

**ВІДКРИТИЙ МІЖНАРОДНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РОЗВИТКУ
ЛЮДИНИ «УКРАЇНА»**

Інститут біомедичних технологій

Кафедра мікробіології, сучасних біотехнологій екології та імунології

«Допущено до захисту»

Протокол засідання кафедри

№ __ від « _____ » 2023 р.

Зав. кафедрою

_____ Тетяна ТУГАЙ

ПЕРМАКУЛЬТУРА В ЕКОСИСТЕМІ МІСТА

Випускна кваліфікаційна робота

магістра заочної форми

навчання за спеціальністю

101 Екологія

Катерини БУТУСОВОЇ

Науковий керівник к.б.н., доцент

Олена КОРІНЬКО

Оцінка захисту роботи

Робота виконана на базі Інституту біомедичних технологій, ВІДКРИТИЙ
МІЖНАРОДНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РОЗВИТКУ ЛЮДИНИ «УКРАЇНА»

Київ 2023

РЕФЕРАТ

Пермакультура об'єднує людей, які відчують потребу змінити якість нашого життя на краще через гармонійні, родинні відносини з природою, перебудувати сфери нашої діяльності зі споживацьких, виснажувальних на дружні до навколишнього живого середовища.

На сьогодні приблизно 60% населення Землі мешкає в містах і ця цифра зростає. Місто є центром культурного, економічного, наукового, комунікаційного розвитку. Але науково-технічний прогрес відбувається без поваги до законів природи, має суто споживацький характер, тому сьогодні компенсаторні механізми природи вичерпуються. Ми змушені змінити наше ставлення до природи, щоб не загинути, бо залежимо від неї напряму.

Саме міська пермакультура має стати рятівним рішенням для людства, демонструючи проектування і реалізацію сталих, тобто самодостатніх і самовідновлюваних систем в багатьох сферах діяльності людини. Впровадження пермакультурних методів в місті не потребує складних технологій та значних фінансових витрат і доносить ідеї сталого розвитку до максимальної кількості осіб.

Найважливіші напрямки роботи для впровадження міської пермакультури мають охопити основні блоки екосистеми. Грунт, або едафотоп – регулююча система біосфери: здоровий грунт є середовищем існування величезної кількості живих істот, завдяки яким ми маємо родючі ґрунти, дихаємо, отримуємо багато інших екологічних послуг. Потрібно постійно підтримувати ґрунт: кожен клаптик вільної від асфальту землі повинен бути захищений або живими рослинами, або мульчею. Необхідно збільшувати кількість природних парків, які стануть основою загальноміської екосистеми, щоб забезпечити повноцінне здорове середовище для мешканців міста. Їх доповнять прості, але дієві екологічні рішення: дощові канави і садки; зелені парковки, водопроникні покриття (велодоріжки, дитячі майданчики,

паркові доріжки), зелені зупинки і т.ін.

Неможливо переоцінити міське городництво: контакт із землею, радість від вирощених власноруч рослин; естетичне задоволення, безмедикаментозний ефект релаксації, залучення дітей і дорослих до пізнання природних процесів для формування у них екологічного світогляду – все це допоможе зробити місто нашим зеленим домом.

ЗМІСТ

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП..... | 6 |
| РОЗДІЛ 1. ГРУНТ – РЕГУЛЮЮЧА СИСТЕМА БІОСФЕРИ..... | 10 |
| 1.1. Механізми симбіотрофічних взаємовідносин ґрунтової мікробіоти з рослинами..... | 10 |
| 1.2. Функціональні взаємозв'язки рослин та ґрунтової біоти..... | 11 |
| 1.3. Значення рослин в процесах біоремедіації міського ґрунту..... | 13 |
| 1.4. Роль ґрунтової фауни у життєвих процесах ґрунту..... | 20 |
| РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ УТРИМАННЯ І ОЧИЩЕННЯ ВОДИ В ГРУНТАХ МІСТА..... | 22 |
| 2.1. Дощові садки та канави..... | 22 |
| 2.2. Проникні поверхні..... | 25 |
| РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА..... | 29 |
| 3.1. Матеріали, методи та методики дослідження..... | 29 |
| 3.2. Результати дослідження та їх обґрунтування..... | 30 |
| РОЗДІЛ 4. ПЕРМАКУЛЬТУРНІ ЗАХОДИ ПОКРАЩЕННЯ СТАНУ ЕКОСИСТЕМИ МІСТА..... | 32 |
| 4.1. Збагачення ґрунту органічними рештками..... | 32 |
| 4.1.1. Мульчування..... | 32 |
| 4.1.2. Компостування рослинних залишків..... | 37 |
| 4.1.3. Використання теплих грядок Розума для благоустрою міста..... | 38 |
| 4.2. Прагнення до біорізноманіття в урбоекосистемі..... | 39 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.2.1. Особливості життя рослин в умовах міста..... | 39 |
| 4.2.2. Застосування принципів глибинної екології в плануванні озеленення міст..... | 42 |
| 4.2.3. Роль живоplotів в екосистемі міста..... | 45 |
| 4.2.4. Рослини інтродуценти – небажані гості рослинної спільноти..... | 46 |
| 4.2.5. Бур'яни і птахи..... | 50 |
| 4.2.6. Зелені дахи та вертикальне озеленення..... | 52 |
| ВИСНОВКИ..... | 60 |
| ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ..... | 62 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 65 |

ВСТУП

Актуальність проблеми дослідження. Процес індустріалізації та урбанізації незмінно зростає: за прогнозами, до 2050 року 2/3 населення планети буде жити в містах. Всі ми прагнемо якісного життя з великими можливостями, яке надає місто. Але все чіткіше стає зрозумілим, що якісне життя - це, насамперед, можливість дихати чистим повітрям, їсти якісні продукти, пити чисту воду, мати можливість бути в контакті із живою природою, відчувати себе її частиною. Все це ми втрачаємо, і ціна - здоров'я людей.

Нині наша цивілізація іде руйнівним шляхом розвитку, хоча на глобальному рівні є розуміння того, що так далі не можна. Так, Саміт ООН зі сталого розвитку в рамках 70-ї сесії Генеральної Асамблеї ООН у Нью-Йорку у вересні 2015 року прийняв підсумковий документ «Перетворення нашого світу: порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року», де було поставлено 17 Цілей Сталого Розвитку. Серед них хочеться відмітити декілька, пов'язаних із темою даної роботи. Це насамперед Ціль 11. Сталий розвиток міст і громад; Ціль 13. Пом'якшення наслідків зміни клімату; Ціль 6. Чиста вода та належні санітарні умови, та як наслідок усіх попередніх - Ціль 3. Міцне здоров'я і благополуччя [1].

Нагадаєм, що розуміється під терміном «сталий розвиток»: «Сталий розвиток (англ. sustainable development) — загальна концепція стосовно необхідності встановлення балансу між задоволенням сучасних потреб людства і захистом інтересів майбутніх поколінь, включаючи їх потребу в безпечному і здоровому довкіллі. Як сформулювала визначення сталого розвитку у своїй доповіді Комісія Брундтланд, це «розвиток, який задовольняє потреби нинішнього покоління без шкоди для можливості майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби» [2].

Усі названі Цілі – це прямі завдання для сучасного пермакультурного міста, саме у місті з його технічними можливостями вони мають бути здійснені в першу чергу [3] і стати моделями для втілення у сільських місцевостях. Досягнення цих Цілей – можливе при певному рівні екологічної свідомості людей і воно ж є базою для виховання екологічної свідомості нового покоління.

Серед усіх надбань людства, які здатні відродити нашу Землю та спрямувати людство на шлях сталого розвитку, важливе місце займає Пермакультура, як прикладна наука про сталість життя, облаштування всіх сфер життя згідно із законами екології та в гармонії з природою. На сьогодні саме пермакультурні знання можуть покращити та оздоровити міське середовище, зробити його повноцінною екосистемою, оскільки в рамках цієї науки розроблено найбільш ефективні методи поліпшення якості ґрунту, від якого залежить стан рослинності, яка визначає повноцінність будь-якої екосистеми [4; 5].

Однак, незважаючи на всебічну апробацію пермакультурних методів, вони вкрай мало розповсюджені у практиці екологізації міського середовища, що й зумовило вибір теми даної роботи.

Мета роботи - науково обґрунтувати необхідність змін в підходах до екологізації міського середовища через практичне втілення екологічно і економічно доцільних пермакультурних ідей оздоровлення ґрунтів та озеленення міста для формування повноцінної самодостатньої міської екосистеми та надати рекомендації.

Завдання роботи:

1. На основі літературних даних визначити потенціал ґрунтів та функціонального озеленення міста у очищенні та екологізації міського середовища.

2. Експериментально довести ефективність пермакультурної технології Теплих грядок Розума у створенні родючого ґрунту.

3. Визначити найкращі зарубіжні практики пермакультури у місті (на прикладі міста Санкт-Пельтен, Австрія).

4. Вивчити помилкові рішення в облаштуванні міста (на прикладі міста Санкт-Пельтен, Австрія та Київ, Україна).

5. Оцінити можливість запровадження кращого досвіду в Україні.

6. Розробити рекомендації щодо пермакультурного облаштування міст України.

Об'єкт дослідження - стан екосистеми міста Санкт-Пельтен, Австрія.

Предмет дослідження - пермакультурні заходи в місті Санкт-Пельтен, Австрія.

Методи дослідження: спостереження, порівняння, аналіз і синтез, експеримент.

Наукова новизна: систематизовано економічно- та екологічнодоцільні зелені рішення для міст.

Практичне значення одержаних результатів: результати проведених досліджень доцільно використовувати в практиці озеленення міст.

Апробація наукового дослідження: матеріали роботи доповідались на Науково-практичній конференції студентів і молодих вчених "Сучасні наукові дослідження в біології, екології, медицині та фармації" (м. Київ, 20 грудня 2022 р.).

Публікації за темою дослідження:

1. Бутусова К.О. Принципи зонування у пермакультурних проєктах. «Сучасні наукові дослідження в біології, екології, медицині та фармації»: тези

доповідей Науково-практичної конференції студентів і молодих вчених (м. Київ, 20 грудня 2022 р.).– К.: Університет «Україна», 2023, с. 12 –14.

2. Бутусова К.О. Пермакультура у містах. Там же, – с. 14 – 16.

РОЗДІЛ 1. ГРУНТ – РЕГУЛЮЮЧА СИСТЕМА БІОСФЕРИ

У пермакультурі перший об'єкт уваги – ґрунт, оскільки ґрунт є регулюючою системою кожної окремої екосистеми і біосфери в цілому. Пермакультура (від англ. permaculture — permanent agriculture — «Стале сільське господарство») — підхід до проектування сталих систем і система ведення сільського господарства, що працює в гармонії з природними процесами з мінімальними витратами праці і без шкоди для довкілля [6]; облаштування усіх сфер життєдіяльності людини у відповідності із законами екології; вищий рівень екологізації органічного землеробства"[5, с. 7]. "Пермакультура базується на трьох наступних етичних принципах: турбота про Землю, турбота про людину, справедливий розподіл" [6].

