

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

Інститут біомедичних технологій

Кафедра мікробіології, сучасних біотехнологій, екології та імунології

«Допущено до захисту»

Протокол засідання кафедри

№ 7 від «01» лютого 2025 року



Зав.кафедрою

 Тетяна ТУГАЙ

**ПЕРМАКУЛЬТУРНІ ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОЗЕЛЕНЕННЯ
ПРИБУДИНКОВОЇ ТЕРИТОРІЇ МІСТ**

Випускна кваліфікаційна робота магістра
заочної форми навчання

за спеціальністю

206 Садово-паркове господарство

ОП Терапевтичне садівництво

Орлової Олени Миколаївни

Науковий керівник

кандидат біологічних наук

Мовчан Валентина Олексіївна

Роботу виконано на базі Національного ботанічного саду імені М.М.Гришка НАН України відділу культурної флори під керівництвом заступника директора з наукової роботи (інноваційний розвиток), зав.відділу культурної флори НБС імені М.М.Гришка НАН України, член-кореспондента НАН України Джамала Рахметова

Київ 2025

Зміст

Вступ.....	5
РОЗДІЛ І. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА ДЖЕРЕЛ З ТЕМИ	
ДОСЛІДЖЕННЯ	6
1.1. Законодавчі та нормативні аспекти озеленення прибудинкових територій	9
1.1.1. Основні положення законодавства України щодо благоустрою та озеленення міських територій ..	9
1.1.2. Державні будівельні норми України у сфері благоустрою прибудинкових територій..	11
1.1.3. Роль місцевих програм і стратегій в управлінні озелененням житлових територій..	12
1.2. Принципи пермакультури в озелененні прибудинкових територій.....	14
1.2.1 Основні ідеї та етичні принципи пермакультури ..	14
1.2.2 Адаптація пермакультурних принципів до умов міських територій ..	15
1.2.3 Використання міського огородинства як елемента пермакультурного дизайну..	16
1.3. Світовий та український досвід застосування принципів пермакультури в міському озелененні	18
1.3.1. Світові практики використання пермакультури в озелененні міських житлових територій ..	18
1.3.2. Українські приклади реалізації пермакультурних проектів у міському середовищі..	19
1.3.3. Необхідність подальших досліджень і впровадження пермакультурних принципів для покращення екологічної ситуації та сталого розвитку міст..	21
РОЗДІЛ ІІ. АНАЛІЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ДІЛЯНКИ ТА ОЗЕЛЕНЕННЯ ПРИБУДИНКОВОЇ ТЕРИТОРІЇ ШЕВЧЕНКОВСЬКОГО РАЙОНУ	

МІСТА КИЄВА. ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ ПО ВИРОЩУВАННЮ ТОМАТІВ..... 24

2.1. Аналіз та опис ділянки 24

2.1.1. Розташування та загальні характеристики...24

2.1.2. Оцінка стану ґрунту (аналіз)...26

2.1.3. Оцінка існуючого асортименту рослин і його недоліків....29

2.2. Експеримент з вирощування томатів33

2.2.1. Постановка експерименту (мета, методика)...33

2.2.2. Результати аналізу зразків ґрунту та томатів...35

РОЗДІЛ ІІІ. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ ОЗЕЛЕНЕННЯ ПРИБУДИНКОВИХ ТЕРИТОРІЙ У МІСТАХ ...42

3.1. Пермакультурні підходи та композиційні прийоми для організації
насаджень на прибудинкових територіях42

3.2. Висновки щодо можливостей вирощування їстівних культур у міських
умовах...46

3.3. Проєкт озеленення території біля багатоповерхового будинку в
Шевченковському районі м. Києва з елементами пермакультури...49

Висновки..... 60

Список використаних джерел..... 62

Додатки..... 61

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

pH - кислотність ґрунтів

ppm – одиниці виміру «Parts Per Million» у перекладі «частинок на мільйон»

ГДК – гранично допустима концентрація

ДБН – державні будівельні норми (України)

ж.р. – житлові райони

мкг/г, мк/кг – мікрограм

п.з. – промислові зони

РФА - рентгенофлуоресцентний аналіз

ВСТУП

В умовах швидких темпів урбанізації та зростання населення міст важливість належного озеленення прибудинкових територій стає надзвичайно актуальною. Міські ландшафти, зокрема в умовах війни та післявоєнної відбудови, потребують особливої уваги щодо збереження екологічного балансу, покращення мікроклімату, зменшення забруднення повітря та ґрунтів, а також забезпечення естетичного та функціонального комфорту для жителів. Водночас, розвиток міст вимагає застосування новітніх підходів до проектування, серед яких важливу роль відіграє використання принципів пермакультури.

Пермакультура, як система проектування сталих агроекологічних практик, здобуває все більше популярності в міському середовищі завдяки своїм можливостям в інтеграції природних процесів у систему міського озеленення. Використання пермакультурних принципів для благоустрою прибудинкових територій дозволяє досягти не лише екологічних, а й соціальних та економічних цілей. Особливу увагу слід приділяти адаптації цих принципів до специфічних умов урбаністичних територій, що включає врахування таких факторів, як стан ґрунтів, кліматичні умови, доступ до водних ресурсів та інші.

Об’єкт дослідження: прибудинкова територія міста Києва, зокрема територія Шевченківського району.

Предмет дослідження: організація озеленення прибудинкових територій з використанням принципів пермакультури.

Мета дослідження: розробка рекомендацій щодо удосконалення організації озеленення прибудинкових територій у містах, зокрема в умовах міста Київ, з використанням принципів пермакультури.

Для досягнення цієї мети було поставлено **ряд завдань:**

- дослідження теоретичні аспекти організації озеленення прибудинкових територій, зокрема принципи пермакультури, та проаналізувати сучасні тенденції організації міського ландшафтного дизайну, з урахуванням екологічних і соціальних аспектів.

- аналіз стану озеленення конкретної прибудинкової території, враховуючи її функціональне використання, просторові особливості та можливості для покращення ландшафтного дизайну.

- проведення експерименту з вирощування їстівних культур для оцінки придатності ґрунту та безпечності продукції для споживання, а також обґрунтувати доцільність міського городництва як складової пермакультурних практик на основі отриманих результатів.

- розробити проєкт розподілу площ і асортименту рослин для прибудинкової території на основі принципів екологічного та сталого ландшафтного дизайну, з урахуванням вимог і локальних умов.

Методи дослідження:

1. Аналіз нормативно-правових документів – для вивчення законодавчих і нормативних аспектів озеленення прибудинкових територій та пермакультури.

2. Метод порівняльного аналізу – для порівняння світового та українського досвіду застосування пермакультурних принципів у міському озелененні.

3. Польовий експеримент – для проведення досліджень щодо вирощування томатів на прибудинковій території з аналізом стану ґрунтів та умов вирощування.

4. Метод моніторингу – для оцінки поточного стану озеленення та його ефективності на досліджуваних ділянках.

5. Метод моделювання – для створення проєктних рішень з озеленення та прогнозування результатів впровадження пермакультурних принципів.

6. Метод статистичного аналізу – для обробки та інтерпретації результатів експериментів та аналізу якості ґрунтів і рослин.

7. Метод систематизації – для упорядкування та структурування інформації з літературних джерел, наукових публікацій та досліджень.

Згідно з поставленими завданнями, в першому розділі буде здійснено огляд законодавчих та нормативних аспектів озеленення прибудинкових територій, а також розглянуто основні принципи пермакультури та їх застосування в міському середовищі. Другий розділ присвячений аналізу та дослідженню ділянки Шевченківського району, де буде проведено експеримент з вирощування томатів. Третій розділ міститиме рекомендації щодо організації озеленення та проектування території з елементами пермакультури, а також висновки щодо можливостей вирощування їстівних культур у міських умовах.

Таким чином, дане дослідження має на меті не тільки покращення екологічної ситуації в урбанізованих зонах, але й створення практичних рішень для сталого розвитку міських територій через впровадження інноваційних підходів у сфері озеленення.

Інформаційну базу дослідження становлять законодавчі та нормативно-правові акти України, зокрема закони та державні будівельні норми щодо благоустрою та озеленення міських територій, наукові публікації з теми пермакультури та міського озеленення, Генеральний план м. Києва, досвід реалізації пермакультурних проектів в Україні та за кордоном, матеріали наукових конференцій і публікацій з питань озеленення та пермакультури.

Публікації на тему розвитку міського ландшафтного дизайну та підготовки фахівців у галузі садово-паркового господарства спрямовані на сталий і екологічний розвиток урбаністичних просторів:

1. Орлова О.М. Вітчизняні та зарубіжні тенденції розвитку міського ландшафтного дизайну. Молодь: освіта, наука, духовність: тези доповідей ХХ

Всеукраїнської наукової конференції студентів і молодих учених, 16-17 квітня 2024 року Київ. К: Університет «Україна», с.775-778. Режим доступу: https://uu.edu.ua/upload/Nauka/Molod_osvita_nauka_duhovnist/2024/molod24.pdf

2. Орлова О.М. Підготовка фахівців садово-паркового господарства на засадах пермакультури Колесніковські читання: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., Харків, 19 листоп. 2024 р./ Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова, Луганськ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка, Дніпровськ. держ. аграр.-екон. ун-т [та ін. ; редкол.: Н. О. Олексійченко, У. М. Соколенко, М. О. Подольхова]. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. с. 11-13. Режим доступу: https://science.kname.edu.ua/images/dok/konferentsii/2024/Tezy_2024/Zbirnik_tezy_LP_ta_SPM_2024_v_1_19_12_20241_65f70bda_2483_472d_91ff.pdf

РОЗДІЛ I

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА ДЖЕРЕЛ З ТЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Законодавчі та нормативні аспекти озеленення прибудинкових територій

1.1.1. Основні положення законодавства України щодо благоустрою та озеленення міських територій

Законодавчі та нормативні аспекти озеленення прибудинкових територій в Україні регулюються низкою актів, які визначають правила використання та благоустрою земель житлової забудови. Основні положення законодавства України щодо благоустрою та озеленення міських територій регулюються такими ключовими актами, як Закон України «Про благоустрій населених пунктів» і Земельний кодекс України. Закон України «Про благоустрій населених пунктів» визначає основи правового регулювання благоустрою територій, встановлюючи вимоги до створення, утримання та охорони зелених зон, парків, скверів і інших об'єктів міського озеленення. Він також регламентує права й обов'язки органів місцевого самоврядування, підприємств та громадян у сфері благоустрою [1].

