іншому випадку зустрічається лише в середніх і вищих висотах Тюринзьких гір [5]. Незважаючи на те що під час установа зеленого даху висаджено велике різноманіття видів – з приблизно п'ятьма видами седумів і приблизно 20 видами трав, останні дослідження дивують [4].

Виходячи з наявних результатів досліджень, неможливо встановити прямий зв'язок між застосуванням рослинності, розміром території, віком, висотою даху та колонізацією тварин. Це означає, що навіть молоді або дуже високо розташовані зелені дахи незабаром будуть використовуватися тваринами. Найважливішим фактором для (багатого видами) поселення є якість середовища існування (рослинна і структурна різноманітність). Тварини досягають дахів активно (тобто самостійно) або пасивно (за допомогою вітру, тварин або людини).

Як правило, «зелений дах біорізноманіття» – екстенсивний зелений дах, який оновлений за допомогою різних заходів – будівельних блоків біорізноманіття. Нижче наведено різно-

манітні заходи, які призводять до більш високої структурності, а отже, і до більшого біорізноманіття фауни. Список не претендує на повноту, має постійно адаптуватися до практичного досвіду (рис. 4):

- ділянки з більш високим шаром субстрату (з висотою субстрату приблизно 10–20 см), щоб можна було висаджувати постійно квітучі багаторічні рослини, щоб чутливі до морозів і посухи види ґрунтових тварин могли знайти притулок на тривалий термін виживання;
- цілеспрямований відбір рослин, наприклад, спеціальні кормові рослини для комах і птахів;
- піщані ділянки як інший різний тип мікроареалу;
- сухий ліс у купах або окремих спорудах як середовище проживання, схованка або допомога для гніздування рослин і тварин;
- промислово виготовлені допоміжні засоби для гніздування комах і птахів;
- каміння як купа або окремі споруди, як схованка чи допоміжний засіб для гніздування;
- водні поверхні. Характеристика невеликих «калюж» аж до ставків. Переважно тимчасові, тобто заповнюються дощовою водою. Вони також можуть бути створені за допомогою постійного рівня води й автоматичного водопостачання (дощової або питної), є джерелом питної води для фауни.

Структурна різноманітність
має вирішальний вплив і стоїть над усіма іншими факторами

Форма рослинності
є найважливішим сегментом структурного різноманіття. Це сильно впливає до довгострокове виживання ґрунтової фауни

Розмір площі
не є єдиним критерієм, але вона важлива з точки зору структурної різноманітності під мінімальною площею



Навколишнє середовище
подібні типи біотопів прискорюють колонізацію відповідних стійких видів

Вік
має відносно незначний вплив, відіграє значення лише у зв'язку з розвитком рослинності

Експозиція даху
не є вирішальним, але може принести користь певним групам тварин.

Рис. 3. Фактори, що впливають на біорізноманіття зеленого даху

Для реалізації та проектування даху з будівельними блоками біорізноманіття варто звернути увагу на таку інформацію: близько 20–30% площі даху має бути покрито будівельними блоками біорізноманіття [9]; рівномірний розподіл по всій площі даху та рівномірний розподіл окремих будівельних блоків (щоб уникнути накопичення будівельних блоків); відповідні комбінації будівельних блоків, таких як насипи підкладки плюс каміння або мертве дерево або поверхня води плюс каміння або піщані ділянки з камінням; розташування так, щоб було можливе ефективно обслуговування; за необхідності закріплюються рухомі легкі частини від вітру; включення/дотримання систем вентиляції, гравійних смуг тощо.

«Зелений дах біорізноманіття» – це не просто «озеленення», на яке кидають кілька сухостійних дерев і залишають напризволяще!

Багатий вибором рослин із багаторічних рослин, геофітів, трав і (карликових) дерев і чагарників розширює та оптимізує аспект цвітіння, а харчування тварин стає більш різноманітним, що призводить до більшої різноманітності видів тварин. Але варто зазначити, що дикі бджоли, наприклад, повинні знайти певну кількість видів рослин, щоб «постійно» прямувати на дах у пошуках їжі. Під час вибору рослин рекомендується, щоб вони походили з регіону. Однак необхідно подбати про те, щоб жодні інвазивні види рослин, наприклад, не утвердилися [6].

Німецька федеральна асоціація озеленення будинків (BuGG) усе ще обережно ставиться до дедалі частішого попиту на використання регіональних посівних сумішей на дахах у містах як на відкритій місцевості. Для цих «спеціальних сумішей» нам досі не вистачає практичного досвіду пророщування, росту, конкуренції та



Рис. 4. Приклад використання будівельних блоків біорізноманіття

поведінки в розвитку й догляду за ними. Багаті на види суміші насіння членів BuGG створені протягом багатьох десятиліть практичного досвіду, пропонують широкий і передусім збалансований спектр видів [2].