1.1. Механізми симбіотрофічних взаємовідносин ґрунтової мікробіоти з рослинами

Відомо, що до 95% забруднюючих речовин, що потрапили в атмосферу, здатен адсорбувати ґрунт. Але він не є пасивним буфером поллютантів. Навпаки, завдяки едафотопу відбувається процес самоочищення біосфери. Основна роль в цьому процесі належить ґрунтовій біоті за непосредньою участю рослин.

До ґрунтових мікроорганізмів відносяться бактерії, мікроскопічні гриби, актиноміцети, одноклітинні водорості, віруси, деякі найпростіші. Вони формують біологічний потенціал ґрунту. Бактерії і гриби є найбільш поширеними. Вони регулюють до 90% потоку енергії. Відомо, що ґрунтова біота існує в постійних динамічних симбіотичних взаємовідносинах із рослинами, найбільшою мірою, з їх кореневою системою (бактеріосімбіотрофія). Рослини спілкуються з мікробами, інформують їх про свої потреби та дізнаються про потреби партнерів. Відбувається складний біохімічний процес обміну інформацією за допомогою корневих виділень рослин, які містять ферменти, гормони, вітаміни, аутоіндуктори, інші

біологічно активні речовини, які передають інформацію на молекулярному рівні про трофічні потреби, наявність загрози з боку паразитів та ін. Кореневі виділення складають близько 20% від загальної кількості продуктів фотосинтезу рослин.

Мікориза грибів теж знаходиться в тісних симбіотичних відносинах з рослиною – це так звана мікосімбіотрофія, при цьому виділяють ектомікоризу і ендомікоризу. Окрім зазначених загальних властивостей ґрунтової біоти, міцелій значно підвищує всмоктуючу поверхню кореня рослин, формує своєрідну інформаційну сітку, об'єднуючи рослини єдиною інформаційною системою. Додаткова трофічна функція грибів здійснюється, коли частина клітин ендомікоризи в коренях рослин розпадається і вивільнюються поживні для рослини речовини. Біомаса мікоризи в сприятливих умовах може дорівнювати біомасі тонких коренів. Ґрунтова мікобіота, в свою чергу, має зворотний зв'язок з рослинами, отримує від рослини необхідні поживні речовини, синтезовані в процесі фотосинтезу, головним чином, складні вуглеводи. Цей симбіоз є унікальним явищем. Відомо, що біологічно активні речовини бактерій та кореневих виділень рослин можуть бути індукторами, що включають в роботу різні гени. Колонії різних мікроорганізмів утворюють ризосферу (прикореневі скупчення) та ризоплану (мікробні асоціації безпосередньо на коренях рослин). Кількісний та якісний склад цих асоціацій змінний і залежить від багатьох факторів: сезону, температури, стадії вегетації, вологовмісності ґрунту та, звичайно, антропогенних впливів – рівня токсичних поллютантів в ґрунті, воді, повітрі, штучної зміни та штучного збідніння рослинного складу, інш.

1.2. Функціональні взаємозв'язки рослин та ґрунтової біоти

Отримуючи від рослин поживні речовини, мікроорганізми щиро віддячують їм:

- вони здатні трансформувати нерозчинні біологічно недоступні хімічні елементи в доступні для рослин форми. Так, потреби рослин в азоті більш, ніж на 2/3 забезпечуються за рахунок біологічного азоту, тобто зв'язаного мікроорганізмами. Сумарна річна продукція азотофіксації в екосистемах складає мільйони тон. Другий по важливості мікроелемент – фосфор – мобілізувати з важкорозчинних сполук заліза, алюмінію, кальцію також здатна ґрунтова біота. Доступність калію, який визначає тургор клітин, підвищує стійкість до несприятливих факторів (морозо- та посухостійкість, перезволоження, шкідників, хвороб), забезпечують також мікроорганізми;
- розкладають рослинні та тваринні рештки, підтримуючи кругообіг речовин;
- захищають рослини від патогенних мікроорганізмів, шкідників, маючи різні механізми впливу (конкуренція за середовище, синтез хімічних сполук, що пригнічують ріст патогенів, активація інших груп мікроорганізмів, які є антагоністами);
- нейтралізують забруднюючі речовини ґрунту (біодеструкція);
- формують гумус – прошарок ґрунту, важлива властивість якого – родючість, тобто здатність задовольняти потреби рослин елементами живлення, водою, повітрям, умовами нормальної життєдіяльності, а відтак задовольняти потреби людини в їжі;
 - поверхневі плівки нитчастих форм ціанобактерій мають велике протиерозивне значення та сприяють збереженню вологи в ґрунті. Їх глікокалікс (слизова полісахаридна оболонка), контактуючи з частинками гумусу, утворює ґрунтові агрегати, за рахунок чого покращується структура ґрунту, його кисневовмісність. Заповнюючи місця в ґрунті, не зайняті вищими рослинами, ціанобактерії є джерелами додаткової асиміляції сонячної енергії.

Органічна речовина цих мікроорганізмів доступна для багатьох гетеротрофних організмів [7].

Агрегатоутворюючу та стабілізуючу властивість для ґрунту має глікопротеїн гломалін. Цей складний стабільний глікопротеїд виробляється мікоризою арбускулярних грибів. Він зв'язує між собою мінеральні частки ґрунту, тим самим покращує агрегатні властивості, такі як вологовмісність, повітряпроникність, стабілізація вуглецю та азоту.

1.3. Значення рослин в процесах біоремедіації міського ґрунту

Другий, рівнозначний із ґрунтом, компонент живої природи, який робить життя можливим взагалі та формування й очищення ґрунту зокрема – це рослина. Рослини називають природними установками з очищення ґрунту, які працюють на сонячній енергії [8], оскільки рослини здатні накопичувати у своїй біомасі небезпечні забруднення (фітоекстракція), переводити хімічні сполуки у менш активну і рухливу форму (фітостабілізація), здійснювати деградацію органічної частини забруднень, стимулювати розвиток антибіотичних та інших мікроорганізмів, що беруть участь в процесі очищення (фітостимуляція). Один гектар молодих дерев у віці 20-30 років може поглинути за вегетаційний сезон до 20 тон промислового пилу та 500 – 700 кг сірчастого газу. Деякі породи дерев – тополя чорна, верба козяча – здатні поглинати такі токсичні речовини як фенольні сполуки. Зелене листя здатне відбивати до 75% шуму. Рослинність у цілому знижує шум в місті в 2-2,5 рази. На озеленених вулицях із щільними посадками вздовж тротуарів жителі домівок відчують шум в 10 разів менше, ніж на вулицях з малою кількістю рослин [9].

Що ж далі відбувається з цими накопиченими за рахунок аерогенних, гідрогенних потоків поллютантами, важкими металами, ксенобіотиками та іншими забруднювачами, які в урбоекосистемах, зокрема в урбоедафотопах,

перевищують гранично допустимі норми в декілька разів? З рослинними рештками або через кореневі виділення вони потрапляють до ґрунту, де значною мірою нейтралізуються мікро-, мезо- та макрофауною і флорою ґрунту.

Забруднення повітря, ґрунту та особливо – води в урбоєкосистемах є актуальною проблемою сьогодення. Зокрема, найбільш поширеним є забруднення важкими металами – це група хімічних елементів зі щільністю до 5 г/см кубічний або атомною масою вище 40, а також вираженими металічними властивостями. Найбільш поширені – свинець, кадмій, цинк, мідь, ртуть. Визначено, що надмірний вміст важких металів в ґрунті є причиною:

- вторинного забруднення атмосфери та питної води;
- надходження їх в ланцюги живлення;
- накопичення в продуктах;
- хвороб людини та тварин;
- порушення рівноваги біосфери.

Чим довше важкі метали перебувають в ґрунті, тим сильніші їх негативні ефекти. Період напіввиведення цих елементів вимірюється сотнями (ртуть, хром, кадмій), тисячами (свинець) років.

Експериментально доведено, що рослини осоки шорстковолосистої *Carex hirta* L., приживаючись у нафтозабрудненому ґрунті, позитивно впливають на його сорбційні властивості, оптимізують рН, сприяють функціонуванню нафтоокислюючих мікроорганізмів, внаслідок чого зменшується кількість нафти у забрудненому ґрунті [8].

Доведено ефективність обліпихи крушиновидної *Hipporhae rhamnoides* для відновлення нафтозабруднених ґрунтів. Ця рослина є багаторічною, швидко росте, невибаглива до ґрунтових умов, забезпечує себе

джерелом мінерального живлення завдяки симбіозу кореневої системи з азотофіксаторами. Рослина суттєво прискорює процес біодеградації нафти у ґрунті. Вона здатна розкладати вуглеводи нафти і використовувати їх як альтернативне джерело живлення [10].

Численні дослідження вказують на стійкість бобових до нафтових забруднень. Одже, бобові не тільки є потужними азотофіксаторами за рахунок симбіотичних відносин з бульбочковими азотофіксуючими бактеріями, вони мають властивості біоремедіаторів ґрунтів. Враховуючи декоративні якості і невибагливість до умов існування (люпин, рокитник), стійкість до поллютантів (конюшина біла, конюшина червона) ці рослини можуть широко використовуватись як декоративні.

Вика *Vicia faba*, люцерна посівна *Medicago sativa* також знижують нафтотоксичність ґрунтів, стимулюють активність ґрунтових ферментів, забезпечують ріст і розвиток трав'яної рослинності за один вегетаційний сезон без додаткових внесень мікробіологічних препаратів, добрив. У ґрунті, забрудненому дизельним паливом, люцерна виражено стимулює активність дегідрогеназ і пероксидаз [8]. Крім того, рослини родини бобових, крім відомих гастрономічних і азотофіксуючих мають гарні декоративні властивості, є медоносами. Тому такі рослини, як галега (козлятник), горошок запашний, зіновать, віка посівна можуть бути прикрасою міст.

Одними з найактивніших колекторів свинцю є придорожні трави – тонконіг луговий (*Poa pratensis* L.), перстач гусячий (*Argentina anserina* L.), пижмо звичайне (*Tanacetum vulgare* L.). Особливо активна кульбаба (*Taraxacum officinale* L.). Овсяниця червона, тонконіг луговий в промислових зонах накопичують в листі та стеблах SO₂ в концентраціях, що в 2-3 рази більші в порівнянні з оточуючим фоном [9].

Міскантус (*Miscanthus*) – декоративна рослина родини злакових – відносно недавно з'явилась в нашій кліматичній зоні. Він має потужну

надземну вегетативну масу; як більшість злакових, стимулює розмноження асоціативних азотофіксуючих бактерій, тому збагачує ґрунти азотом, сприяє консервації вуглецю в ґрунті (фото № 1, № 2). Рослина відома надзвичайно декоративними характеристиками. Але до того ж міскантус є одним із найпотужніших біоремедіаторів ґрунтів, нейтралізуючи солі важких металів. Експериментальним шляхом доведено, що Міскантус гігантський (*Miscanthus giganteus*) здатний накопичувати свинець лише у корінні, при цьому його не виявляють у надземній частині. Цинк рівною мірою виявляється як у корінні, так і у листі [11].