Земельний кодекс України передбачає цільове використання земель міських територій, включаючи землі загального користування, до яких належать зелені насадження. Кодекс встановлює обов'язок органів місцевого самоврядування забезпечувати раціональне використання цих територій, їх охорону та відновлення [2].

Кодекс України про адміністративні правопорушення передбачає відповідальність за порушення правил благоустрою, зокрема пошкодження зелених насаджень або неналежний догляд за ними [3]. Крім того, Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» визначає

зелені насадження як важливу складову екологічної системи міста, що забезпечує сприятливі умови для проживання населення [4].

Відповідно до Наказу "Про затвердження Правил утримання зелених насаджень у населених пунктах України", озеленення прибудинкових територій регламентується як обов'язковий елемент благоустрою, що забезпечує поліпшення екологічного стану та підвищення якості життя мешканців. При створенні зелених зон враховуються вимоги до збереження існуючих насаджень, правильного вибору дерев, кущів і трав'янистих рослин із пріоритетом місцевих видів, а також дотримання відстаней до будівель, комунікацій і доріг. Утримання зелених насаджень включає догляд за рослинами, санітарну обрізку, полив та захист від шкідників [5].

Відповідно до Наказу "Про затвердження Правил утримання жилих будинків та прибудинкових територій", озеленення є важливим елементом благоустрою, що сприяє покращенню санітарно-гігієнічних умов та естетичного вигляду території. У правилах передбачено створення й утримання зелених зон, висадження дерев, кущів, газонів та квітників із урахуванням нормативів щодо відстаней до будівель, інженерних мереж та пішохідних шляхів. Відповідальні за утримання організації зобов'язані забезпечувати регулярний догляд за рослинами, включаючи полив, обрізку та прибирання території [6].

Відповідно до Типових правил благоустрою території населеного пункту, озеленення прибудинкових територій є обов'язковим елементом благоустрою, спрямованим на створення сприятливих умов для проживання. У правилах визначено вимоги до збереження існуючих зелених насаджень, висадження нових дерев, кущів, газонів і квітників із врахуванням екологічних та естетичних критеріїв. Особливу увагу приділяють вибору рослин, які відповідають кліматичним умовам регіону, та забезпеченню належного догляду за ними, включаючи полив, санітарну обрізку та боротьбу зі шкідниками [7].

Ці положення створюють правову основу для планування, реалізації та підтримки заходів з благоустрою й озеленення міських територій, спрямованих на поліпшення екологічного стану й умов проживання громадян.

1.1.2. Державні будівельні норми України у сфері благоустрою прибудинкових територій

Державні будівельні норми України (ДБН) у сфері благоустрою прибудинкових територій є важливим інструментом регулювання планування та організації простору, спрямованого на забезпечення комфортного й безпечного середовища для мешканців. Зокрема, ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій» встановлює основні вимоги до зонування та використання земель житлових комплексів, включаючи нормативи озеленення, освітлення, водовідведення та облаштування пішохідних і транспортних зон [8].

Одним із ключових аспектів цих норм є регламентація мінімальної площі озеленення, яка має забезпечувати екологічну рівновагу та сприяти покращенню мікроклімату. Для прибудинкових територій багатоповерхових житлових будинків встановлюється мінімальний відсоток зелених насаджень, що враховує дерева, чагарники, газони та квітники. Крім того, ДБН регламентують розташування і типи дитячих і спортивних майданчиків, зон відпочинку та інших елементів благоустрою, які мають бути інтегровані в озеленений простір.

Особливу увагу приділено санітарно-гігієнічним вимогам, які включають розміщення зелених бар'єрів між житловими будинками та джерелами шуму чи забруднення, такими як дороги або промислові об'єкти. Також норми передбачають забезпечення доступності озелених зон для осіб з інвалідністю, що відповідає сучасним підходам до інклюзивного дизайну.

Відповідно до ДБН Б.2.2-5:2011 "Благоустрій територій", озеленення прибудинкових територій є невід'ємною частиною благоустрою, спрямованою

на створення комфортного життєвого середовища. Зелені насадження виконують функції поліпшення мікроклімату, зниження рівня шуму, очищення повітря, а також забезпечують естетичний вигляд території. При плануванні озеленення необхідно враховувати функціональне призначення ділянок, дотримуватись встановлених нормативів щодо мінімальної площі зелених зон, вибору місцевих видів рослин, які адаптовані до кліматичних умов, та забезпечення їхньої безпечності для мешканців. [9]

ДБН у сфері благоустрою сприяють гармонійному розвитку міських територій, поєднуючи функціональність, естетичність і екологічність, що є основою для створення комфортного міського середовища.

1.1.3. Роль місцевих програм і стратегій в управлінні озелененням житлових територій

Роль місцевих програм і стратегій в управлінні озелененням житлових територій є надзвичайно важливою, оскільки саме вони забезпечують конкретизацію загальнодержавних нормативів і враховують локальні особливості. Ці програми й стратегії створюються органами місцевого самоврядування з урахуванням потреб громади, екологічного стану території та перспективного розвитку населених пунктів.

Місцеві програми можуть включати заходи щодо створення нових зелених зон, реконструкції існуючих, догляду за деревами та газонами, висадки нових рослин і впровадження сучасних технологій ландшафтного дизайну. Стратегії визначають довгострокові пріоритети, такі як збільшення загальної площі зелених насаджень, розвиток екологічних коридорів і адаптація міських територій до змін клімату.

Важливим аспектом є врахування думки громади. Участь жителів у формуванні програм дозволяє врахувати їхні побажання та підвищує відповідальність за збереження зелених зон. Крім того, місцеві стратегії часто

включають просвітницькі кампанії, спрямовані на підвищення екологічної свідомості населення.

Фінансування таких ініціатив може здійснюватися за рахунок місцевих бюджетів, грантів або партнерства з бізнесом. Це дозволяє не лише покращити якість життєвого середовища, а й створити умови для розвитку рекреаційної та соціальної інфраструктури. Таким чином, місцеві програми й стратегії відіграють ключову роль у створенні комфортного та екологічно збалансованого простору для мешканців житлових районів.

У Києві реалізуються кілька сучасних програм, спрямованих на озеленення житлових територій та покращення екологічного стану міста.

Однією з таких ініціатив є проєкт «Post War Greening», започаткований у 2023 році. Ця програма має на меті відновлення зелених зон, пошкоджених внаслідок військової агресії, шляхом висадки нових рослин та створення комфортних місць відпочинку для мешканців. У рамках цієї ініціативи вже озеленено першу ділянку в Подільському районі, а в майбутньому планується розширення робіт на інші райони столиці [10].

Крім того, згідно з планом на 2023-2025 роки, комунальне об'єднання «Київзеленбуд» планує витратити у 2025 році значні кошти на озеленення столиці: передбачено відновлення 45 парків та скверів, що сприятиме покращенню екологічної ситуації та підвищенню якості життя киян [11].

Також варто зазначити, що у 2021 році була затверджена «Екологічна стратегія міста Києва до 2030 року». Цей документ визначає основні напрями розвитку міської екологічної політики, включаючи заходи з озеленення, збереження біорізноманіття та адаптації до змін клімату [12].

Ці програми та стратегії свідчать про активну роботу міської влади та громадських організацій у напрямку озеленення Києва, що є важливим кроком до створення комфортного та здорового міського середовища.

1.2. Принципи пермакультури в озелененні прибудинкових територій

1.2.1. Основні ідеї та етичні принципи пермакультури

Пермакультура – це комплексний підхід до планування й управління стійкими системами, який базується на імітації природних екосистем і гармонійному співіснуванні людини та природи. Вона була створена Біллом Моллісоном і Девідом Холмгреном у 1970-х роках і набула популярності як спосіб вирішення екологічних, соціальних і економічних проблем. Основна ідея пермакультури полягає в тому, щоб створювати системи, які підтримують самі себе, зменшуючи залежність від зовнішніх ресурсів і мінімізуючи вплив людини на навколишнє середовище.

Етичні принципи пермакультури є фундаментом цієї системи. Перший принцип – турбота про Землю – передбачає збереження природних ресурсів, таких як ґрунт, вода, повітря та біорізноманіття. Він закликає до відновлення деградованих екосистем, боротьби з ерозією ґрунтів та відповідального ставлення до природних багатств. Другий принцип – турбота про людей – спрямований на забезпечення основних потреб усіх членів громади, таких як їжа, житло, вода й здоров'я, при цьому створюючи умови для самореалізації та співпраці. Третій принцип – справедливий розподіл – закликає до розумного використання ресурсів, справедливого їх розподілу між людьми та повернення надлишків назад у систему – природі або громаді.

Окрім етичних принципів, пермакультура базується на ряді прикладних принципів, таких як спостереження і взаємодія, використання й збереження відновлюваних ресурсів, замкнутість циклів, мінімізація відходів, інтеграція компонентів системи для створення синергії, а також багатофункціональність елементів. У пермакультурному дизайні особливе значення мають зони, які організовуються залежно від частоти використання, та сектори, які враховують зовнішні впливи, такі як вітер, сонце чи вода [13, 14].

Ця система сприяє створенню екологічно, економічно й соціально стійких поселень і вирішенню сучасних викликів, таких як зміна клімату, деградація довкілля та ресурсна криза. Пермакультура знаходить застосування в сільському господарстві, урбаністичному плануванні, освіті, енергетиці та навіть соціальних структурах, пропонуючи рішення, що базуються на принципах гармонійного співіснування з природою.

1.2.2. Адаптація пермакультурних принципів до умов міських територій

Адаптація пермакультурних принципів до умов міських територій дозволяє створювати стійкі, екологічно збалансовані простори навіть в умовах обмеженості ресурсів і територій. У міському середовищі пермакультура фокусується на інтеграції природних процесів у штучні ландшафти для покращення якості життя мешканців та зменшення негативного впливу на довкілля.

Турбота про Землю у місті реалізується через створення зелених зон, таких як громадські сади, вертикальне озеленення, зелені дахи та фасади. Ці елементи сприяють поліпшенню міського мікроклімату, підвищенню біорізноманіття та зменшенню ефекту міського теплового острова. Використання дощової води для поливу, компостування органічних відходів та застосування екологічно безпечних матеріалів також є важливими складовими [15].

Турбота про людей орієнтована на створення комфортного середовища для життя, де мешканці мають доступ до свіжих продуктів, чистої води, зони відпочинку та місць для соціальної взаємодії. Громадські сади, міські ферми та майданчики для спільних заходів сприяють зміцненню соціальних зв'язків і підтримці здоров'я громади [16].