Зелені покрівлі з біорізноманіттям, які залишаються напризволяще без будь-якого обслуговування, часто заростають травами та чагарниками, якщо структура шару вища. У разі низької конструкції рослинність трави седуму зменшується й мохи підкорюють зелений дах. Залежно від цього вони втрачають своє біорізноманіття й екологічну цінність. Якщо структурні та рослинні

умови є правильними, квітучу, багату на види рослинність можна підтримувати без особливого догляду. Залежно від рослинності й цілей обслуговування зелений дах біорізноманіття необхідно обходити 2–4 рази на рік, видаляти сторонню рослинність (особливо небажані дерева та кущі), скошувати високу рослинність, а також перевіряти й очищати дренажні системи, якщо необхідно. Траву потрібно скошувати, щоб, з одного боку, вища рослинність не забирала світло в низькорослих видів, а з іншого боку, зводилися до мінімуму трав'яні запаси, що надмірно зростають. Скошування можна проводити тільки після цвітіння.

Будь-яку скошену траву необхідно видалити з даху. Добрива використовуються, щоб підтримувати біорізноманіття. Як правило, достатньо щорічного внесення багаторічного добрива з п'ятьма грамами азоту на квадратний метр.

Залежно від конструкції зеленого даху та регіону може знадобитися додаткове зрошення (прісна вода, сіра вода, дощова вода, підземні води) у разі тривалої посухи (підключення води має бути передбачено під час планування!), щоб запобігти повній утраті рослинності. Допоміжні засоби для гніздування повинні бути перевірені й за необхідності очищені або замінені.

Будівельники та планувальники повинні знати, що навіть за найкращого планування й догляду «зелений дах біорізноманіття» підлягає природній сукцесії, з роками можуть розвиватися інші форми рослинності [10].

Будівельні блоки біорізноманіття (купи каміння, піщані лінзи, водойми) повинні бути вільними від зарослої рослинності та забруднення. У разі скупчення субстрату небажані сторонні нарости видалюють.

Висновки. Основою всіх заходів, що стосуються охорони природи, є політичні специфікації в законах і нормативних. З метою популяризації зелених дахів, їх екологічної цінності й фауни варто враховувати такі моменти.

Пропагування окремих елементів фауни. Залежно від структури шарів і форми рослинності зеленого даху, різні види тварин заохочуються або знаходять основу для життя. Грунтові тварини, чутливі до посухи й морозу, або птахи, які гніздяться в живоплотах і печерах, абсолютно залежні від дерев і чагарників. Інші види тварин, наприклад, мала кільчаста сивка, потребують певних мінімальних розмірів площ, гравійних ділянок, даху неприродної ділянки, низьких і вищих зарослих ділянок і фізичної близькості до водойм. У процесі планування варто залучати біологів, щоб мати можливість конкретно вирішувати вимоги видів тварин, які підлягають охороні.

Різноманітна форма озеленення. На досить великій площі даху можна моделювати структурно багате озеленення даху з різними формами рослинності, використовуючи різні субстрати й висоту шарів. За наявності відповідної рослинності та структурних елементів, таких як часткові й великомасштабні субстрактивні насипи, можуть утворюватися мікроареали, важливі для виживання.

Багатовидова рослинність. Аспект цвітіння розширюється й оптимізується завдяки різнома-

нітному вибору рослин, а харчування тварин стає більш різноманітним. Але варто зазначити, що дикі бджоли, наприклад, повинні знайти певну кількість видів рослини, щоб «постійно» прямувати на дах у пошуках їжі.

Конструкційні елементи й допоміжні засоби гніздування. Для стійкого збільшення різноманітності конструкцій варто використовувати певні структурні елементи, такі як різні форми рослинності, піщано-гравійні ділянки, сухостій, засоби для гніздування та водні поверхні. Це не лише створює велику кількість мікроареалів, а й дає користь від видимих поверхонь даху.

Розмір території та біотопна мережа. Вирішальна перевага великих територій полягає в можливості впроваджувати більшу різноманітність рослинності й конструкцій, яка може бути неповноцінною лише на малих площах. Так само важливо, щоб якомога більше дахів було озеленено, тоді навіть багато маленьких дахів разом утворюють досить велику площу. Озеленення підземних автостоянок з оптимальними статичними можливостями, безумовно, має бути враховано під час планування біотопної мережі та використано цілеспрямовано.

Догляд за розробкою та обслуговуванням. Догляд після завершення озеленення відіграє важливу роль для досягнення й підтримки запланованих екологічних цілей у довгостроковій перспективі. Порівняно з «простою» екстенсивною зеленою покрівлею зусилля на технічне обслуговування зеленого даху з біорізноманіттям є більшим, оскільки, крім рутинної роботи (перевірка дренажних систем, унесення добрив, видалення небажаних сторонніх рослин), є також підтримка біорізноманіття. Будівельні блоки біорізноманіття (купи каміння, піщані лінзи, водойми) повинні бути вільними від зарослої рослинності й забруднення. У разі скупчення субстрату небажані сторонні нарости, можливо, доведеться видалити.