Фото № 1, № 2. Приклади використання міскантусу в місті. Бетон контролює розповсюдження рослин.

Значна листова поверхня трав реалізує корисні для людини властивості біоремедіації. Основна маса аерополітантів накопичується в надземній частині рослин. Тому не скрізь, де ростуть трави, повинен бути стрижений газон. Різноманіття трав, можливість для них прожити повний вегетаційний період покращують якість міського середовища. Спеціально підібрані по складу "дикі" лугові трави з включенням, наприклад, маку, (*Paraver Thomas L.*), волошки синьої (*Centaurea cyanus L.*), незабудки (*Myosotis scorpioides L.*) мають досить декоративний вигляд, приваблюють комах, служать їм кормовою базою і при цьому "працюють" на людину як потужні біоремедіатори (фото № 3). А турбота про бджіл, інших комах-запилувачив повинна стати важливою складовою ландшафтних проєктів. [12].

До найбільш витривалих газо- та пиловловлювачів серед дерев та кущів відносять різні види тополі (*Populus nigra*, *P. pyramidalis*, *P. Alba*), вербу білу (*Salix alba L.*), лох вузьколистий (*Elaeagnus angustifolia L.*), дерен білий (*Swida Alba L.*), бузок (*Syringa vulgaris*), шипшину (*Rosa caina L.*). За один вегетаційний сезон 1 кг(сухої маси) листя тополі бальзамічної (*Populus trichocarpa*) накопичує 18 г двоокису сірки, ясену (*Fraxinus excelsior L.*) – 17 г, липи (*Tilia*)– 10 г. Серед хвойних найбільш витривала ялина колюча (*Picea pungens Engelm.*).



Фото № 3. Некошений газон з волошками і маками біля багатоповерхівки.

Багаторічні польові квіти, на відміну від декоративних культур, віддають перевагу бідним ґрунтам, тому легше здатні адаптуватися у міському середовищі. До того ж, газони знеособлюють наші міста, позбавляючи їх автентичності [12]. Штучні класичні стрижені газони не здатні відновлюватися, потребують значних коштів у догляді, є причиною додаткового хімічного навантаження на ґрунт (потребують використання мінеральних добрив, гербіцидів), не так ефективно, як луки або квітучі псевдолуки, запобігають ерозії ґрунту, дренують дощову воду. Штучний газон із монокультурних злаків є антиподом природній екосистемі. Акцент на

недоліки газонів ставиться тому, що сьогодні перевага надається саме газонам з їх монокомпонентністю, потребою в інтенсивному використанні такого цінного ресурсу, як вода, забрудненню ґрунту пестицидами та мінеральними добривами. Але, звісно, газони мають свої позитивні характеристики. Наприклад, газон приваблює широке коло птахів, що харчуються на землі. Представниками їх є дятел зелений (*Picks viridus*), який полює на хробаків; види дроздів (*Turbus*), вільшанки (*Erithacus rubecula*), шпаки (*Sturnus vulgaris*), тинівки (*Prunella modularis*), плиски білі (*Motacilla alba*), які харчуються мурахами та іншими комахами.

Узбіччя доріг відіграє важливу роль у збереженні чисельності диких запилювачів. На жаль, чисельність їх скорочується, деякі види взагалі знаходяться на межі зникнення або зникли. Узбіччя доріг із місцевим різнотрав'ям можуть виконувати декілька важливих екологічних функцій, у тому числі бути середовищем існування комах-запилювачів (фото № 4).



Фото № 4

1.4. Роль ґрунтової фауни у життєвих процесах ґрунту

Необхідно зазначити, що представники мезофауни енхитреїди (*Enchytraeidea*), коловертки (*Rotifera*), нематоди (*Caenorhabditis*) і т.ін. та макрофауни – дощові черви (*Lumbricina*), личинки жуків (*Coleoptera*) та ін. – ґрунту приймають активну участь в формуванні гумусу та покращенні фізичних характеристик ґрунту. Так, гумусові речовини, утворені в травному каналі дощового хробака, відрізняються по хімічному складу від гумусу, утвореного за допомогою бактерій чи грибів. Живляться хробаки рослинними рештками. Кількість дощових хробаків на одиницю площі ґрунту

значною мірою визначає його родючість. Ходи, зроблені дощовими хробаками, кротоми, іншими мешканцями ґрунту, підвищують його повітровмісність, вологовмісність. Конденсат (роса), утворений на стінках таких ходів за рахунок різниці нічних та денних температур влітку, є джерелом вологи для рослин. Разом із конденсатом, утвореним в прошарку мульчі, ця волога складає явище пасивного поливу для рослин в умовах посухи.

Таким чином, ґрунт – найважливіша складова екосистеми. Покращити якість ґрунту з довготривалою перспективою можливо тільки через його природні складові, а саме через поступове відновлення і покращення умов існування ґрунтоутворювачів – флори і фауни едафотопу. Отже, наші зусилля (а іноді припинення руйнівних по відношенню до природи зусиль) потрібно направити на створення умов для нормального існування ґрунтових мешканців. А вони здатні "полити", тобто утримати вологу, розпушити, удобрити ґрунт, нейтралізувати отрутохімікати, підтримати всім необхідним рослини, які ми хочемо бачити поряд з собою в місті. Крім того, чим більше в ґрунті живих коренів рослин, тобто поверхні взаємодії рослин і біоти, тим вищий коефіцієнт корисної дії для дюдени. Тому гола земля навколо дерев, на клумбах, біля будинків та інфраструктурних об'єктів, де корені рослин у поверхневому шарі гинуть, не може вважатися ознакою "доглянутості" та естетичного смаку, тому що не відповідає законам життя. Кожен клаптик землі повинен бути вкритий або рослинами, або мульчею.

Вдосконалені в наш час знання про екосистеми, пермакультурні зв'язки соціосфери та біосфери дають розуміння того, наскільки складно і водночас гармонійно і вразливо влаштований наш дім. Розуміння та повага до цих законів життя є інструментом відновлення втраченої якості життя.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ УТРИМАННЯ І ОЧИЩЕННЯ ВОДИ В ГРУНТАХ МІСТА

Наступне питання, вкрай важливе для життя, а особливо для життя в умовах українських міст, де ефект глобального потепління надто помітний, є питання утримання вологи. За даними Інституту світових ресурсів, Україна посідає друге місце у світовому рейтингу країн із найбільшим ризиком втрати вологи та виникнення посухи. Одночасно Україна за збором прісної води на душу населення має найгірший показник і відноситься до водонезабезпечених країн.

Змінити ці показники на краще можна за допомогою пермакультурних зелених рішень. Один із найдієвіших механізмів уже був розглянутий – це збереження та покращення структури ґрунтів. Тому що ґрунт, багатий на органічні речовини, тобто гарно структурований, здатний затримувати в своєму об'ємі більше 30% вологи. Спрямовуючи зусилля на підвищення вмісту органічних речовин в ґрунті і покращення його структури, отримуємо найкращий водний резервуар.

2.1. Дощові садки та канави

Дощові садки та канави – нескладні за виконанням та фінансовою складовою зелені рішення. Вони являють собою заглиблення в ґрунті, в які потрапляє дощова вода при пасивному русі по схилу. Якщо у природному рельєфі немає схилу, він утворюється при проектуванні парковки автотранспорту, біля великих супермаркетів, інших інфраструктурних об'єктів (уклін повинен складати не більше 2-6 градусів для запобігання ерозії ґрунту зливовими потоками). Загалом, всю територію міста можна підлаштувати таким чином, щоб пасивний стік дощових чи талих вод був спрямований до таких або подібних резервуарів (дощовий парк, система збору води навколо дерев, смуги фільтрації парковки), якщо поблизу немає підземних комунікацій

або високозалягаючих ґрунтових вод. Використовується так зване програмне управління зливовими стоками (фото № 5 – № 8). Сумарна здатність таких дощових садків накопичувати, утримувати та фільтрувати воду дуже висока. Це означає, що:

- великі об'єми дощових і талих вод не потрапляють у каналізаційні системи міста, що значно розвантажує останні;

- не виникає водна ерозія ґрунту;

- зменшується вірогідність підтоплень об'єктів інфраструктури міста при зливах;

- значні дощові опади не затоплюють та не блокують рух автотранспорту в місті;

- великі об'єми води очищуються за рахунок природних (ґрунт) або передбачених при проектуванні (пісок, щебінь, мульча) фільтрів, крім того, важливим компонентом дощових садків, канав є вологолюбні рослини, кореневі системи яких також очищують дощові та талі води, нейтралізують забруднення та збагачують ґрунт;

- пом'якшується негативний ефект кліматичної аридизації, тобто підвищується вологість повітря;

- знижується температура ґрунту, що особливо важливо влітку;

- зменшується використання водопровідної води для поливу газонів, більш того – дощові парки можуть самі по собі бути резервуаром для збору води на технічні потреби міста;

- підтримується біорізноманіття;

- вода, що деякий час затримується в дощових садках, парках, канавах, використовується тваринами, зокрема комахами в спекотний літній період;

- дощовий садок є естетичною прикрасою урбаністичного середовища, а в південних районах такі вологоутримуючі місця із середини літа стають єдиними зеленими осередками життя та прихистком для комах та інших дрібних тварин.



Фото № 5. Просте інженерне рішення для збору дощової води



Фото № 6. Дощовий рів



Фото № 7.

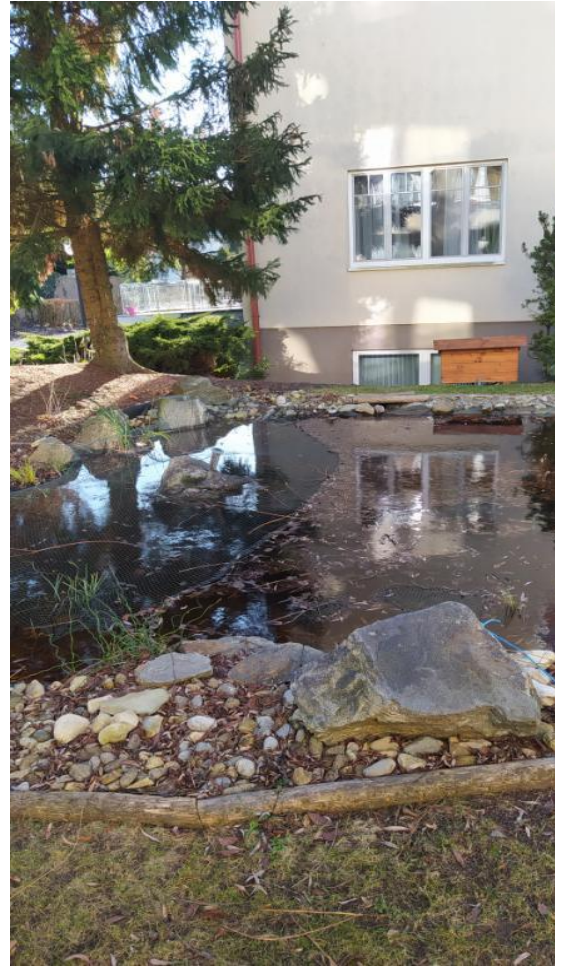


Фото № 8.