Справедливий розподіл у міському контексті означає забезпечення рівного доступу до ресурсів для всіх мешканців, включаючи можливість брати участь у спільних екологічних проєктах. Наприклад, надлишки врожаю з

громадських садів можуть розподілятися між учасниками або передаватися на благодійність.

Практичні принципи пермакультури в міському дизайні включають:

- Раціональне використання простору – вертикальні сади, балконне озеленення та компактні багатофункціональні рішення дозволяють максимально ефективно використовувати доступну площу.

- Закриті цикли – організація систем збору й повторного використання води, компостування органічних відходів для створення ґрунту [17-20].

- Енергетична ефективність – використання природного освітлення, сонячної енергії та альтернативних джерел енергії для потреб міських будівель [21].

- Інтеграція компонентів – об'єднання зелених зон із системами дренажу, використання рослин для очищення повітря та зниження шуму.

Адаптація пермакультурних принципів до міського середовища дозволяє створювати простори, які не лише виконують естетичну та екологічну функцію, а й сприяють формуванню стійких громад, орієнтованих на сталий розвиток.

1.2.3. Використання міського огородництва як елемента пермакультурного дизайну

Міське огородництво є важливим елементом пермакультурного дизайну, яке сприяє вирішенню багатьох екологічних, соціальних та економічних викликів сучасних міст. Воно передбачає вирощування овочів, фруктів, трав і квітів у міських умовах, таких як прибудинкові території, дахи будівель, балкони, громадські сади й навіть порожні ділянки між забудовами. Це дозволяє інтегрувати природні процеси в міське середовище, підвищуючи його екологічну стійкість [22].

Екологічні переваги міського городництва полягають в сприянні зменшенню негативного впливу на довкілля через локалізацію виробництва

продуктів. Це знижує вуглецевий слід, оскільки скорочується потреба в транспортуванні їжі. Окрім того, використання органічних методів вирощування дозволяє уникнути хімічних добрив і пестицидів, що зменшує забруднення ґрунтів і водних ресурсів. Зелені насадження, створені в рамках міського огородництва, допомагають очищувати повітря, знижувати температуру влітку та сприяти утриманню вологи.

Соціальні аспекти міського городництва в тому, що громадські городи стають місцем соціальної взаємодії, де мешканці можуть обмінюватися досвідом, спільно працювати й відновлювати зв'язок із природою. Це сприяє формуванню стійких громад, зміцненню соціальних зв'язків і підвищенню якості життя. Додатково, міське огородництво може мати освітню функцію, навчаючи дітей і дорослих основам екологічного землеробства та сталого розвитку.

Також наявні економічні вигоди. Вирощування продуктів у місті дозволяє мешканцям знижувати витрати на харчування й отримувати доступ до свіжих, якісних продуктів. Надлишки врожаю можуть бути продані або використані для обміну, що створює додаткові можливості для підтримки місцевої економіки.

Інтеграція в пермакультурний дизайн полягає в тому, що у рамках пермакультури міське городництво розглядається як багатофункціональний елемент. Воно може бути частиною системи замкнутого циклу, де органічні відходи перетворюються на компост, який використовується для покращення ґрунтів. Городи часто інтегрують із системами збору дощової води або вирощуванням багаторічних культур, що зменшує споживання ресурсів. Вертикальні сади, контейнери або підняті грядки дозволяють адаптувати огородництво до обмежених площ і умов міста.

Міське огородництво у контексті пермакультурного дизайну є ефективним рішенням для створення стійких урбаністичних середовищ. Воно сприяє екологічному відновленню, соціальній згуртованості та економічній

стабільності, водночас допомагаючи інтегрувати природу в повсякденне життя міських мешканців.

1.3. Світовий та український досвід застосування принципів пермакультури в міському озелененні

1.3.1. Світові практики використання пермакультури в озелененні міських житлових територій

Світові практики використання пермакультури в озелененні міських житлових територій демонструють ефективні підходи до створення сталих та екологічно чистих середовищ. Пермакультура в урбаністичному контексті сприяє розвитку зелених зон, які забезпечують не лише естетичне задоволення, а й допомагають вирішувати численні екологічні проблеми, такі як забруднення повітря, надлишок тепла та дефіцит зелених насаджень. Далі наводяться приклади пермакультурного озеленення в різних країнах.

Австралія: оскільки пермакультура виникла в Австралії, ці практики широко застосовуються в міських умовах [23]. У містах, таких як Мельбурн, використовуються концепції пермакультури для створення громадських садів, дахових садів та вертикальних садів. Це дозволяє зменшити викиди вуглецю та покращити якість повітря в густонаселених районах.

США: В американських містах, таких як Портленд і Сан-Франциско, пермакультура активно використовується для озеленення громадських та приватних територій [24]. У цих містах створюють "громадські продовольчі садибки", де мешканці вирощують органічні продукти. Такі проекти сприяють розвитку місцевої продовольчої безпеки та зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище.

Велика Британія: У Лондоні та інших містах Великої Британії пермакультура застосовується для створення зелених дахів, де вирощуються рослини для зменшення ефекту "міського острова тепла" [25]. Це сприяє

збереженню енергії та зниженню потреби в кондиціонуванні повітря в літній період.

Німеччина: У Німеччині пермакультура активно інтегрується в міське озеленення, особливо в рамках ініціатив, спрямованих на сталий розвиток та екологічну сталість. Берлін є прикладом міста, де створюються спільні сади, які забезпечують не лише продукти харчування, але й сприяють соціалізації мешканців [26].

Японія: У японських містах, таких як Токіо, активно розвиваються концепції вертикальних садів та озеленення дахів [27]. Пермакультура тут дозволяє використовувати кожен квадратний метр міської території для вирощування рослин та створення екологічних зон.

Такі ініціативи допомагають вирішувати проблеми урбанізації, зменшувати забруднення, покращувати екологічну ситуацію та підвищувати якість життя в містах. Пермакультура в міських умовах стала важливим інструментом для створення гармонійних і сталих міських ландшафтів.

1.3.2. Українські приклади реалізації пермакультурних проектів у міському середовищі

В Україні пермакультурні практики в міському середовищі тільки набирають популярності, але вже є кілька успішних прикладів впровадження пермакультури на територіях міст. Ці проекти активно сприяють сталому розвитку, покращенню екологічного стану та підвищенню якості життя мешканців.

1. Громадські сади в Києві: У Києві розвиваються ініціативи з організації громадських садів, де мешканці можуть вирощувати органічні продукти. Наприклад, проект "Город на балконе" дозволяє киянам вирощувати овочі та зелень на дахах та балконах багатоповерхівок [28]. Це сприяє розвитку міського сільського господарства та зменшенню викидів вуглецю.

2. Екологічні проекти в Львові: У Львові існують кілька ініціатив, які застосовують принципи пермакультури для озеленення міських територій. Один із прикладів — проект "Зелені дахи Львова", де використовуються техніки пермакультури для створення зелених дахів, що зменшують тепловий ефект від асфальту та покращують ізоляцію будівель [29, 30].

3. Яскравим прикладом «зелених дахів» є дах Вілла Олімпія у Дніпрі, який потрапив у міжнародний каталог ZinCo минулого року. Замовника пригнічував вид з вікна на розпечений бетон і він попросив зробити візуалізацію для кожного сезону. «Зелений дах» торговельного центру у Дніпрі «Каскад Плаза» спочатку планувався за застарілою технологією, яка потребувала додаткових витрат на монтаж і збереження будівлі від додаткових навантажень від земляних насипів товщиною 3-4 м у прошарках якої на глибині півтора два метри згодом заводяться неприємні органічні елементи з бактеріями, хворобами ґрунту й неприємними запахами. У той час ZinCo використовує легкий органічний субстрат, завтовшки 1м, крім того такий дах дозволяє заощаджувати на внутрішніх ресурсах й опаленні [31].

4. Ініціативи в Черкасах: У Черкасах також є кілька проектів, спрямованих на озеленення міського середовища за допомогою пермакультурних принципів, наприклад проект "Urban#garden" - громадський інклюзивний простір міського городництва [32]. Це включає в себе створення вертикальних садів, використання дощової води для поливу та організацію місцевих садів, де вирощують органічні продукти, що підтримують сталий розвиток міста.

Ці проекти в Україні є важливим кроком до сталого розвитку міських територій та сприяють збереженню природних ресурсів, розвитку екологічної свідомості та підтримці здорового способу життя. Пермакультура в українських містах допомагає створювати гармонійні простори, де мешканці можуть взаємодіяти з природою та зменшувати свій екологічний слід.

1.3.3. Необхідність подальших досліджень і впровадження пермакультурних принципів для покращення екологічної ситуації та сталого розвитку міст

Необхідність подальших досліджень і впровадження пермакультурних принципів для покращення екологічної ситуації та сталого розвитку міст є надзвичайно важливою в умовах сучасних викликів урбанізації, зміни клімату та зростаючого навантаження на природні ресурси. Перспективи застосування пермакультури в міському середовищі відкривають нові можливості для створення сталих, екологічно чистих і комфортних міст.

Міське городництво є важливою складовою частиною пермакультури в містах, де вирощуються їстівні культури на дахах, балконах, в громадських садах та на порожніх земельних ділянках. Важливо проводити дослідження щодо економічної ефективності таких проєктів у міському середовищі, що дозволить розширити їх впровадження.

Загалом, для успішного впровадження пермакультури в міське середовище необхідні комплексні дослідження, які покращать розуміння того, як ці принципи можуть бути адаптовані до різних умов, зменшуючи навантаження на природні ресурси та сприяючи сталому розвитку міст. Вони допоможуть розробити ефективні стратегії, які дозволять пермакультурі стати важливою складовою частиною міської екології та економіки.

Існує кілька причин, чому пермакультурні принципи не використовувалися в озелененні міських територій раніше:

1. Традиційні підходи до міського планування. У минулому міське планування зосереджувалося на швидкому економічному розвитку, максимальному використанні простору для житлових і комерційних потреб, без урахування екологічних аспектів. Це призводило до створення «бетонних джунглів», де природа та природні процеси часто не мали місця для розвитку.

2. Низька обізнаність про пермакультуру. Пермакультура як концепція стала популярною лише в середині 20-го століття, коли її розробили Білл

Моллісон і Девід Холмгрен. До того часу більшість урбаністичних стратегій не включали принципи сталого землеробства і природного дизайну, що робило їх непридатними для впровадження в міському середовищі.