ЛІТЕРАТУРА

1. Mann G. Occurrence and importance of soil animals (macrofauna) on green roofs depending on the type of vegetation. Dissertation Univ. Tübingen, 1998. P. 88.
2. BUGG technical information: Suitable trees for green roofs. Federal Association of BuildingGreens e.V. Berlin, 2019. P. 21.
3. Brenneisen S. Promoting biodiversity with green roofs – How can ecological and nature conservation issues be achieved? Compensation and replacement function can be optimized? Yearbook of building greening. Zurich, 2017. P. 28.

4. Engels S. Promoting biodiversity on green roofs. State Association for Bird Protection in Bavaria e.V. Munich, 2017. P. 17.
5. Heinrich W., Dietrich H., Vetter H. A roof – habitat for orchids? – Circular No. 91, working group native orchids Thuringia e.V. Uhlstädt, 2013. P. 33.
6. Hietel E. Biodiversity of green roofs. Results of a research project by the RLP research initiative. Yearbook of building greening. Berlin, 2016. P. 8.
7. Демчук Л.І., Циганенко-Дзюбенко І.Ю. Роль бджільництва на дахах міських будинків. *Наук.-вироб. журн. ННЦ «Ін-т бджільництва ім. П.І. Прокоповича» НААН України / Ін-т біології тварин НААН України*. Вип. 9. Київ : Видавництво Ліра, 2022. С. 21–26.
8. Hofmann M. Wild bees on green roofs. High up. Building Green 2. Munich, 2016. P. 18.
9. Mitschke A. Bird paradise on the roof. Announcements from the working group at the State VSW Hamburg, 2014. P. 5–7.
10. Schmauck S. (2019): Dach- und Fassadenbegrünung – neue Lebensräume im Siedlungsbereich. BfN-Skripten 538. Bonn, 2019. P. 17–21.

“GREEN ROOF-BIODIVERSITY”: TECHNOLOGIES OF CONSTRUCTION, MAINTENANCE, SERVICE, AND FEATURES OF CONTROL OF THE BIOTIC COMPONENT

Oksana Rybak

PhD Student, Assistant at the Department of Ecology and Environmental Technologies

State University “Zhytomyr Polytechnic”, 103 Chudnivska str., Zhytomyr, Ukraine, 10005, Ke_ros@ztu.edu.ua

ORCID: 0000-0002-6475-4587

Green roofs combine many positive effects. Perhaps one of the most important and clear arguments “in favor of a green roof” is its function of “ecological balance” or “reduction measures”. To create a network of biotopes and preserve biodiversity, especially in the city, green roofs can, depending on their design, function as a habitat substitute, a stepping-stone biotope, and sometimes a compensation zone. Biodiversity green roofs, rich in species and structures, can be recognized as a measure to mitigate encroachment on nature.

The anthropogenic arrangement of the “roof” is influenced by a wide variety of factors that do not occur in this form in undisturbed and undeveloped biotopes in the wild; These include the urban climate, the open landlocked location, the age, size of the area and the nature of the island. In addition to higher temperatures and lower humidity compared to the surrounding area, green roofs can experience extreme summer and winter temperatures and altered water and nutrient cycles. On the other hand, unlike ground-level biotopes, green roofs represent a relatively undisturbed habitat with less competitive pressure. From this point of view, certain species of animals can be pro-motivated, which is less possible on the ground level. Green roofs are usually relatively new and young biotopes, most of which are still under development. Therefore, it is still impossible to say how many years the community will need to stabilize in the green roof biotope. All that matters is that with more space for biodiversity on rooftops, colonization can happen more quickly from the ground to the rooftop.

Key words: extensive green roofs, intensive green roofs, biotope, biodiversity, building blocks of biodiversity.

REFERENCES

1. Mann, G. (1998). Occurrence and importance of soil animals (macrofauna) on green roofs depending on the type of vegetation. Dissertation Univ. Tübingen.
2. BUGG technical information (2019). Suitable trees for green roofs. Federal Association of BuildingGreens e.V.
3. Brenneisen, S. (2017). Promoting biodiversity with green roofs – How can ecological and nature conservation issues be achieved? Compensation and replacement function can be optimized? Yearbook of building greening.
4. Engels, S. (2017). Promoting biodiversity on green roofs. State Association for Bird Protection in Bavaria e.V. Munich district group.
5. Heinrich, W., Dietrich, H., Vetter, H. (2013): A roof – habitat for orchids? Circular No. 91, working group native orchids Thuringia e.V., Uhlstädt.
6. Hietel, E. (2016). Biodiversity of green roofs. Results of a research project by the RLP research initiative. Yearbook of building greening.
7. Demchuk, L.I., & Tsyganenko-Dzyubenko, I.Yu. (2022). Rol' bdzhil'nytstva na dakhakh mis'kykh budynkiv [Science and production journal] Kyiv: Lira [in Ukrainian].
8. Hofmann, M. (2017). Wild bees on green roofs. High up. Building Green 2.
9. Mitschke, A. (2014). Bird paradise on the roof. Announcements from the working group at the State VSW Hamburg.
10. Schmauck, S. (2019). Dach- und Fassadenbegrünung – neue Lebensräume im Siedlungsbereich. BfN-Skripten.

Стаття надійшла 12.10.2023