2.2. Проникні поверхні

Проникні поверхні – різновид покриття, що допомагає дощовій воді або талому снігу швидко всотуватися в ґрунт (Фото № 10). Ними можуть бути спеціальна бруківка, газонні решітки, доріжка в парку. Одне паркомісце займає 12-15 м кв. Сумарна площа, відведена під парковки та здатна всотувати, тимчасово утримувати вологу за допомогою таких вільних ділянок дуже значна. Крім того, у вільних від асфальту комірках сіється газонна трава. Тобто площа фотосинтезуючих рослин в умовах міста теж збільшується (фото № 9). Але навіть у найекологічніших містах бувають помилки (Фото № 11).



Фото № 9. Сумарна площа таких водопроникних та влітку зелених "сот" значна.

Фото № 10. Водопроникна дорога.

Таким чином, достатньо прості зелені рішення можуть надавати багато екологічних послуг місту. Екологічні послуги – це усі ті вигоди, які людина отримує від екосистем: чисте повітря, прохолода, екологічне водовідведення і т.д.

На відміну від австрійського міста, Київ не має таких систем водопоглинання і водостоку, що періодично призводить до затоплень (Фото №12, № 13).



Фото 12. Київ затоплений.



Фото 13. Київ жодних «зелених» технологій водовідведення зливових вод не має.

Для того, щоб такі зливові води не забруднювали річки та інші водойми, вони мають бути в оточенні рослинності (Фото№ 14, № 15).



Фото № 14



Фото № 15

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА ДОСЛІДЖЕННЯ

Протягом двох років відбувався експеримент з модифікованою Теплою грядкою Розума на бідних піщаних ґрунтах Київської області у м. Буча. Теплі грядки Розума (ТГР) — запатентована технологія вирощування екологічно чистої рослинної продукції з одночасним підвищенням родючості ґрунту. Рослинні відходи компостуються на грядці, де створено оптимальні умови для життєдіяльності ґрунтової біоти, яка їх споживає і переробляє безпосередньо у поживні речовини для рослин та в гумус [5].

3.1. Матеріали та методи дослідження

На шкільному подвір'ї була розташована клумба, яка мала нахил під кутом 10 градусів і мозаїчну заповненість рослинами з досить великими ділянками голого ґрунту. При таких характеристиках ця ділянка землі була нездатна утримувати вологу атмосферних опадів. Дощові потоки збігали по схилу, кожного разу виносячи із собою частину верхнього шару родючого ґрунту, завезеного на ділянку, що призводило до деградації ґрунту, пригнічення розвитку рослин, втрати ними декоративності і загибелі.

При основі клумби була створена модифікована ТГР: вирита траншея відповідних ширини та глибини (60x30 см) на всю довжину клумби, уздовж якої суцільною смугою було висаджено *Mirabilis jalapa* L. (мірабіліс або нічна красуня), високі квітучі рослини, які швидко замаскували траншею. Протягом двох років траншея поповнювалась різноманітними рослинними рештками (гілля, листя дерев і кущів, бур'яни). Усю площу клумби було засаджено декоративними одно- та багаторічниками і замульчовано. Ґрунт не перекопували і не удобрювали (Фото № 16, № 17).

3.2. Результати дослідження та їх аналіз

Завдяки мульчі дощова і тала вода довше затримувалась на місці, довше утримувала вологим верхній шар ґрунту. Таким чином талі та дощові води під нахилом потрапляли в траншею, затримувались і накопичувались. Рослинні рештки навіть в найспекотнішу погоду в траншеї були вологими, що сприяло масовому розмноженню дощових черв'яків (*Lumbricina*), які є найактивнішими гумусоутворювачами та розпушувачами ґрунту. З'явилися кроти, тому що їх привабили дощові черв'яки. Кроти додатково розпушували та покращували ґрунт.

Квітучі трави залучили більшу кількість комах (комахи, за висловом Дж. Оуена, доктора наук Мічиганського Університету, є маркером біорізноманіття). Потреба в додатковому поливі майже відпала. За два роки рослинні рештки перетворилися на гумус, що дало можливість додатково використовувати його при посадці дерев в бідний піщаний ґрунт на території школи. Цей чорного кольору, структурований, вологий ґрунт надзвичайно відрізнявся від місцевого піщаного, був своєрідним дивом і доказом того, що подібні грядки є дуже продуктивними і корисними. Вони працюють на всіх видах ґрунтів, незатратні, здатні відновлювати родючість ґрунту, реалізують ефект "спалаху життя" на межі з бідними або деградованими місцевими ґрунтами.

Отже, застосування пермакультурної технології Теплих грядок Розума на бідних деградованих ґрунтах з мінімальними затратами праці та ресурсів дозволяє створити родючий ґрунт і відповідно – пишну квітучу рослинність майже без поливу та без важкої праці, якої зазвичай вимагає догляд за клумбою для підтримання її естетичного вигляду.



Фото № 16. Загальний вигляд клумби (2022 рік)



Фото № 17. Розміщення клумби на подвір'ї школи (2022 рік).

РОЗДІЛ 4

ПЕРМАКУЛЬТУРНІ ЗАХОДИ ПОКРАЩЕННЯ СТАНУ ЕКОСИСТЕМИ МІСТА

4.1. Збагачення ґрунту органічними рештками

Чим більше поживних органічних решток залишиться на ґрунті, тим більш сприятливими будуть умови у тих старанних працівників едафосфери, праця яких слугує людині. Як це може відбуватися в місті?

4.1.1. Мульчування. «Мульча — це матеріал для покриття поверхні ґрунту з метою його захисту від атмосферних впливів, для збереження вологи та підвищення родючості. Поділяється на органічну (рослинні залишки, папір, картон) та неорганічну (ПЕТ-плівка, каміння, керамзит і т.д.)» [5, с. 7].

Рослинні рештки, що вкривають ділянки поверхні землі певним шаром, захищають біоту від згубного впливу УФ-променів, перегріву ґрунту та спричиняють "спалах життя" на межі з ґрунтом (так званій «екотон», що «являє собою перехід між двома і більше різними угрупованнями ..., наприклад між лісом і лугом або між м'яким і твердим ґрунтом... . Це прикордонна зона, або зона напруги»...[13], межа, де завжди буває більше бірізноманіття та більші чисельність і біомаса організмів, ніж на сусідніх локаціях.

Рослинні рештки захищають поверхню ґрунту від руйнування краплями дощу, від розмиву, затримують потоки води, щоб вона не стекла у каналізацію, а просочилась у ґрунт. Є цінним природним (безкоштовним) ресурсом органічної речовини. Повертає вуглець в ґрунт, консервує, утримує у зв'язаному стані. Також за рахунок перепаду температур мульча має властивість конденсувати вологу, що надзвичайно цінно в умовах зростаючого дефіциту води.

До того ж мульча може бути прикрасою клумб в міських парках, скверах, бульварах. Є багато варіантів "мульчевих прикрас" – щепи кори сосни, подрібнені гілочки дерев, шкаралупа горіхів, половинки кісточок гарбузового насіння, кісточок сливи чи вишні (Фото № 18 – № 21) – які самі по собі мають естетичний вигляд та гарні відтінки природного кольору. При бажанні і нескладних технологіях їх можна розфарбувати натуральними фарбниками. Зоновані за допомогою різних варіантів мульчі клумби виглядають декоративно і сучасно, як і хмиз у природному парку, який необхідно мати у природних екосистемах; він істотно наближає міське озеленення до властивостей природних екосистем, у яких нам необхідно вчитись [14].



Фото № 18



Фото № 19



Фото № 20

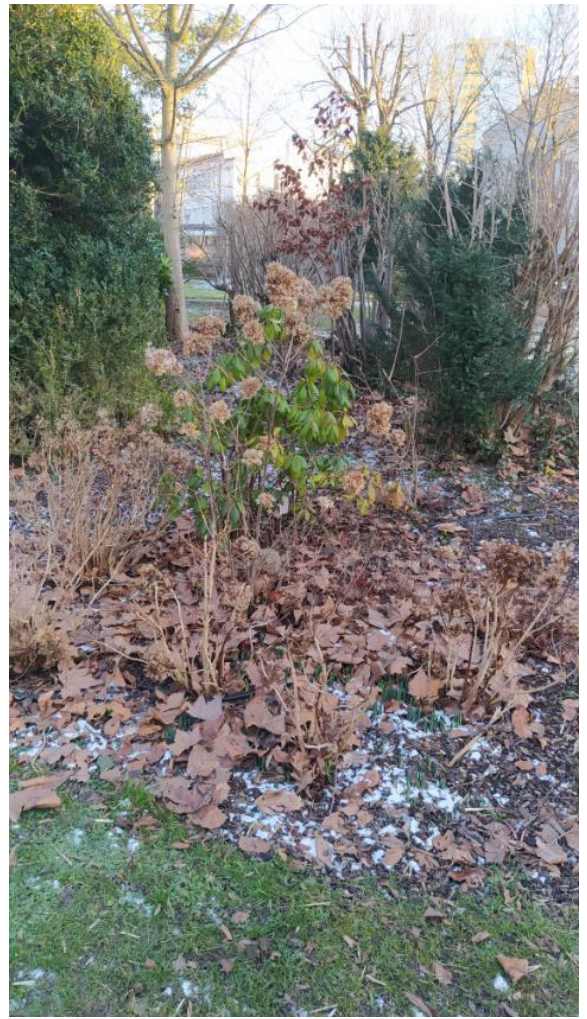


Фото № 21. Листя в якості мульчі.



Фото № 22. Хмиз у природному парку

Навіть скошена газонна трава, розкладена в певному просторовому порядку у прикореневій зоні дерев у природних парках, під кущами, на клумбах, має декоративний вигляд, а для багатьох людей навіть непомітна, але підвищує виживання і якість життя міських рослин. В умовах екстремально посушливої весни і жаркого літа така замульчована ділянка є справжнім буфером вологи, поживних речовин та осередком життя без зусиль та затрат з боку людини.

Україна – багата на природні ресурси аграрна країна. Залишкові продукти переробки різних рослин (соняшник, злакові, гарбузи, гречка, льон та ін.) є дорогоцінним для ґрунту матеріалом і замість кошовної утилізації може слугувати людині. Як же усі вищезгадані ресурси, принципи захисту ґрунту та збагачення його органікою «власного виробництва» даного

фітоценозу застосовуються в Україні? Є прекрасна законодавча база - Наказ «Про затвердження Правил утримання зелених насаджень у населених пунктах України», де чітко вказані цілком пермакультурні правила: «9.1.19. Згрібати листя з-під групи дерев і чагарників у лісопарках, парках, гідропарках, скверах, садах забороняється, тому що це призводить до винесення органічних добрив, зменшення ізоляційного шару для ґрунту, який запобігає випаровуванню ґрунтової вологи та промерзанню коріння. Листя має залишатися на зиму під деревами, а весною його можна неглибоко прикопати або з допомогою механізмів змішати з ґрунтом, що приведе до його мінералізації. Згрібати листя слід лише тоді, коли воно негативно впливає на зовнішній вигляд (партерний газон, пам'ятники і меморіальні комплекси, площі, дитячі майданчики, спортивні комплекси, головні алеї зелених насаджень, галявини, квітники тощо).