3. Технічні обмеження і недостатня інфраструктура. В умовах швидкої урбанізації та розвитку інфраструктури важко було знайти місце для інтеграції природних елементів у міське середовище. Багато міст не мали необхідних умов для створення зелених зон або підтримки екологічних систем, а також не мали механізмів для впровадження пермакультурних практик на широкому рівні.

4. Фінансові фактори. Традиційні методи озеленення, такі як посів газонів або висадка декоративних рослин, зазвичай вважалися дешевшими і менш трудомісткими порівняно з пермакультурними підходами, які вимагають більш уважного планування та інвестицій на початковому етапі для забезпечення сталості.

5. Культурні та соціальні фактори. Природні підходи до землеробства та озеленення не завжди були основними у міському середовищі. У багатьох культурах домінували більш традиційні уявлення про міське життя, де природа сприймалась як відокремлена від урбаністичного простору, а не як інтегрована частина міського середовища.

6. Міф про «незручність» пермакультури в містах. Існувала думка, що пермакультура більше підходить для сільських або передміських територій, де є більше простору і можливостей для створення замкнутих екосистем. Міста вважалися занадто обмеженими для використання принципів пермакультури, що пов'язано з високою щільністю населення та обмеженням простору.

7. Недостатня підтримка з боку політики та урядів. У минулому органи влади не приділяли достатньо уваги сталим екологічним практикам в міських районах, орієнтуючись переважно на економічне зростання і урбаністичний розвиток. Лише з часом, з ростом обізнаності про екологічні проблеми, зміна

клімату і важливість збереження природи, стали з'являтися ініціативи щодо інтеграції еко-підходів в міське планування.

В якості висновку до першого розділу можна зазначити, що зараз, з підвищенням екологічної свідомості та розвитком технологій, пермакультурні принципи стають все більш актуальними для міського озеленення, оскільки вони дозволяють створювати стійкі, екологічно чисті та комфортні міські середовища, що відповідають вимогам сучасного часу.

Пермакультурні принципи, що базуються на екологічних та сталих підходах до організації простору, наразі залишаються недооціненими у сфері озеленення прибудинкових територій. Незважаючи на їх потенціал для створення гармонійних, функціональних і екологічно збалансованих ландшафтів, ці принципи рідко використовуються у практичному проєктуванні. Відсутність систематизованих методологій, недостатнє поширення наукових досліджень і обмежена кількість прикладної літератури значно ускладнюють їх інтеграцію у процеси озеленення житлових просторів.

Зокрема, важливість таких аспектів, як адаптація до локальних умов, залучення місцевих рослинних видів та оптимізація взаємодії між елементами ландшафту, часто залишається поза увагою фахівців. Це створює потребу у розробці нових підходів, що враховують екологічні, естетичні та соціальні переваги пермакультурного дизайну для міських територій, а також у поширенні знань і практичних інструментів для їх реалізації.

В умовах сучасної України, яка переживає серйозні випробування через війну, питання екологічної стійкості, продовольчої безпеки та збереження природних ресурсів набувають особливої актуальності. Використання пермакультурних принципів організації озеленення прибудинкових територій міст у таких умовах є не лише доцільним, але й необхідним.

2. АНАЛІЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ДІЛЯНКИ ТА ОЗЕЛЕНЕННЯ ПРИБУДИНКОВОЇ ТЕРИТОРІЇ ШЕВЧЕНКОВСЬКОГО РАЙОНУ МІСТА КИЄВА. ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ ПО ВИРОЩУВАННЮ ТОМАТІВ

2.1. Аналіз та опис ділянки

2.1.1. Розташування та загальні характеристики

Ділянка знаходиться біля багатоквартирної (багатоповерхової) житлової забудови Шевченковського району міста Києва.



Рис.1. Розміщення експериментальної ділянки: *а* - позначення локації ділянки в межах міста на фрагменті Google Maps; *б* - фрагмент проектного плану території Генерального плану м. Києва (на фрагмент нанесені червоні стрілки, що вказують на зелену зону біля будинку) [33]; *в* – будинок та зелена зона на фрагменті Google Maps в режимі «супутник»; *г* – схематичне позначення меж ділянки на фрагменті Google Maps в режимі «супутник».

Ділянка знаходиться вздовж декількох під'їздів багатоповерхової житлової забудови. Виходи з будинку на зелену зону відсутні.

Загальна площа зеленої зони становить приблизно 118 м² (1,18 сотки), що складається з двох масивів, які в свою чергу формуються з 7 діляночок неправильної форми, відокремлених між собою доріжками, асфальтом або трубами дощової каналізації. Всі ділянки обмежені з одного боку доріжкою вздовж будинку, з іншої – дорогою та парковкою.

Рис.2. Контурний план ділянок зеленої зони будинку (масштабний кресленик, виконаний на основі польових замірів).

Зона морозостійкості. Київ знаходиться в 5-й зоні морозостійкості (5b) за класифікацією USDA (Рис.2), що означає, що рослини повинні витримувати мінімальні температури від -23°C до -28°C . Однак, останній раз гранична для 5-ї зони морозостійкості температура $-26,8^{\circ}\text{C}$ була зафіксована в ніч на 3 лютого 2012 року. Того дня температура впала до рекордного значення $-26,8^{\circ}\text{C}$. З того часу, протягом майже 13 років, температура в Києві жодного разу не досягала цієї позначки [34, 35]. Тому, з огляду на тенденції кліматичних змін останніх років та специфіку міського мікроклімату, де температури зазвичай вищі, стає можливим використання у міському озелененні рослин, характерних для 6-ї та навіть 7-ї зони морозостійкості. Практичні приклади успішного вирощування таких рослин у нашій кліматичній зоні підтверджують доцільність їх включення до переліку рекомендованих видів для декоративного та функціонального озеленення.

Рис. 3. Зони зимостійкості України й середньорічна мінімальна температура.

Роза вітрів. У Києві переважають західні та південно-західні вітри, особливо в літній період. Взимку вплив Азійського антициклону призводить до посилення східних та південно-східних вітрів.

Середня кількість опадів. Середньорічна кількість опадів у Києві становить приблизно 618 мм. Найбільше опадів випадає в липні (близько 68 мм), найменше — у січні (приблизно 39 мм).

Температурний режим. Середньорічна температура повітря в Києві становить $+9^{\circ}\text{C}$. Середня температура січня — $-3,2^{\circ}\text{C}$, липня — $+21,3^{\circ}\text{C}$.

Сніговий покрив. Взимку утворюється сніговий покрив, максимальна середня висота якого (близько 11 см) спостерігається у першій-другій декадах лютого.

Ділянка розташована на південно-західній стороні. Протягом дня спостерігається часткове притінення, спричинене наявністю сусідньої будівлі.

Перепади висот відсутні. Рельєф однорідний.

2.1.2. Оцінка стану ґрунту (аналіз)

Ділянка розташована біля будинку, де спочатку ґрунт був дуже бідним — суміш піску та залишків будівельного сміття (в основному каміння, цегляні та бетонні залишки тощо). Проте з часом, завдяки природним процесам і втручанню людини, почав утворюватися тонкий родючий шар. Глибина родючого шару є нерівномірною та місцями досягає 20-30см.

Для оцінки стану ґрунту було проведено аналіз кислотності (pH) методом лакмусового тестування. Цей метод полягає у визначенні рівня кислотності ґрунтового розчину за допомогою індикаторного паперу. Зразок ґрунту змішувався з дистильованою водою у співвідношенні 1:2, після чого розчин ретельно перемішували. В отриману суміш занурювали лакмусовий папірець, який змінював колір залежно від рівня кислотності.

Результати тестування показали, що pH ґрунту перебуває в межах 6–7, що вказує на нейтральний або слабо кислий стан. Такий рівень кислотності є прийнятним для вирощування більшості овочевих культур, включаючи томати, які є об'єктом дослідження на ділянці.

Цей аналіз підтверджує, що, незважаючи на початкову низьку якість ґрунту, поступове утворення родючого шару та нейтральний pH сприяють проведенню подальших експериментів з використанням екологічно сталих методів.

Для більш детального розуміння механічного складу ґрунту було застосовано метод якісного ручного аналізу. Цей підхід передбачає взяття невеликої кількості вологого ґрунту, стискання його в долоні та оцінку утвореної маси за її текстурою, пластичністю та здатністю зберігати форму. Такий аналіз дозволяє визначити домінуючий гранулометричний склад ґрунту: піщаний, супіщаний, суглинистий чи глинистий.

Результатом дослідження стало утворення вологого комочка, який тримав форму лише частково, легко розпадаючись при механічному впливі. Це вказує

на те, що ґрунт має супіщаний склад із високим вмістом піщаних частинок. Така структура характерна для ділянок із недостатньо розвиненим родючим шаром та підвищеною проникністю для води й повітря.

Також для визначення хімічного складу ґрунту був проведений рентгенофлуоресцентний аналіз (РФА). Цей метод дозволяє точно встановити вміст основних хімічних елементів у зразках ґрунту завдяки реєстрації характерного рентгенівського випромінювання, яке виникає при їх опроміненні [36, с.5-6]. Результати аналізу ґрунту наведені у Таблиці 1.

Таблиця 1.

Елементний склад та оцінка властивостей ґрунту експериментальної ділянки за результатами РФА

Елемент	Концентрація (мкг/г)	Характеристика
Сірка (S)	3 823,72	Помірна кількість, важлива для синтезу білків у рослинах.
Хлор (Cl)	5 914,32	Підвищений вміст, що може свідчити про солонуватість ґрунту.
Калій (K)	14 292,89	Високий рівень, сприяє родючості та розвитку рослин.
Кальцій (Ca)	18 315,42	Дуже високий вміст, що вказує на лужність та наявність карбонатів.
Хром (Cr)	38,39	Невисока концентрація, безпечна для рослин.
Марганець (Mn)	900,39	Достатній вміст, важливий для ферментативних процесів у рослинах.
Залізо (Fe)	6 780,76	Помірний рівень, достатній для фотосинтезу та розвитку рослин.
Кобальт (Co)	585,30	Досить високий вміст, може бути важливим для азотфіксуючих бактерій.
Нікель (Ni)	41,73	Перебуває в межах норми, не створює токсичності.
Мідь (Cu)	45 664,00	Низький рівень, але достатній для більшості сільськогосподарських рослин.
Цинк (Zn)	88,02	Прийнятна концентрація, сприяє зростанню рослин.
Бром (Br)	34 060,00	Дуже низька концентрація, зазвичай не є критичною для рослин.
Рубідій (Rb)	24,14	Низький вміст, не відіграє суттєвої ролі у рослинництві.
Стронцій (Sr)	27,27	Низька концентрація, не є токсичною для рослин.
Цирконій (Zr)	227,30	Відносно високий вміст, однак він є інертним і не створює токсичності.
Свинець (Pb)	45 812,00	Низький рівень, безпечний для більшості застосувань.
Ітрій (Y)	41 852,00	Низький вміст, зазвичай не впливає на рослини.
Барій (Ba)	695,96	Висока концентрація, але без ознак токсичності для рослин.