На звичайних газонах листя слід згрібати тільки вздовж магістралей і паркових доріг з інтенсивним рухом у смузі завширшки 10-25 м залежно від значущості об'єктів. Спалювати листя категорично забороняється».

Як ми знаємо, всі ці приписи систематично ігноруються – як працівниками комунальних служб, «Зеленбуду», так і рядовими громадянами (Фото № 23).



Фото № 23

Існує практика використання агроволокна як покривного матеріалу для ґрунту. Поверх нього кладеться мульча із природних матеріалів, наприклад, дерев'яна щепка або декоративне каміння. Оформлені в такий спосіб клумби або простір навколо дерев та кущів виглядає естетично, немає росту бур'янів, що полегшує догляд за клумбою. Але погіршується проникність в ґрунт кисню та вологи, створюються погані умови для ґрунтової біоти. Тому агроволокно як покривний матеріал не є гармонійним до природи рішенням. Також і декоративне каміння білого кольору, яке відбиває світло, в спекотну погоду посилює нагрівання рослини, тому не є вдалим рішенням.

4.1.2. Компостування рослинних залишків. Зрозуміло, що кожна новація, метода має гармонійно вписуватися в наше життя, не заважати, не викликати дискомфортні відчуття. Сьогодні кожна поважуюча себе країна намагається використовувати ресурс вторсировини як додаткове джерело бюджету. В європейських країнах, в тому числі в Україні, вже нікого не дивують ємності для роздільного збору скла, паперу, пластику. Їх можна зустріти як на територіях ОСББ, приватних будинків, так і в громадських місцях. Але серед цих контейнерів ще немає (а дуже потрібні) компостери. Як і інші ідеї пермакультурного дизайну, цей компостер повинен задовольняти гігієнічним, естетичним вимогам міста і водночас бути функціональним, нескладним. Дерев'яні компостери можуть бути встановлені в міських парках, скверах.

Планові покоси газонної трави, вилучення сухого гілля, а восени великої маси опалого листя є джерелом цінного біоматеріалу. Таким чином, рослинні рештки можна на місці складати в компостери, а через деякий час отримувати гумус і повертати його в едафотоп того ж самого парку, скверу. Відпадає потреба в транспортуванні часто великої кількості рослинних решток. Для працівників комунальних підприємств вчасно прибирати листя та складати його в компостер значно легше, ніж працювати із значними об'ємами накопичених мас. Звичайно, є правила користування такими компостерами:

встановлювати їх в затінених місцях, виконувати правила сортування, в посушливий період при можливості зволожувати іноді його вміст. Заселення контейнеру дощовими хробаками (каліфорнійський черв'як) відбувається одноразово при його встановленні.

Таким чином, наявний в парку компостер:

- полегшує працю комунальних працівників;
- зберігає бюджетні кошти міста;
- повертає в ґрунт вилучені поживні речовини (запобігає деградації ґрунтів);
- робить непотрібним використання мінеральних добрив (біогумус чи гумусовий розчин є якісним достатнім добривом, яке покращує ріст та стійкість рослин);
- зменшує навантаження на сміттєві звалища, суттєво скорочує карбоновий слід міста;
- покращує якість всіх екологічних послуг, які може надати паркова зона містянам.

Ще одну екологічну проблему може вирішити простий компостер. А саме – паління опалого листя, гілок, інших рослинних залишків в приватному секторі, що є загрозою здоров'ю, а іноді і життю людей. Якщо люди будуть знати і мати змогу складати рослинні залишки в певному місті неподалік від будинку, при цьому отримувати з них дороговартісний гумус, осінній смог над містами від спалювання листя в приватному секторі відійде в минуле.

4.1.3. Використання теплих грядок Розума для благоустрою міста.

Відомо, що Теплі грядки Розума здатні за короткий проміжок часу, лише використовуючи працю мікро-, мезо- та макрофауни ґрунту, віродити, оздоровити, збагатити землю. Різні модифікації Теплих грядок Розума можна використовувати в місті. А в питанні утилізації великих кількостей рослинних

решток вони теж є корисним ресурсом міста. Для цього в периферійній зоні парку, де менше відвідувачів, викопується траншея глибиною 30 см і шириною 60 см. Довжина її для кожного конкретного випадку своя. На дно траншеї закладається гілля з найбільшим діаметром, на нього кладуть тонке гілля. Зверху – скошена трава, інші дрібні рослинні рештки. Протягом всього вегетативного сезону ця траншея поповнюється. Поступово ґрунтова біота перетворює відмерлі рослини в гумус. Якщо висадити квіти, низькорослі кущі вздовж модифікованої грядки Розума, цей естетично незвичний експеримент парку стане його надбанням.

4.2. Прагнення до біорізноманіття в урбоєкосистемі

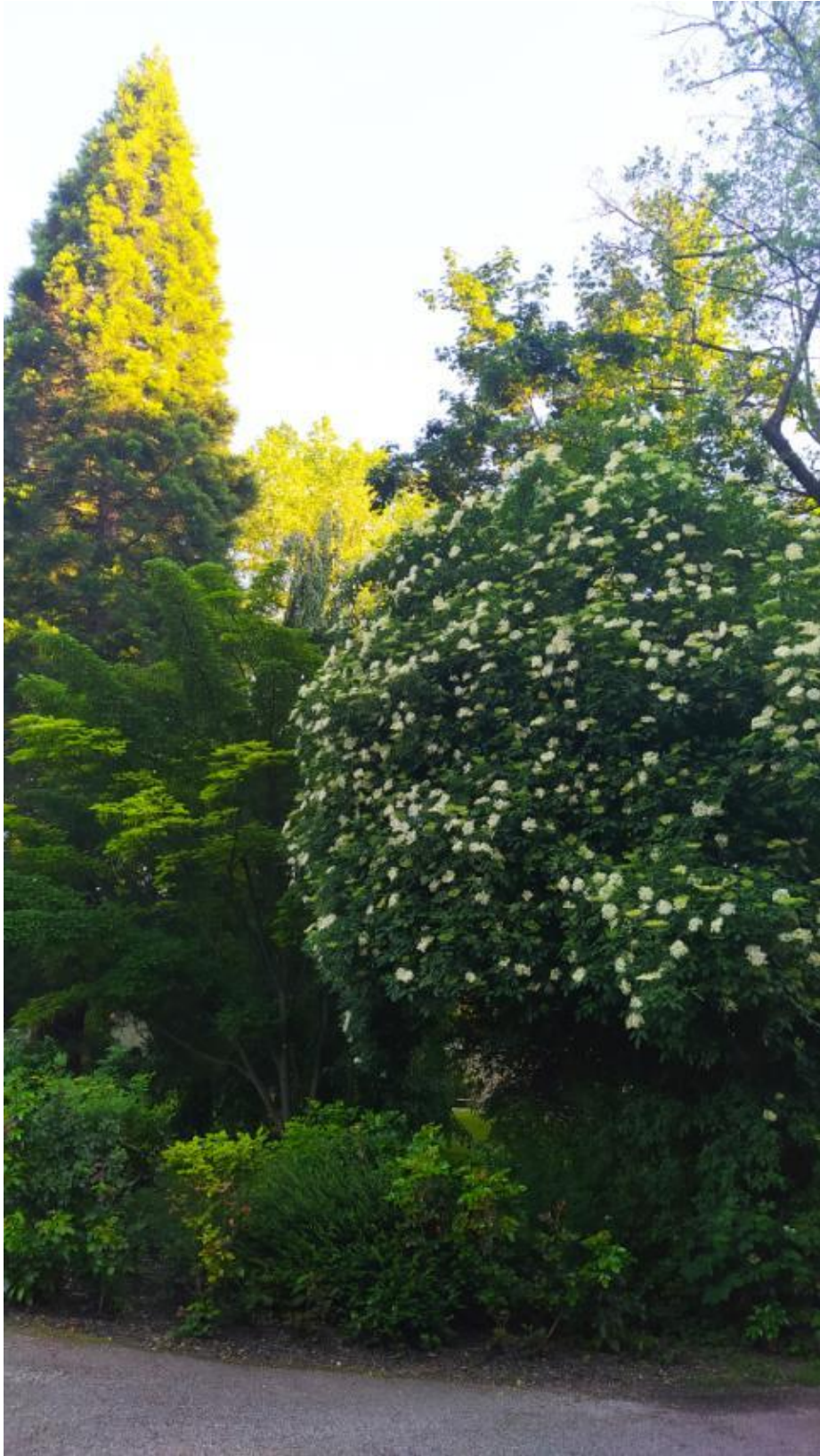
Біорізноманіття в умовах урбоєкосистеми є надзвичайно впливовим механізмом покращення якості життя.

4.2.1. Особливості життя рослин в умовах міста. Біорізноманіття є однією з найважливіших умов зберігання стабільності екосистеми. Перед тим, як говорити про відродження цього надважливого параметру сталої екосистеми в умовах міста, необхідно звернути увагу на деякі аспекти.

Кожна рослина – це живий організм, який в зміненому середовищі вимушений пристосовуватися до певних умов існування. В міському середовищі ці умови складні і перманентні. Забруднення повітря, шум, вібрації від автомобілів вздовж автомагістралей, асфальтове покриття над коренями дерев та кущів, яке влітку може прогріватися до 70 градусів. При температурі повітря 26 – 27 градусів температура ґрунту під асфальтом на глибині 20 см досягає 34-37 градусів, а на глибині 40 см-29-32 градуси. В цих горизонтах зосереджені кореневі закінчення дерев. Особливо нагрівається ґрунт безпосередньо під асфальтом. Тому поверхневі шари ґрунтів в містах не мають живих коренів. Створюється нефізіологічна для рослин ситуація: температура підземних органів в них нерідко буває вища, ніж надземних [9]. Виявлено, що корені у дерев в таких умовах розподіляються нерівномірно.

Більша їх маса розташовується там, де є ділянка живої землі без асфальту. Взимку на вулицях, де прибирають сніг, а асфальт при цьому має велику теплопровідність, ґрунт охолоджується до -10 – -13 градусів. Таким чином, річний перепад температур ґрунтів в місті складає 40-50 градусів (в природних умовах він не перевищує 20-25 градусів). Крім того, посухи, ущільнення, оголення ґрунтів внаслідок витоптування – ці впливи роблять представників флори в місті слабкими, беззахисними перед шкідниками, хворобами, значно скоротчують тривалість життя дерев. Такі дерева стають аварійнонебезпечними для людей. Крім того, рослини необхідно садити з урахуванням їх біологічних характеристик, таких як ступінь морозостійкості, посухостійкості, тіньовитривалості, стійкості до забруднювачів, солей та ін. Так, кущі троянд, висаджені навесні в непрогрітий ґрунт в деградовані забруднені алеї вздовж шосе, приречені на загибель. Дерева, висаджені в травні в фазі активної вегетації в землю, яка не здатна утримати вологу, теж приречені на загибель.

Найкраще зберігаються у місті багатоярусні щільні угруповання, де рослини створюють своє середовище і підтримують одне одного (фото № 24).



Φοτο Νο 24.

4.2.2. Застосування принципів глибинної екології в плануванні озеленення міст. Концепція глибинної екології про необхідність уявити себе на місці тієї істоти, відносно якої плануються якісь дії, є великим помічником у прийнятті рішень при проектуванні та плануванні висадки зелених насаджень. "А як би я відчував себе на місці цього дерева, що росте наодинці серед асфальтової пустелі біля дороги, де влітку невтримна спека, смог, взимку сильні вітри і навколо ні однієї живої рослини, яка б підтримала, тільки люди, що витоптують клаптик землі, ломають гілки, роблять "санітарні обрізки?" Дерева, посаджені у порядку "саванної рослинності", тобто на значній відстані одне від одного, коли ані крони, ані кореневі системи не контактують, в невелику лунку посеред асфальту, що типово для наших міст, максимально страждають від антропогенних чинників, мають вкорочений термін життя і користі від них набагато менше, ніж від здорових дерев, які є складовими екосистеми. В таких умовах дерева краще взагалі не висаджувати. Нехай це буде просто пішохідна зона або додаткове місце для паркування автотранспорту. А для живих рослин виділити трохи більшу ділянку землі, висадити щільною посадкою дерева (або дерево) сумісно з кущами, багато- та однорічними травами, де рослини за допомогою своїх кореневих систем та різосфер зможуть взаємодіяти та стануть маленькими зеленими острівцями

життя (фото № 25 та № 26). Хотілося б, щоб у наших містах (Фото № 27, № 28) було так же.



Фото № 25. Узбіччя, оздоблене квітучим різнотрав'ям

Фото № 26 . Принципи багатоярусності та групності посадки рослин на узбіччі



Фото № 27. Так у Києві намагаються захистити рослини від паркування машин.



Фото № 28. Київські реалії поводження із ґрунтом та рослинністю.

Тобто сформується окремий фітоценоз із системою відносин рослин одна з одною та з навколишнім світом. Мульча буде підтримувати вологість та захищеність ґрунту. Квіти притягнуть комах, за комахами з'являться птахи. Сформується біогеоценоз, і людина отримує "букет" екологічних послуг такого "зеленого острівця":

- зменшення температури і підвищення вологості повітря влітку;
- пом'якшення холодних вітрів взимку;
- очищення повітря від аерозольних поллютантів;
- очищення ґрунту від важких металів;
- протишумовий ефект;
- естетичне задоволення;
- можливість спостерігати природу;
- релаксація, кольоротерапія.

4.2.3. Роль живоплотів в екосистемі міста. Окремо необхідно виділити значення живоплотів у місті. Живоплоти – це посаджені в певному порядку ряди із кущів, основна функція яких – відмежування різних по значенню ділянок, зонування територій, бар'єр. Однак при належному підході живоплоти в місті, як і за містом, надають важливі і цікаві екологічні послуги. Корені кущів депонують карбон в ґрунті, тому що під кущами та навколо них не порушується цілісність ґрунту, самі рослини мають гарну вегетаційну активність, дбайливе формування також активує ріст надземної маси. Живоплоти можуть бути різними: низькими (бордюрний тип), монокультурними (тільки самшит *Buxus sempervirens* L. або спірея *Spiraea* або щось інше), фігурними.

Але в контексті даної теми розглянемо живоплоти, сформовані багатьма видами (глід *Crataegus monogyna* Jacq, терен *Prunus spinosa* L. , бірючина *Ligustrum vulgare* L. , бузина *Sambucus nigra* L., дерен білий *Swida Alba* L. , кизил японський *Cornus Maß* L., піраканта *Ruscus cocaine* , бузок , калина звичайна *Viburnum opulus* L. , магонія падуболиста *Madonna aquifolium* та інші). Формується цей живопліт таким чином, щоб посаджені густо рослини створювали зарості, гілки покривали стовбур до самої землі, захищаючи його від вітрів. При формуючих обрізках видаляється невелика частина гілок, стримуючи надмірне розростання. Навесні такий полікультурний живоплот цвіте різними фарбами, цвітіння одних видів змінюється іншими. Містяни отримують естетичне задоволення, відпочивають біля таких оаз квітів. Квіти приваблюють комах, комахи – птахів. Птахи в густих зелених високих живоплотах в'ють гнізда. Спів птахів навесні в місті – своєрідна звукотерапія, а для дітей – можливість більше вивчати природу. Плоди, насіння різних кущів – гарна кормова база для птахів в зимово-весняний період. Надійна жива огорожа є одним з найбільш цінних місць для життя птахів завдяки різноманіттю їжі та багатству можливостей для ночівлі і гніздування, які вони забезпечують. Вільшанка *Erithacus rubecula*, соловей *Luscinia*, волове око

Troglodytes troglodytes, горобці Passer, синиці Parus – неповний перелік мешканців таких заростей.

Важливо створювати живоплоти переважно з місцевих видів, які еволюційно більш тісно включені в ланцюги живлення. Ідеальними кущами є місцеві квітучі: бузина *Sambucus nigra* L., глід *Grataegus monogyna* Jacq., шипшина *Rosa canina* L., як джерело соковитих плодів, ягід, якими птахи живляться восени та взимку. Парадоксально, але на міських просторах сьогодні домінують іноземні види, які гірше пристосовані до місцевих кліматичних умов, часто гинуть від низьких температур, снігових ущільнених з домішками солі мас або, навпаки, від весняної або літньої посухи. Звісно, краса їх екзотична, вони є прикрасою міст. Але це не повинно виключати із озеленення місцеві види. Ту ж саму бузину або шипшину, кущові види верби *Salix* L. рідко можна побачити на наших вулицях. Кожна з цих рослин має свою незамінну екологічну функцію по відношенню до багатьох учасників біоценозу. Так, сережки верби козячої (*Salix caprea* L.) є цінним кормом для зимуючих птахів ранньою весною.

Зрозуміло, що екологічну функцію очищувати повітря, продукувати кисень, бути бар'єром для шуму та вібрацій живоплоти виконуть ідеально. Такі види, як Амеланхія, жимолость татарська *Lonicera tatarica* L., аронія *Aronia melanocarpa*, піраканта *Rytanthera coccinea* M.Roem, кизил *Cornus Mas* L., дейція *Deutch scabra* витривалі до міського середовища, низьких температур. Тому можуть частіше використовуватися як прикраса наших міст. Вічнозелені кущі – Еуonymus L., магонія падуболиста *Mfgonia aquifolium* Nutt., ялівці *Juniperus communis* та інші – джерела кисню в зимовий період, прихисток для птахів, "відпочинок для очей" в сірих пейзажах.

4.2.4. Рослини інтродуценти – небажані гості рослинної спільноти.

Прагнучи до різноманіття видів дерев, кущів, трав'янистих рослин, слід уникати розповсюдження в місті рослин – інтродуцентів. Ці рослини створюють загрозу сусіднім природним екосистемам лісів, степів, лугов. Останнім часом

розповсюдження їх в природі прискорилось. Цьому є свої причини. З одного боку, агресивність чужорідних рослин обумовлена їх вираженими адаптивними властивостями, невибагливістю до ґрунтів, посухо- та морозостійкістю, надзвичайної насінневою продуктивністю (наприклад, у клена ясенolistого *Acer negundo* L. формується 100-500 тисяч крилаток на одне дерево за сезон). З іншого боку, велика розораність земель, штучне стрімке скорочення природних ареалів існування рослин, зміна кліматичних умов призводять до ослаблення, а іноді до зникнення аборигенних видів рослин. В умовах міста рослини-інтродуценти мають меншу загрозу неконтрольованого розповсюдження, тому що самі обмежені доволі жорсткими факторами впливу. А іноді є єдиними, здатними вижити в умовах значного хімічного забруднення. Але широко використовувати їх для озеленення міст не варто. Прикладами таких рослин-агресорів, які в минулому здійснили "втечу в природу", а сьогодні стають причиною скорочення видового багатства природних ценозів, порушення їх розвитку, є робінія псевдоакація *Robinia pseudoacacia*, дуб червоний *Quercus rubra*, клен ясенolistий, в'яз низький *Unmut minor*, гледичія колюча *Gleditsia tricanthos* L., аморфа кушова *Amorpha tritricosa* L., верба ламка *Salix fragilis* L., айлан. Із трав відомі своєю агресивністю золотарник канадський *Solidago canadensis* L., ваточник сірійський *Asclepias syriaca* L., амброзія полинолісна *Ambrosia artemisiifolia* та багато інших.

Простим, цікавим і водночас важливим для підтримання біорізноманіття прийомом є використання домівок для комах, дрібних тварин, птахів (фото № 29, № 30). Діти різного віку можуть приймати безпосередню

участь в їх створенні. Такий творчий процес об'єднує дітей, дає їм знання про



Фото № 29. Будиночок для комах



Фото № 30. Креативне рішення-поєднання будиночка для комах і городньої грядки на шкільному подвір'ї

природу і розуміння того, що вони є частиною цієї природи [18, 19]. Домівки для бджіл-осмій *Osmia rufo*, встановлені на території парку або навчального закладу, можуть стати цікавим об'єктом спостереження. Ці комахи безпечні для людей, не агресивні. Вони є важливими запилювачами квітів ранньої весни. Штучно створені домівки для бджіл-осмій, інших комах-запилювачів частково компенсують дефіцит природних ареалів існування.

Окремо потрібно відмітити ідею зелених коридорів [15]. Описані в цій роботі заходи направлені на наближення, хоча і досить умовне, умов існування рослин, комах, тварин до природних. Логічним продовженням цих ідей є надання можливості тваринам переміщатися в просторі. Багато з них обмежені асфальтовим кільцем вулиці, інші гинуть під колесами автівок. Зелений коридор – це з'єднання зелених островців, алей, парків, інших зелених зон між собою, що утворює єдиний ареал існування міських тварин, зберігає їм життя, збільшує їх чисельність, сприяє обміну генофондом всередині виду.

Зелені коридори в містах, особливо в мегаполісах, які займають значні території, стануть частиною такого глобального проекту, як Смарагдова мережа України та Європи (Emerald Network). Смарагдова мережа – мережа природоохоронних територій, створена задля збереження видів та оселищ, які потребують охорони на загальноєвропейському рівні [16]. Міста України розташовані на шляхах міграції багатьох видів птахів. Значні території природних ареалів, де тимчасово зупиняються птахи, здійснюючи довгий шлях на південь або повертаючись додому, зникли у результаті діяльності людини. Тому парки, лісопарки, збережені озера у межах міст можуть стати рятувними для багатьох птахів!