Виходячи з результатів аналізу (Додаток А), ґрунт характеризується високим вмістом кальцію (18 315,42 мкг/г) та калію (14 292,89 мкг/г), що свідчить про його родючість та можливу лужність через присутність карбонатів. Значна концентрація хлору (5 914,32 мкг/г) може вказувати на потенційну солонуватість, яка обмежує використання ґрунту для чутливих до солей культур. Вміст заліза (6780,76 мкг/г) та марганцю (900,39 мкг/г) є достатнім для забезпечення фізіологічних потреб рослин. Концентрація важких металів, зокрема хрому (38,39 мкг/г), нікелю (41,73 мкг/г), і свинцю (4,06 мкг/г), перебуває на допустимому рівні, що робить ґрунт придатним для більшості сільськогосподарських цілей.

2.1.3. Оцінка існуючого асортименту рослин і його недоліків

Станом на початок 2025 року на ділянці знаходиться:

- дерев - 8 одиниць (шовковиця, сосна, туя, 2 горобини, 2 робінії (псевдоакації білі), ялина;
- кущів – 17 одиниць (шипшина, 2 барбариса Тунберга, форзиція, калина, 3 кизильника, ялівець козацький, 2 спіреї рожеві японські, 2 спіреї білі Вангутта, 2 чубушника, верба, хеномеліс),
- багаторічні рослини та квіти: юккі садові, барвинки, півонії, лілії, лілейники, рябчики імператорські, іриси, флокси, хризантеми, тюльпани, нарциси, мускари, фіалки, конвалії, гіацинт, чабрець, лаванди, ехінацея, орлики (аквілегії), традесканції.

В 2024 році вирощувалися овочеві культури: томати, фізаліси.

Також на ділянках насінювання однорічних квітів щорічно самосівом. З попереднього року насіваються такі квіти як ешольція, маки, календула.

Рис.4. Озеленення однієї з зон прибудинкової ділянки (16.05.2020р.).

На ділянці відсутній так званий «голий» ґрунт. Площі, де немає дерев, кущів чи квітників, засаджені газонними травами. У минулому проводилися

експерименти із засіванням різних сортів газонних трав з метою визначення найбільш стійких та адаптованих до місцевих умов видів. Однак наразі відбувається поступова заміна традиційних газонних трав на низькорослу конюшину білу (*Trifolium repens*). Цей вид має численні переваги: збагачує ґрунт азотом завдяки здатності до симбіозу з азотфіксуючими бактеріями, що сприяє поліпшенню його родючості, потребує значно менше догляду порівняно з традиційними газонами, є стійким до витоптування, підтримує біорізноманіття завдяки привабливості для запилювачів і позитивно впливає на загальний екологічний стан території.

На території присутня доросла шовковиця (*Morus* sp.), яка з'явилася внаслідок самосіву, а не цілеспрямованого висаджування. Це дерево не видаляють, оскільки його плоди користуються популярністю серед мешканців і слугують джерелом їжі для птахів. Крім того, шовковиця забезпечує затінення на ділянці та для квартир деяких мешканців, що впливає на мікроклімат території. Водночас, її щорічне обрізування є необхідним заходом для підтримання форми крони та уникнення надмірного затінення, що може обмежувати розвиток інших рослин.

На ділянці також ростуть дві горобини (*Sorbus* sp.), які відіграють важливу роль у підтриманні міського біорізноманіття. Їхні плоди слугують джерелом їжі для різних видів птахів, особливо взимку, коли природна кормова база значно зменшується. Завдяки цьому горобини сприяють збереженню орнітофауни в умовах міського середовища. Окрім екологічної користі, ці дерева виконують декоративну функцію, прикрашаючи територію яскравими плодами та листям у різні пори року. Також горобини сприяють формуванню затишного мікроклімату, виконуючи роль фітонцидних рослин, які очищують повітря та підвищують його якість, що є важливим для здоров'я мешканців.

Рис.5. Розподіл площ і асортименту рослин на прибудинковій території

До недоліків існуючого асортименту рослин на ділянці можна віднести наступне:

- Недостатнє врахування кліматичних умов, а саме, не враховано інтенсивну інсоляцію та південно-західну орієнтацію ділянки, що призвело до стресу у рослин, чутливих до високих температур.
- Використано рослини, які не мають достатньої посухостійкості, що є критичним на ґрунтах із низькою здатністю утримувати вологу.
- Порухення норм ДБН: розміщення дерев занадто близько до будівель, що може спричинити ризики для фундаменту, фасадів і комунікацій (Рис.5).

Відповідно до пункту 11 підпункту 11.2. ДБН В.2.3-5:2018 «Вулиці та дороги населених пунктів» мінімальна горизонтальна відстань (м) від будинку, споруди, об'єкта, а саме від зовнішньої стіни будинку і споруди, до осі стовбура дерева з діаметром крони до 4м має становити 3,0м [40]. Відстань між стовбурами дерев на ділянці до стіни будинку становить приблизно 1,5м.

Рис.6. Розміщення дерев з недотриманням норм ДБН.

- Загущеність насаджень через неврахування дорослих розмірів дерев, кущів і чагарників.
- Неправильне розташування рослин у безпосередній близькості до бордюрів, що ускладнює їхній розвиток і догляд за ділянкою.

Ці недоліки знижують екологічну стійкість, естетичну цінність ділянки та ускладнюють догляд за насадженнями.

2.2. Експеримент з вирощування томатів

2.2.1. Постановка експерименту (мета, методика)

В 2024 році було проведено експеримент по вирощуванню на прибудинковій ділянці томатів сорту «Черрі з Японії» - надранній сорт високорослого томату [37]. Метою експерименту була перевірка доцільності та екологічності безпеки міського городництва в умовах конкретної ділянки біля багатоквартирного будинку в умовах міста. Мета включає порівняння якості вирощеної продукції та екологічного стану ґрунту з іншими джерелами, а також визначення потенційних ризиків для здоров'я мешканців.

Методика проведення експерименту:

1) Підготовка та вирощування. Дослідна ділянка була обрана поблизу багатоквартирного будинку в умовах міської забудови. Ґрунт ділянки підготовлено шляхом очищення від бур'янів та внесення базових органічних добрив.

На ділянці серед кущів вирощено два куща томату за агротехнікою, що включала метод висадження, що розрахований на нерегулярний полив (з метою економії ресурсу води та стимулювання стійкості та самозабезпечення рослини), мульчування, мультикультурну густу посадку з додаванням декількох сортів тагетесів (чорнобривців) для захисту та відлякування від шкідників (Додаток Б). Також одночасно був висаджений фізаліс для збільшення різноманіття мікросередовища.

2) Відбір зразків для порівняння. Для оцінки різниці якості продукції було відібрано три зразки томатів:

- вирощений на дослідній міській ділянці;
- вирощений на екологічно чистій ділянці за межами міста (контрольний зразок);
- придбаний у місцевому магазині (зразок промислового виробництва).

Крім того, були зібрані ґрунтові зразки з дослідної ділянки та екологічно чистої ділянки для подальшого аналізу. Томат накопичує елементи з ґрунту, але не всі хімічні речовини з ґрунту потрапляють у рослину. Аналіз ґрунту

дозволяє визначити доступність елементів, а аналіз томатів — зрозуміти, які з них реально поглинаються.

3) Аналіз зразків. Для оцінки якості томатів та стану ґрунту було проведено рентгенофлуоресцентний аналіз. Цей метод дозволяє визначити вміст основних хімічних елементів та наявність важких металів. Зразки томатів аналізували на вміст ключових поживних речовин, можливих забруднювачів та важких металів.

Ґрунтові зразки досліджували на предмет їхнього хімічного складу, вмісту токсичних елементів, зокрема свинцю, та загальної придатності для вирощування сільськогосподарських культур.

Рис.7. Підготовлені належним чином для проведення РФА зразки ґрунту та помідорів.

4) Обробка результатів. Отримані дані порівнювали між собою для визначення впливу умов вирощування на якість томатів та стан ґрунту.

Результати були використані для формування висновків щодо екологічної та харчової безпеки міського городництва, а також розробки рекомендацій щодо його подальшого впровадження.

Даний підхід дозволяє об'єктивно оцінити перспективи використання міських ділянок для вирощування овочів з урахуванням екологічних та соціальних факторів.

2.2.2. Результати аналізу зразків ґрунту та томатів

На основі результатів рентгенофлуоресцентного дослідження було зроблено порівняльний аналіз трьох зразків помідорів та двох зразків ґрунту на основі їхнього складу.

Таблиця 2.

Порівняльний аналіз ключових елементів зразків томатів

Елемент	Томат 1 * (мкг/г)	Томат 2 * (мкг/г)	Томат 3 * (мкг/г)	Коментарі	
S (Сірка)	456,73	1 905,53	1 188,77	Томат 1 має найнижчий рівень сірки	Сірка потрібна для синтезу білків, але надлишок може вплинути на смак
Cl (Хлор)	757,49	1 111,74	723,80	Томат 3 має найменше хлору	Хлор у великих кількостях може негативно впливати на ріст рослин
K (Калій)	18 124,96	21 584,04	26 382,65	Томат 3 найбагатший на калій	Калій важливий для фотосинтезу та підвищення врожайності
Ca (Кальцій)	459,52	478,72	355,48	Томат 2 має найвищий рівень кальцію	Кальцій зміцнює клітинні стінки, покращуючи якість плодів
Cr (Хром)	0,55	0,41	0,43	Вміст хрому найвищий у Томаті 1	Хром у низьких концентраціях безпечний, але у великих токсичний
Mn (Марганець)	42 736,00	23 408,00	23 043,00	Найменше марганцю у Томаті 1	Марганець сприяє ферментативним реакціям, але може бути токсичним у надлишку
Fe (Залізо)	19 998,00	23,42	20 363,00	Томат 2 має значно більше заліза	Залізо важливе для синтезу хлорофілу, але високі рівні можуть пригнічувати ріст
Cu (Мідь)	0,78	45 413,00	17 168,00	Найменше міді у Томаті 1	Мідь потрібна для ферментів, але може бути токсичною у великих кількостях
Zn (Цинк)	45 817,00	14,50	19 238,00	Найбільше цинку у Томаті 2	Цинк підтримує імунітет рослин, але у надлишку токсичний
Br (Бром)	0,80	15 707,00	20 121,00	Томат 3 має найвищий вміст броду	Бром може накопичуватись у тканинах рослин і впливати на здоров'я
Rb (Рубідій)	45,58	39,33	35,05	Найбільше рубідію у Томаті 1	Рубідій не має значної ролі у рослин, але його високий рівень може свідчити про забруднення
Sr (Стронцій)	32 905,00	0,56	0,93	Томат 1 має найвищий рівень стронцію	Стронцій може бути індикатором забруднення ґрунту
Zr (Цирконій)	-	0,22	-	Цирконій виявлено лише у Томаті 2	Цирконій рідко впливає на рослини, але може бути слідом техногенного забруднення

*для уникнення упередженості щодо результатів, походження томатів не розкривається до остаточних висновків

Основні висновки щодо томатів наступні:

1. Томат 1 має найнижчу концентрацію сірки (S), хлору (Cl), марганцю (Mn), заліза (Fe), міді (Cu) та бромю (Br) серед усіх зразків, що може свідчити про його меншу токсичність. Відносно низький рівень хрому (Cr) — 0,55 мкг/г.

Невисокий вміст калію (K) порівняно з іншими зразками (18 124,96 мкг/г), що впливає на поживну цінність, але не на токсичність.

2. Томат 2 має високий вміст калію (K) — 21 584,04 мкг/г, що є корисним.

Відносно низький вміст бромю (Br) — 1,43 мкг/г. Дещо вищий рівень хрому (Cr) — 0,41 мкг/г, але менший порівняно з Томатом 1.

3. Томат 3 має найвищу концентрацію калію (K) — 26 382,65 мкг/г, що є позитивним з точки зору харчової цінності. Вищий вміст бромю (Br) — 2,55 мкг/г, що підвищує ризик токсичності. Схожий рівень хрому (Cr) з Томатом 2 (0,43 мкг/г), що є прийнятним.

Висновок про безпечність:

Найбезпечніший зразок: Томат 1 через найнижчий вміст потенційно токсичних елементів, як-от хром та бром.

Найбільш ризикований зразок: Томат 3 через найвищу концентрацію бромю, що може нести більший ризик для здоров'я.

Таким чином, Томат 1 виглядає найбезпечнішим для споживання.

Для повного розуміння хімічного складу томатів та факторів, що впливають на його формування, необхідно провести РФА не лише зразків рослинної продукції, але й ґрунту, на якому вони вирощувалися. Аналіз ґрунту дозволяє оцінити загальний вміст елементів та їхню біодоступність для рослин, тоді як результати дослідження томатів відображають фактичне накопичення хімічних елементів у плодах. Такий підхід забезпечує можливість виявлення фізико-хімічних бар'єрів у ґрунтовому середовищі, які впливають на поглинання елементів, дозволяє оцінити ризики забруднення токсичними речовинами та встановити взаємозв'язок між складом ґрунту й якістю рослинної продукції. Крім того, комплексний аналіз є важливим для

коректної інтерпретації отриманих даних та виключення ймовірності помилкових висновків.

Таблиця 3.

Порівняльний аналіз ключових елементів зразків ґрунту

Елемент	Ґрунт 1 ** (мкг/г)	Ґрунт 2 ** (мкг/г)	Коментарі
S (Сірка)	6 784,41	3 823,72	Ґрунт 1 має вдвічі більше сірки, що може впливати на кислотність ґрунту.
Cl (Хлор)	3 699,59	5 914,32	Вищий рівень у Ґрунті 2, що може бути ризикованим для солестійких культур.
K (Калій)	39 586,15	14 292,89	Ґрунт 1 багатший на калій, що добре для рослин.
Ca (Кальцій)	46 448,25	18 315,42	Ґрунт 1 значно багатший на кальцій, що сприяє зниженню кислотності.
Cr (Хром)	64,95	38,39	Вищий рівень у Ґрунті 1 може бути ризикованим, якщо це шестивалентний хром.
Mn (Марганець)	2 204,13	900,39	Високий рівень у Ґрунті 1, що може впливати на токсичність для рослин.
Fe (Залізо)	5 821,49	6 780,76	Вищий у Ґрунті 2, що зазвичай не створює проблем.
Co (Кобальт)	987,66	585,30	Значно вищий у Ґрунті 1, що може бути токсичним у високих концентраціях.
Ni (Нікель)	61,84	41,73	Вищий у Ґрунті 1, що може бути ризикованим для здоров'я.
Zn (Цинк)	1,07	88,02	Значно вищий у Ґрунті 2, але в межах допустимих норм.
Br (Бром)	8,10	4,93	Вищий рівень у Ґрунті 1 може бути ризиком.
Pb (Свинець)	-	4,06	Виявлений у Ґрунті 2, що є токсичним елементом.
Ba (Барій)	1 009,39	695,96	Вищий у Ґрунті 1, що може бути небезпечним.

** для уникнення упередженості щодо результатів аналізу ґрунту, походження не розкривається до остаточних висновків

Таким чином, можна зробити наступні висновки:

Найбільш ризикованим ґрунтом є Ґрунт 1 через високий вміст хрому, кобальту, нікелю, марганцю і барію.

Найбільш безпечним ґрунтом є Ґрунт 2, хоча він містить свинець (Pb) і більше хлору, але концентрація інших потенційно небезпечних елементів нижча. Для подальшої експлуатації варто перевірити цілі використання: ґрунт 2 підходить для менш чутливих рослин, але варто уникати його використання для їстівних культур через присутність свинцю.

Вміст свинцю в ґрунті 2 становить 4.06 мкг/г (або 4.06 ppm), що є порівняно низьким рівнем і зазвичай не вважається критично небезпечним для вирощування томатів. Однак варто врахувати такі аспекти:

1) граничні норми. Для вирощування сільськогосподарських культур багато країн встановлюють безпечний рівень свинцю в ґрунті, зазвичай у діапазоні до 40–100 ppm. Рівень 4,06 ppm значно нижчий за ці ліміти.

Таблиця 4.

Порівняння ГДК свинцю у ґрунті (мг/кг сухого ґрунту) в Україні та країнах ЄС [38].

2) накопичення у рослинах. Томат не є культурою, яка легко накопичує свинець у плодах. Однак, свинець може потрапляти в листя, стебла і, в меншій мірі, в плоди.

В Україні відповідно до підпункту 15 пункту 1 розділу III Додатку Державних санітарних правил і норм «Максимально допустимих рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах» у плодових овочах інших, крім цукрової кукурудзи, максимально допустимий рівень має становити не більше 0,05 мг/кг або 0,05мкг/г (застосовується після миття та відокремлення їстівної частини). [39] Але, як було виявлено шляхом РФА, дослідний зразок не містить свінець.

Опис зразків, враховуючи їх походження, для розкриття результатів дослідження:

- Томат 1 – зразок, вирощений на екологічно чистій ділянці за межами міста (контрольний зразок). Цей томат використовується для порівняння з іншими зразками, щоб оцінити вплив міського середовища та умов промислового виробництва на хімічний склад плодів.

- Томат 2 – зразок, вирощений на дослідній міській (прибудинковій) ділянці. Він демонструє, як умови міського ґрунту та повітря впливають на склад томатів, вирощених у міських умовах.

- Томат 3 – зразок, придбаний у місцевому магазині (зразок промислового виробництва). Його склад відображає можливий вплив методів інтенсивного сільського господарства та умов транспортування.

Ці характеристики допоможуть краще зрозуміти контекст дослідження і зробити висновки про безпечність та якість томатів залежно від умов вирощування.

Опис зразків ґрунту, враховуючи їх походження, для розкриття результатів дослідження:

Ґрунт 1 – зразок, узятий з екологічно чистої ділянки за межами міста (контрольний зразок). Цей ґрунт використовується для порівняння з іншими зразками, щоб оцінити вплив міського середовища на якість ґрунту та його придатність для вирощування овочевих культур.

Ґрунт 2 – зразок, узятий з дослідної міської (прибудинкової) ділянки. Він демонструє, як умови міського ґрунту, зокрема можливе забруднення важкими металами та інші антропогенні фактори, впливають на його властивості та придатність для вирощування рослин.

В якості **висновків до другого розділу** можна виділити наступне. У процесі проведення експерименту з вирощування томатів на ділянці було визначено вплив характеристик ґрунту на ріст і розвиток рослин. Аналіз отриманих даних свідчить про те, що якісний склад ґрунту суттєво впливає на врожайність і стійкість рослин до несприятливих умов. Якщо властивості ґрунту не дозволяють вирощувати бажані їстівні рослини, можливий варіант вирощування менш чутливих культур чи використання ділянки для декоративних або технічних культур, які не споживатимуться.

Виявлено основні чинники, які обмежують продуктивність, а також визначено потенціал для покращення властивостей ґрунту шляхом використання екологічних методів. Результати експерименту стануть основою для розробки рекомендацій для покращення стану ґрунту та впровадження принципів пермакультури в озелененні міських територій.

Порівняльний аналіз продукції, вирощеної в міських умовах, із томатами промислового виробництва свідчить про можливість отримання якісного врожаю за умов дотримання відповідних норм. Проте експеримент також підкреслив необхідність регулярного моніторингу стану ґрунту, води та повітря. Це дозволить забезпечити екологічну безпеку як для рослин, так і для мешканців.

Перед реалізацією проектів озеленення надзвичайно важливо розробити детальний план, що враховує специфіку території, екологічні умови, потреби мешканців та всі чинні законодавчі й нормативні вимоги. У межах міського середовища дотримання ДБН і екологічних стандартів є ключовим для забезпечення безпечного, функціонального і сталого використання простору.

Розробка плану починається з аналізу території: визначення розміщення комунікацій, вивчення ґрунтових умов, оцінки рівня освітленості та мікроклімату. У міських умовах важливим є врахування нормативних вимог щодо відстаней від зелених насаджень до будівель, доріг і зон технічного обслуговування. Недотримання цих вимог може призвести до негативних наслідків, таких як пошкодження будівель, порушення руху транспорту або створення перешкод для комунальних служб.