Таким чином, прагнення до біорізноманіття – це прагнення до стабільності живої багатокомпонентної екосистеми міста, яка максимально надає свої екологічні послуги. Головним для екосистеми є не розмір, а можливість здійснення кругобігу хімічних елементів. Як довели у своєму дослідженні австралійські вчені Менна Е. Джонс, Л. А. Бурмака, Гленн Бейн, "структурна складність відновлювальних насаджень більш важлива для реколонізації і збереження місцевої фауни, ніж розмір загальної відновленої території". Під "структурною складністю" вони розуміють ярусність та групність насаджень, намагання зберегти рельєфність території, включення штучних структур середовища, таких як грубі дерев'яні уламки, домівки для птахів, тварин, комах [17].

Кожному виду рослин притаманний свій достатньо стійкий набір мікробіоти. Завдяки такому симбіозу різні рослини мають корисні властивості, яки можуть бути вдало використані людиною за умов шанобливого відношення до них. Зрозуміло, що чим більш різноманітна флора навколо, тим більше користі може отримати людина.

4.2.5. Бур'яни і птахи. Ще одна складова рослинного різноманіття, яку намагається винищити людина – це бур'яни. В нашій свідомості бур'яни тісно пов'язані з хаосом, бідністю, занедбаністю. Але це прояви зверхнього, споживацького ставлення до природи, яки суперечать прогресу і віддаляють людину від природи. Тому бур'янам теж повинно бути місце в фітоценозах зелених зон міста (фото № 31). Квіти цих рослин приваблюють бджіл та багатьох інших комах. Такі представники бур'янів, як коров'як звичайний або вербаскум *Verbascum L.*, реп'ях *Arctic L.*, полин звичайний *Artemisia vulgaris*, мальва мускусна *Malva Machata L.* виглядають декоративно в солітерних посадках (або просто залишені під час покосів). Ці трави невибагливі до ґрунтів, витривалі до кліматичних контрастів, тому можуть зростати біля доріг, автозаправок, стоянок міського транспорту і виживати там, де інші рослини гинуть. Слід придивитися до підказок природи, використати їх на користь людини. До того ж, насіння таких бур'янів, як будяк *Carduus*, кропива дводомна *Urtica dioica*, лобода *Chenopodium L.*, пирій *Elytrigia repens* є цінною кормовою базою для птахів в зимовий період (фото № 32).



Фото № 31. Бур'яни в стилі "модерн"



Фото № 32. Будякова клумба біля автостоянки

Так, щиглик *Carduelis carduelis* L., осілий птах для території України, зимою тримається відкритих місць із високими бур'янами. Зимові кочівлі і взагалі виживання щигликів залежить від врожаю насіння. Морозів птахи не бояться. Дорослі птахи живляться переважно насінням бур'янів та комахами-шкідниками, насінням "смітєвих" трав. Для збереження виду існування таких острівців рослин, насінням яких живляться щіглики, дуже важливе. Вид занесено до Бернської конвенції. Від людини це не вимагає ніяких фінансових витрат. Навпаки, менше працювати косаркою там, де це шкодить природній рівновазі. Жайворонки *Amanda arvensis*, коноплянки *Linaria cannabina*, вівчарики *Phylloscopus* теж живляться насінням бур'янів. А навесні міські

мешканці мають змогу чути різні переспіви цих пташок, що на сьогоднішній час недоступно для більшості. Відомо, що співи птахів заспокоюють людину, знижують рівень тривожності, допомагають долати депресивні стани, врівноважують, гармонізують. Навіть з'явилась така галузь медицини, як орнітотерапія!

4.2.6. Зелені дахи та вертикальне озеленення. Вертикальне озеленення та зелені дахи – екологічні рішення для міста, що мають великий ресурс використання і здатні покращити мікроклімат двору, району, міста. Починаючи розмову про наступне пермакультурне рішення, необхідно зазначити, що всі вони мають такі характерні властивості:

1) не потребують значних коштів в реалізації, тому що використовують вже наявні ресурси (землю, воду, всі компоненти живої природи);

2) чим більш злагоджено працюють всі складові пермакультурних рішень, покращуючи життя рослин, тварин, комах, тим в більшій геометричній прогресії людина отримує користь від них. І головне надбання-створюються базові інструменти здоров'я сьогоднішнього покоління і можливість надати гарантії здорового життя прийдешнім поколінням.

Зелені дахи – це додатковий зелений простір міста. Під озеленення можуть використовуватися дахи вже існуючих будинків. В цьому випадку, найімовірніше, можна змодельовати і реалізувати екстенсивні варіанти зелених дахів. Вони являють собою тонкий шар ґрунту з дренажно-накопичувальними елементами, на якому ростуть низькорослі рослини. Частіше використовують седум (очиток). Наукова назва роду *Sedum* походить від латинського *Sedare* – полегшувати, заспокоювати. Всі види очитків невибагливі до ґрунтів, посухостійкі (вони є характерними представниками ксерофітних рослин), світлолюбні, переносять морозні, навіть безсніжні, зими. Мають дуже декоративний вигляд, медоноси. Легко розмножуються

вегетативним шляхом через корені. Частіше для створення килимів на дахах обирають низькі ґрунтопокровні види.

Попит на зелені дахи зростає не тільки з екологічної, а і з економічної точки зору. Тому на дахах будинків, які проектуються з урахуванням додаткового навантаження на фундамент, можна використовувати інтенсивні зелені дахи, де можуть зростати не тільки трави, а і кущі та дерева. Такі дахи є додатковими популярними громадськими просторами і можуть використовуватися як спортивні зони, бути місцями відпочинку в контакті з природою. Ця технологія додаткових зелених площ є перспективною для міста. Якщо поррахувати площу дахів, де може бути луг, сад, а також допоміжних приміщень, зупинок громадського транспорту, балконів з квітами, стає зрозумілим, що така зелена маса з усіма її бонусами може змінити мікроклімат міста, зменшити ефект "теплового острова".

Зелені дахи мають такі переваги:

- забезпечують теплоізоляцію влітку, зменшують нагрівання, взимку зберігають тепло, що покращує рівень комфорту і наближають до стандарту "пасивних будинків". Якщо влітку температура поверхні звичайного даху доходить до 70 градусів, то покритий рослинністю нагріється не більше ніж до 25 градусів [14];

- під час опадів система зеленого даху утримує і поступово відводить воду. При цьому розвантажується прибудинкова дренажна система, міська каналізаційна система. Волога довше утримується за рахунок ґрунту, рослин, і при випаровуванні підвищує вологість повітря;

- рослини даху стають прихистком для комах, птахів, підтримуючи біорізноманіття;

- висока шумопоглинаюча здатність (ґрунтовий шар поглинає низькі частоти, рослини – високі);

- сади, луки, клумби на дахах стають прикрасою міста, приваблюють туристів;

- озеленені дахи служать набагато довше звичайних за рахунок того, що ізолюючі шари захищають від ультрафіолетових променів та інших природних руйнуючих явищ.

При правильному облаштуванні зеленого даху будинок має надзвичайно естетичний вигляд, при неправильному – навпаки (Фото № 36).



Фото № 36.

Додатковим інструментом адаптації міст до змін клімату може стати вертикальне озеленення. В основному, використовуються виткі ліани. Їх вибір досить широкий. Стіни будинків – готова опора для ліан, водночас і теплова ловушка, і вітрозахисна споруда. Це дає змогу вдало використовувати їх в озелененні міста, отримувати екологічні бонуси без потреби в додаткових територіях. Різні види плющів, Jeder L. , дівочий виноград Parthenocissus

tricuspidata veitehii, види жимолості Lonicera (Каприфол L. carrifolium, японська L. japonica, інш.), гортензія черешчата Hydrangea macrophylla, виноград Вічі P. quinquefolia, кампсис Campsis Lour. – це неповний перелік витких рослин, які:

- зменшують температуру стін будинків влітку на 5 градусів. Особливо відчутно це в південних регіонах;

- підвищують вологість повітря;

- є осередком життя комах, птахів, навіть, дрібних ссавців (білки);

- джерело кисню;

- очищення повітря;

- індивідуалізують, "розфарбовують" місто;

- дають естетичне задоволення для людини, є засобом кольоротерапії (наприклад, зелений колір гармонізує, балансує, надихає до праці; жовтий колір – колір радості, оптимізму, роздумів).

Значної індивідуальності кожному міському двору можуть надати невеликі дизайнерські інсталяції, створені не тільки для користі, а насамперед для краси (Фото № 37).



Фото № 37.

При виборі рослин враховують їх особливості зростання і потреби. Так, виноград Вічі не потребує додаткових опор, не порушує цілісності опорної стінки, тому що кріпиться до неї видозміненими листями-присосками, не проникає в щілини. Крім того, він не порушує фундамент, навпаки – знижує кількість вологи в ньому та стіні (Фото № 38). Інші ліани потребують опор перший час після посадки (Фото № 39).



Фото № 38. Приклад вертикального озеленення

Фото № 39.

Для пишного зростання усіх елементів озеленення міста можуть (і мають) бути застосовані різні модифікації ТГР, на посадкових смугах яких будуть чудово себе почувати усі без винятку рослини, а діти зможуть цілий сезон підсаджувати «насінневі бомбочки», які красуються у вітринах магазинів (Фото № 40) на спеціально виділених для цього ділянках (Фото № 41, № 43) або у контейнерах (Фото № 42).



Φoto № 40.



Φoto № 41.



Φοτο Νο 42



Φοτο Νο 43

ВИСНОВКИ

1. Ґрунти та зелений покрив міста, як основні компоненти екосистеми, здатні створити і підтримувати повноцінну екосистему міста; для цього мають бути застосовані пермакультурні технології та етичні принципи пермакультури.

2. Технологія Теплих грядок Розума дає можливість створювати родючий ґрунт у стислі строки, одночасно утилізуючи органічні відходи і у різних модифікаціях має стати основним методом догляду за зеленими насадженнями у місті.

3. Найкращими зарубіжними практиками пермакультурного облаштування міста, за нашими спостереженнями, є системне управління стоковими водами (майже кожний інфраструктурний об'єкт міста має на власній території водозбірні канами, проникні поверхні); зелені дахи та вертикальне озеленення; широке використання живоплотів для зонування територій, біорізноманіття за рахунок місцевих видів рослин; обов'язкове мульчування некритих рослинами ділянок; популяризована серед населення ідея використання домівок для комах та інших тварин.

4. Помилковими рішеннями є: суцільне асфальтування навколо дерев; використання каміння та агроволокна у якості покривного матеріалу для ґрунту; вилучення органіки з парків; відсутність достатньої кількості зелених насаджень та водостоків для управління зливовими водами; відсутність практики використання біоплато на об'єктах з підвищеним забрудненням (автомийки, автозаправки).

5. Досвід Австрії як країни зі схожими кліматичними умовами для України є цінним. Всі розглянуті пермакультурні практики можливо використати в нашій країні з користю для людини і природи. При плануванні необхідно враховувати більшу кількість снігу взимку, перепади зимових температур, використання технічної солі.