Також важливо враховувати екологічні аспекти. Для мінімізації впливу забруднень варто обирати рослини, які ефективно поглинають пил і важкі метали, одночасно підвищуючи якість повітря та створюючи комфортні умови для мешканців. Ретельний план допоможе уникнути надмірного використання ресурсів, врахувати потреби громади та забезпечити довговічність проекту. Ці аспекти є ключовими для створення екологічно збалансованих та естетично привабливих зелених зон.

Отримані результати дозволяють сформулювати практичні рекомендації для організації сталих посадок, що враховують особливості місцевих умов та сучасні стандарти озеленення. Ці висновки стануть підґрунтям для розробки проектних рішень у третьому розділі роботи.

РОЗДІЛ III

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ ОЗЕЛЕНЕННЯ ПРИБУДИНКОВИХ ТЕРИТОРІЙ У МІСТАХ

3.1. Пермакультурні підходи та композиційні прийоми для організації насаджень на прибудинкових територіях

Організація насаджень на прибудинкових територіях потребує комплексного підходу, який враховує специфічні умови території, екологічні та соціальні аспекти. Використання пермакультурних принципів у поєднанні з композиційними прийомами дозволяє створювати гармонійні, екологічно стійкі та функціональні ландшафтні рішення.

Основні принципи пермакультури в організації насаджень полягають в тому, що пермакультура базується на системному підході до планування та управління просторами, зокрема:

1. **Спостереження та аналіз:** перед початком будь-яких робіт необхідно ретельно дослідити територію, враховуючи освітленість, напрямок вітру, характер стоку води та якість ґрунту. Наприклад, вузькі смуги прибудинкових територій часто піддаються впливу пилу та надмірної тіні.

2. **Зонування:** розподіл території на зони залежно від їх функціонального призначення. Для прибудинкових територій це може включати декоративні насадження вздовж доріжок та бар'єрні насадження ближче до дорожнього полотна.

3. **Збереження енергії та ресурсів:** застосування прийомів мульчування та використання органічних відходів для покращення структури ґрунту. Наприклад, мульча з кори або соломи допомагає знижувати випаровування вологи і пригнічує ріст бур'янів.

4. **Біорізноманіття:** висаджування рослин різних екологічних ніш забезпечує стійкість системи. Наприклад, поєднання багаторічників як хости, щитник чоловічий (*Hosta plantaginea*, *Dryopteris filix-mas*) з кущами барбарис

Тунберга, спірея японська (*Berberis thunbergii*, *Spiraea japonica*) створює багаторівневу структуру насаджень.

Серед методів пермакультури на прибудинкових територіях можна використовувати наступні:

1. Глинові капілярні системи (метод зрошення, який використовує глиняні посудини або труби для поступового випуску води в ґрунт через пористу поверхню. Цей підхід широко застосовується в пермакультурі для економного використання води, особливо в умовах посухи або обмежених ресурсів): для вузьких територій це може бути корисним способом збереження вологи та забезпечення ґрунту поживними речовинами.

2. Контурне планування: організація насаджень за лініями рельєфу сприяє ефективному стоку води. Навіть на плоскій прибудинковій території можливо створювати контурні насадження для керування водою.

3. Живі огорожі: рослини типу бузок звичайний (*Ligustrum vulgare*) або карагана древоподібна (*Caragana arborescens*) виконують функцію захисту від пилу та шуму.

4. Системи для збору дощової води: встановлення бачків за для накопичення дощівки з дахів будинків.

5. Використання азотфіксуючих рослин для покращення ґрунту. Використання азотфіксуючих рослин, таких як робінія звичайна (*Robinia pseudoacacia*), карагана древоподібна (*Caragana arborescens*) або люпин (*Lupinus spp.*), є ефективним методом збагачення ґрунту азотом. Ці рослини вступають у симбіоз із бактеріями роду *Rhizobium*, які фіксують атмосферний азот і перетворюють його у форму, доступну для інших рослин. На прибудинкових територіях такі насадження можуть виконувати як декоративну функцію, так і слугувати природним добривом, сприяючи відновленню родючості ґрунту без використання хімічних засобів.

Найбільш поширені та придатні для озеленення прибудинкових територій багатоквартирних будинків пермакультурні методи та прийоми зведено в наступний перелік таблиці 5.

Таблиця 5.

**Перелік пермакультурних методів і прийомів для озеленення
прибудинкової території багатоквартирних будинків**

Метод/Прийом	Короткий опис
Жива огорожа	Використання місцевих багаторічних кущів (наприклад, кизильник блискучий <i>Cotoneaster lucidus</i> або барбарис звичайний <i>Berberis vulgaris</i>) для створення природних бар'єрів, що забезпечують захист від вітру, пилу та шумоізоляцію
Мульчування	Покриття ґрунту (наприклад, сосною корою, тріскою) навколо рослин для збереження вологи, покращення структури ґрунту та запобігання росту бур'янів
Зонування	Планування території за принципами зонування: наприклад, висадка декоративних рослин ближче до входів, а дикорослих або мало доглядованих – далі від основних маршрутів
Полікультура	Висадка різноманітних декоративних і ґрунтопокровних рослин, які взаємодоповнюють одна одну, наприклад, комбінації декоративних трав (<i>Festuca ovina</i>) і кущів
Гільдії рослин	Поєднання рослин, які підтримують одна одну, наприклад, дерева (<i>Acer platanoides</i>), супутні кущі (форзиція середня <i>Forsythia x intermedia</i>) і ґрунтопокровні квіти (<i>Sedum spectabile</i>)
Зелені дахи	Використання дахів для озеленення, створюючи зони з трав'янистими рослинами або кущами, що сприяють покращенню мікроклімату
Водозатримуючі канави	Організація невеликих каналок у зонах зливу дощової води для її затримання і поступового проникнення у ґрунт
Компостування	Створення компактних компостерів для органічних відходів мешканців, що можна використовувати для удобрення рослин
Холмиста грядка	Використання обрізаних гілок і органічних матеріалів для створення декоративних грядок із природним дренажем
Сонячні пастки	Висадка рослин, які створюють сприятливий мікроклімат (захист від вітру, затримка тепла) для інших, наприклад, кущів чи квітників
Перголи та вертикальне озеленення	Використання вертикальних конструкцій для висадки витких рослин (наприклад, плющ звичайний <i>Hedera helix</i>), які економлять місце й покращують естетику

Агрегація функцій	Поєднання декоративних і функціональних рослин, наприклад, лаванда лікарська (<i>Lavandula angustifolia</i>), яка є декоративною і відлякує комах-шкідників або тагетіс (чорнобривці, <i>Tagetes</i> spp.) виділяє фітонциди, які відлякують шкідників, зокрема нематод
Ґрунтопокровні рослини	Висадка рослин, що захищають ґрунт і не вимагають частого догляду, наприклад, барвінок малий (<i>Vinca minor</i>)
Капілярний підйом води	Використання глибокого коріння рослин для збереження вологи, наприклад, висадка кущів і дерев з адаптацією до міського середовища.

Також важливою складовою є композиційні прийоми для гармонійного ландшафту. Важливість композиції полягає в тому, що вона забезпечує візуальний баланс та функціональність простору. Основні принципи включають:

1. **Баланс висоти:** низькорослі рослини розташовують ближче до доріжок, тоді як більш високі насадження висаджують ближче до краю території.
2. **Контраст текстур:** поєднання рослин з різними фактурами листя, наприклад, гладкі хости (*Hosta*) та ажурні папороті.
3. **Сезонність:** планування рослин таким чином, щоб вони забезпечували декоративність протягом усього року. Наприклад, дерен білий (*Cornus alba*) забезпечує яскраву кору взимку.

На практичному рівні впровадження пермакультурних підходів дозволяє не лише покращити зовнішній вигляд прибудинкових територій, а й створити сприятливі умови для мешканців. Наприклад, використання компостних ящиків для органічних відходів може стати як джерелом поживних речовин, так і елементом освітньої програми для жителів.

Застосування вищезазначених принципів та методів сприяє формуванню стійких насаджень, які відповідають як естетичним, так і екологічним потребам сучасних міських територій.

3.2. Висновки щодо можливостей вирощування їстівних культур у міських умовах

При вирощування їстівних культур у міських умовах необхідно врахувати потенційні ризики міського ґрунту, а саме, забруднення важкими металами: свинцем, кадмієм, міддю, цинком та іншими токсичними речовинами, які часто присутні у міських ґрунтах через транспорт, промисловість, будівельні роботи, старі фарби тощо.

Важкі метали надзвичайно канцерогенні; миш'як викликає рак шкіри, оскільки він зв'язується з білками в тканинах шкіри та руйнує їх. Свинець впливає на розвиток мозку. Кадмій сприяє розвитку раку нирок, а також порушує розвиток кісток.

Вплив важких металів у ґрунті відбувається через поглинання та споживання рослинами, перенесення та споживання води або вдихання металів, пов'язаних з пилом. У наведеній нижче таблиці наведено деякі культури, які, як відомо, є мішенню для певних металів [43].

Таблиця 6.

Культури, що здатні поглинати важкі метали

Метал	Культури, які можуть поглинати ці метали
Арсен (As)	Бурий рис, сочевиця
Свинець (Pb)	Капуста, селера, салат-латук
Кадмій (Cd)	Салат-латук, шпинат, капуста, селера, рис

Визначення концентрації металів у ґрунті є ключовим моментом перед початком будь-якої садової діяльності.

«Забрудненню ґрунтів важкими металами (кадмій, стронцій, мідь, свинець, цинк, нікель) сприяють викиди автомобільного транспорту.

Важкі метали, нагромаджуючись в ґрунті, беруть участь у хімічних, біохімічних процесах і негативно впливають на склад та властивості ґрунту...

...на грунтах, де концентрація важких металів нижча рівня токсичності, треба вирощувати культури, які вбирають їх» [44, с.220].

Таблиця 7.

Найбільш відомі культури, що належать до категорії фіторемедіаторів, які здатні активно вбирати важкі метали з ґрунту [45, 46]:

Ці рослини використовуються в проектах фіторемедіації для очищення забруднених територій.

Також важливим є фактор солоності ґрунту. Використання піщано-сольових сумішей на дорогах може призвести до накопичення солей у ґрунті.

Може буде наявним біологічне забруднення - наявні бактерії чи патогени із каналізаційних стоків або сміттєзвалищ.

Перераховані ризики можуть бути мінімізовані або уникнені за допомогою таких рішень:

1) Оцінка та аналіз ґрунту: Перед використанням ділянки потрібно проводити аналіз ґрунту на вміст токсичних речовин. За необхідності замінювати верхній шар ґрунту на чистий або додавати органічні матеріали, щоб знизити доступність токсичних елементів.