6. Зміна концепції співіснування міста і живої природи або живої природи в місті необхідна. Ця необхідність продиктована в першу чергу потребою зберегти здоров'я людей в умовах технологічного, індустріального прогресу. Свіже повітря, чиста вода, екологічна їжа повинні стати досягненням цього самого прогресу. Людина завжди була і є частиною природи. Тому ми ще повинні відчувати потребу любити, милуватися, захищати всі форми життя, як родину. А це можливо тільки перебуваючи, зростаючи поряд з ними. Набута у дитинстві любов і повага до живого проноситься крізь все життя.

Зрозуміло, що тільки збільшенням і якісним покращенням зелених осередків в місті не вирішується проблема екології міста – необхідно створення цілісної, нефрагментованої екосистеми, що вимагає нового системного підходу та дуже дороговартісне. Але це важливий крок до зміни споживацької домінанти на людяну, із "справедливим розподілом" і в інших сферах нашої діяльності.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Для «зеленого» відновлення України необхідно застосувати весь наявний зарубіжний і вітчизняний досвід, перевірений практикою, та врахувати допущені помилки, щоб не допустити їх повторення. Пермакультурні рішення можуть бути частиною комплексного мультидисциплінарного підходу до відродження міст.

2. У місті необхідно дбати насамперед про ґрунт – ні клаптика голої землі, вона має бути закрита або мульчею, або рослинністю. В усіх зелених насадженнях, за винятком найбільш парадних, необхідно залишати на ґрунті весь опад відповідно до Правил утримання зелених насаджень в населених пунктах України.

3. Для відновлення забруднених ґрунтів у міських умовах доцільно використовувати рослини-ремедіатори такі як: осока шорстковолосиста, обліпіха крушиновидна, люпин, рокитник, конюшина біла, конюшина червона, вика, люцерна посівна, міскантус, лугові трави.

4. Для очищення повітря рекомендується використовувати тополю, вербу білу, лох вузьколистий, дерен білий, бузок, шипшину, ясен, липу, ялину колючу.

5. Для збереження біорізноманіття необхідно залишати некошеними ділянки трав'янистої рослинності.

6. Для захисту міського середовища від повеней та очистки поверхневого стоку необхідним є впровадження єдиної системи управління стоковими водами. Вона надважлива і актуальна в усіх регіонах: на півдні із значним дефіцитом води буде утримувати і зберігати в ґрунті цей цінний природний ресурс, у центральних та західних областях з нерівномірним, контрастним режимом дощів і загрозами підтоплень стане ефективним методом їх профілактики.

До системи управління стоковими водами в умовах України необхідно включити: водозбірні рови та канави, дощові парки та садки, об'єднані між собою та з інфраструктурними об'єктами системою труб, що збирають дощову воду з дахів; переривчасті бордюри; водоприємні поверхні; поверхні доріг, прибудинкових територій, стоянок автотранспорту, що мають кут нахилу у бік водозбірних ровів, завдяки чому вода пасивно стікає і не затримується на асфальті; біоплато у вигляді спеціально підібраних рослин в водозбірних канавах біля автомийок та автозаправок додадуть ефективності в очищенні стічних вод; підходи до водойм необхідно закрити зеленими смугами суцільної рослинності.

7. Необхідно широке впровадження технології відновлення якості ґрунтів у місті. Ця проста і ефективна технологія включає регулярне збагачення ґрунту органічною складовою за допомогою мульчі, компостування, використання модифікованих Теплих грядок Розума, які дозволять створити на значних площах навколо себе високогумусний ґрунт, одночасно утилізувати органічні відходи та вирощувати декоративні рослини. Потрібно розглянути можливість встановлення в парках та приватному секторі компостерів.

8. Необхідно наближати міські парки до сталих біоценозів, збагачуючи їх місцевими рослинами, тобто створювати продуктивну природну екосистему, яка здатна максимально ефективно виконувати всі екологічні послуги.

9. Принцип «всюдності життя» має бути пріоритетним: озелененню підлягають усі можливі поверхні – ґрунт, стіни, дахи. Міські парки, сквери, придорожні насадження і т.ін. мають бути поєднані між собою зеленими «коридорами» - живоплотами, виконані із аборигенних форм, багатоярусними і обладнаними засобами зоозахисту (схованки, гніздівлі, годівниці, поїлки і т.ін.).

10. Необхідно створити навчальні майданчики для дітей та дорослих, охочих зайнятись садівництвом, та створити для них умови.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1.

https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D1%96%D0%BB%D1%96_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%BA%D1%83#%D0%A6%D1%96%D0%BB%D1%8C 11. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BA_%D0%BC%D1%96%D1%81%D1%82_%D1%96_%D0%B3%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%B4

2.

https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BA

3. Мовчан В.О., Черненко К.Д. (Україна, Київ). ЕКОЛОГІЗАЦІЯ МІСЬКИХ СИСТЕМ - ШЛЯХ ДО СТАЛОГО РОЗВИТКУ. http://eco.com.ua/sites/eco.com.ua/files/lib1/konf/3vze/zb_m/t2/tom_2_s07_p_639_641.pdf

4. Білл Моллісон, Рені Міа Слей. Вступ до пермакультури. – Львів: Простір-М, 2019. – 213 с. іл.

5. Мовчан В. О., Розум В. М. Інтенсивний модульний лісосад на базі Теплих грядок Розума: метод. посібн. / В. О. Мовчан, В. М. Розум. — К.: Талком, 2022. — 20 с. Режим доступу: https://fbmt.uu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/10/lisosad_ukr.pdf.

6. ГС «Пермакультура в Україні» <https://www.permaculture.in.ua/index.php/uk/about-us-ua>

7. С.В. Дидович, С.В. Москаленко Біотехнологічний потенціал ґрунтових ціанобактерій, 2015. М. 2015 с.12-18.

8. Л.З. Шевчик, О.І. Романюк. Аналіз біологічних способів відновлення нафтозабруднень ґрунтів. К. 2017, с.24-27.

9. Т.К. Горишина. Рослина в місті. Видавництво Ленінградського Університету, 1991, с. 18-23, 31-36.

10. Sukru Dursum, Л.Ю. Симочко, Хасейн Манколлі Біоремедіація важких металів з ґрунту. 2019 с. 18-19, 26-29.

11. А.Ю. Муратова, Е.В. Любунь, Л.Ю. Сунгурцева Фізіолого-біологічні реакції *Miscanthus giganteus* на забруднення ґрунту важкими металами. Екобіотех, 2019, том 2 №4 с. 482-493.

12. І. Ісаченко К. Ландшафт. Косити чи колосити? Газони у великому місті. К., 2020, с.5-7.

13.

[https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BD#:~:text=%22%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B5%22%20%D0%B2%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BD%D1%83%20\(%D0%9E%D0%B4%D1%83%D0%BC%2C%201975\),-%22...&text=%D0%95%D0%BA%D0%BE%25D](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BD#:~:text=%22%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B5%22%20%D0%B2%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BD%D1%83%20(%D0%9E%D0%B4%D1%83%D0%BC%2C%201975),-%22...&text=%D0%95%D0%BA%D0%BE%25D)

14. Василенко І.А., Півоваров О.А., Трус І.М., Іванченко А.В. Урбоекологія / І.А. Василенко, О.А. Півоваров, І.М. Трус, А.В. Іванченко – Дніпро: Акцент ПП, 2017. – 309 с., с. 186. <https://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/5/7/5-7-buk3.pdf> .

15. М. Рубика, О. Гусарова, А. Зозуля, А. Бутовський та ін. Каталог природоорієнтованих рішень Львів: УКМ 2021, с. 5-20.

16. Мережа Емеральд. <https://uncg.org.ua/emerald/> .

17. Менна Е. Джонс, Л. А. Бурмака, Гленн Бейн. Оцінка цінності відновлювальних насаджень для дикої природи в агроландшафті помірного клімату. *Ecological Management and Restoration*. 2021. Том 2, с. 65-74.
18. Саєнко Т.В. Освіта екобезпечного інформаційного суспільства: проблеми і перспективи. Монографія. – К.: Освіта України. – 2008. – 290 с.
19. Маєр-Абіх Клаус Міхаель. Повстання на захист природи. Від довкілля до спільносвіту. Переклад з нім., післямова, примітки Анатолія Єрмоленка. – Київ: Лібра, 2004. – 196 с.
20. М. Рубика, О. Гусарова, А. Зозуля, А. Бутовський та ін. Каталог природоорієнтованих рішень Львів: УКМ 2021с. 5-20
21. Менна Е. Джонс, Л. А. Бурмака, Гленн Бейн Оцінка цінності відновлювальних насаджень для дикої природи в агроландшафті помірного клімату. *Ecological Management and Restoration* 2021 Том 2 с. 65-74
22. В. А. Мазур, Г. В. Панцирів Рід *Lupus* в Україні: генофонд, інтродукція, напрями досліджень та перспективи використання. Вінниця 2020 с. 54-57
23. І.К. Андреюк Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенних навантажень. К. Обереги 2001 с. 240
24. В.П. Патика Екологія мікроорганізмів. К. 2007 с. 192
25. В.В. Петрова Латинь. Ботанічна термінологія. Криворізький державний педагогічний Університет. Кафедра ботаніки та екології. К. Ріг КДПУ 2020 с. 120, с. 132-135
26. Sukru Dursum, Л.Ю. Симочко, Хасейн Манколлі Біоремедіація важких металів з ґрунту. 2019 с. 18-19, 26-29
27. Л.З. Шевчик, О.І. Романюк Аналіз біологічних способів відновлення нафтозабруднень ґрунтів. К. 2017 с.24-27

28. Матеріали X міжнародної наукової конференції "Ландшафтна архітектура в ботанічних садах і дендропарках". Каменець-Подільський ФОП Сирії 2018 с. 270-274
29. В.П. Савосько Тяжелые металлы в почвах Кривбасса. Кривой Рог 2016 с. 31-34
30. І.К. Курдиш Роль мікроорганізмів у відтворенні родючості ґрунтів. К. 2017 с. 25-27
31. І. Ісаченко К. Ландшафт. Косити чи колосити? Газони у великому місті. К. 2020 с.5-7
32. А.Ю. Муратова, Е.В. Любунь, Л.Ю. Сунгурцева Фізіолого-біологічні реакції *Miscanthus Gugahteus* на забруднення ґрунту важкими металами. Екобіотех, 2019, том 2 №4 с. 482-493
33. В.Б. Гаврилюк. Проблеми органічної речовини в сучасному землеробстві. К.-Подільський, 2010, с.40
34. Т.К. Горишина Растение в городе. Видавництво Ленінградського Університету 1991, с. 18-23, 31-36.
35. S.B. Bird, J.E. Herrick Spatial heterogeneity of aggregate stability and soil carbon in semi-arid rangeland. Environ. Pollut. 2002 s. 116-445
36. Glomalin: Hiding Place for a Third of the World's Stored Soil Carbon
www.urs.usda.gov/is/AR/archive/sep02/soil0902.htm
37. <https://youtu.be/DusLungEggs> Лекції Кристин Джонс 2020