2) Застосування контейнерного землеробства. Використання піднятих грядок, контейнерів або мішків із чистим ґрунтом може забезпечити безпечне середовище для вирощування (Рис.8). Це мінімізує контакт рослин із забрудненим ґрунтом.

а

б

Рис. 8 Приклади контейнерного землеробства: *а* – високі грядки; *б* - вирощування рослин у мішках.

3) Вирощування культур, які менш схильні до накопичення токсичних речовин. Наприклад, листові овочі та коренеплоди більше накопичують метали, ніж плоди (томати, перець, баклажани).

4) Використання фітореMediaції. Висаджування рослин, які активно поглинають токсини, таких як соняшник або гірчиця, для очищення ґрунту [41, с.221].

5) Використання мікоризи. Впровадження мікоризних грибів може допомогти в зниженні токсичності ґрунту, оскільки вони сприяють поглинанню важких металів рослинами та знижують їх біодоступність [42].

6) Використання ем-бокаші. Додавання ем-бокаші (ефективних мікроорганізмів) до ґрунту сприяє поліпшенню його структури, активізує процеси розкладу органічних матеріалів та покращує загальний стан ґрунтової екосистеми, що дозволяє зменшити ризики забруднення токсичними речовинами.

7) Вибір сприятливих місць. Уникати ділянок біля доріг із інтенсивним рухом, промислових зон або сміттєзвалищ. Перевагу надавати місцям із перевіреним екологічним станом.

8) Контроль якості продукції. Регулярний аналіз зібраних плодів на вміст важких металів, щоб забезпечити їхню безпечність.

Враховуючи все вищенаведене, міське землеробство можливе і перспективне, але вимагає ретельного підходу до вибору місця, підготовки ґрунту та контролю за екологічною безпекою. Найкращим рішенням є використання піднятих грядок або контейнерів із чистим субстратом для вирощування їстівних культур у міських умовах. Це знижує ризики забруднення і сприяє сталому розвитку міського огородництва.

Контейнерне землеробство та фітореMediaція дозволяють інтегрувати зелені зони в міський простір, зберігаючи його екологічну безпеку. Впровадження таких методів сприяє покращенню якості життя населення та популяризації сталого міського землеробства. Завдяки цьому міські території можуть стати прикладом ефективного використання обмежених ресурсів.

3.3. Проєкт озеленення території біля багатоповерхового будинку в Шевченковському районі м. Києва з елементами пермакультури

Схема оптимального озеленення експериментальної ділянки біля багатоповерхового будинку враховує наявні особливості, мікроклімат та існуючий асортимент рослин.

1. Аналіз території:

- Ґрунт. Дослідження показали, що ґрунт на ділянці прийнятний для вирощування рослин, але потребує додаткового внесення органіки (перегній, компост) для покращення водоутримувальної здатності.
- Мікроклімат. Ділянка знаходиться у міському середовищі з помірною затіненістю від будівлі. Переважають відкриті сонячні зони, але є місця з тимчасовою півтіню. Ділянка має обмежений простір (1 м від будинку до краю).
- Існуючий асортимент рослин. На ділянці ростуть переважно декоративні багаторічники, кілька кущів, дерева та газонна трава.

2. Підбір рослин для оптимального озеленення: Вибір рослин здійснено з урахуванням умов ділянки та принципів пермакультури. Для сонячних зон рекомендовано використовувати такі місцеві види, як лаванда, ехінацея, коров'як, деревій звичайний, гвоздика трав'янка, чебрець звичайний. Для напівзатінених зон найкращими варіантами є хости, папороті, медунка лікарська, герань лісова та живучка повзуча. Для декоративності та кольорових акцентів використовуються спірея японська, барбарис Тунберга, бузок, форзиція.

3. Пропозиції щодо покращення ґрунту:

- Внесення компосту або перегною для збагачення поживними речовинами.
- Мульчування (застосування органічної мульчі - тирса, солома, кора) для збереження вологи, зниження росту бур'янів та створення охайного вигляду.

- Використання мікоризи. Внесення спеціальних грибкових препаратів із мікоризою забезпечить симбіотичний зв'язок між кореневою системою рослин і грибами, що сприятиме покращенню поглинання поживних речовин, зокрема фосфору, та підвищенню стійкості рослин до стресів.

- Застосування ЕМ-бокаші. Використання ефективних мікроорганізмів у вигляді бокаші допомагає активізувати біологічні процеси в ґрунті, покращити його структуру, збагатити органікою та забезпечити природний захист від патогенів.

- Використання азотфіксуючих рослин. Висаджування бобових культур (наприклад, люцерни, конюшини, нуту або гороху), що здатні фіксувати атмосферний азот, сприяє покращенню родючості ґрунту. Ці рослини також допомагають знижувати кількість токсичних речовин у ґрунті завдяки покращенню його структури та стимулюванню біологічної активності.

4. Екологічні аспекти:

- Впровадження принципів пермакультури, зокрема використання місцевих видів рослин, поверхневий дренаж для збору дощової води, створення умов для залучення корисних комах, а також посадка медоносів для залучення бджіл.

- Використання низькорослих рослин уздовж відкритих меж ділянки для зниження впливу вітру та забруднення.

5. Особливості планування та прийоми озеленення:

- Висадка рослин щільними групами для максимального заповнення простору.

- Використання низькорослих кущів та багаторічників, що не перешкоджають вентиляції будівлі, відповідно до стандартів ДБН України.

- Бордюри з багаторічників вздовж доріжки та з боку дороги, що не виходять за межі ділянки.

- Каскадна висадка кущів і багаторічників для створення вертикальних композицій.

- Захисний бар'єр уздовж дороги із рослин, що поглинають пил та забруднення (дерен, барбарис).

6. Додаткові заходи:

- Регулярне обрізання рослин у вузьких зонах для запобігання їх розростанню.
- Застосування принципу «мінімальне втручання» для підтримки природного балансу.

Обґрунтування вибору нового асортименту рослин. Вибір рослин був здійснений з урахуванням принципів пермакультури та екологічної доцільності, базуючись на результатах попереднього експерименту з томатами. Основними критеріями стали:

- Адаптованість до умов ділянки: враховано ґрунтово-кліматичні умови, освітленість та мікроклімат.
- Екологічні переваги: обрані рослини сприяють покращенню ґрунту (наприклад, азотфіксація), запобігають ерозії та ущільненню ґрунту.
- Біорізноманіття: введення рослин різних екологічних функцій (медоносні, сидеральні, декоративні).
- Естетичність і практична користь: декоративність, можливість використання в терапевтичному садівництві та отримання їстівної продукції.
- Принципи пермакультури: створення гільдій рослин, де культури взаємодіють позитивно (чебрець, деревій, лаванда для захисту від шкідників)

[гільдії].

Вибраний асортимент включає бобові культури для азотфіксації (люцерна, конюшина, горох), сидерати для збагачення ґрунту (вика, люпин), а також дерева та чагарники, які збагачують ґрунт азотом (карагана, гледичія).

Ці рослини сприяють покращенню структури ґрунту, підвищенню родючості та екологічній ефективності, відповідаючи вимогам пермакультури.

Також важливим етапом проєктування є розробка алгоритму підбору рослин для озеленення території, адже він дозволяє систематизувати процес прийняття рішень та уникнути помилок. Такий підхід забезпечує комплексний аналіз умов ділянки та врахування її особливостей, зокрема освітленості, типу ґрунту та обмежень, пов'язаних із близькістю будівель і доріг. Алгоритм сприяє раціональному використанню простору, підбору рослин, які відповідають принципам пермакультури, і створенню естетичного, функціонального та довговічного озеленення. Це особливо актуально для багатоповерхових житлових районів, де правильний підбір рослин не лише покращує екологічний стан, але й задовольняє потреби мешканців.

Пропонується наступний алгоритм підбору рослин для прибудинкової території міста:

1. Оцінка території:

1.1. Визначити розміри ділянки (ширина, довжина).

1.2. З'ясувати тип ґрунту (рівень родючості, кислотність, наявність забруднень).

1.3. Оцінити освітленість (сонячні, напівтіньові, тіньові ділянки).

1.4. Врахувати мікроклімат (вітрові навантаження, рівень вологості).

1.5. Визначити близькість до будівель, доріг, та інженерних комунікацій.

2. Аналіз потреб і обмежень:

2.1. Визначити функціональні зони (зелені смуги, декоративні композиції, місця для тіньового захисту).

2.2. Врахувати вимоги мешканців (наприклад, алергенність рослин).

2.3. Дотримуватися ДБН (державних будівельних норм) щодо відстаней від будівель, доріг і комунікацій.

3. Вибір типів рослин:

3.1. Дерева:

- Обирати низькорослі або повільнозростаючі види (наприклад, Клен польовий (*Acer campestre*) або Горобина звичайна (*Sorbus aucuparia*)).

- Уникати рослин з агресивною кореневою системою, які можуть пошкодити фундаменти або дороги.

3.2. Кущі:

Вибирати види, які не потребують регулярного обрізання (наприклад, Дерен білий (*Cornus alba*), Спірея японська (*Spiraea japonica*)).

3.3. Трав'янисті рослини:

Включити багаторічники, які не потребують частого догляду (наприклад, Хоста (*Hosta*), Ехінацея пурпурова (*Echinacea purpurea*)).

3.4. Газон або почвопокровні рослини:

Використовувати стійкі до витоптування види (наприклад, Вівсяниця червона (*Festuca rubra*), Тонконіг лучний (*Poa pratensis*)).

4. Перевірка на відповідність умовам середовища:

- Переконатися, що обрані рослини підходять до місцевих кліматичних і ґрунтових умов.

- Віддати перевагу місцевим видам, які є адаптованими до екосистеми (наприклад, Калина звичайна (*Viburnum opulus*), Дуб звичайний (*Quercus robur*)).

5. Розробка схеми насаджень:

5.1. Спланувати розташування рослин так, щоб вони не заважали руху пішоходів і транспорту.

5.2. Врахувати перспективу росту рослин, залишаючи достатньо простору між ними.

5.3. Застосувати принципи змішаних насаджень (поєднання високих і низьких рослин для естетики та функціональності).

6. Оцінка догляду:

Вибрати рослини з низькими вимогами до поливу та обрізки.

Передбачити регулярний догляд у перші роки (полив, мульчування, внесення добрив).

7. Реалізація та моніторинг:

- Висадити рослини в оптимальний сезон.
- Періодично перевіряти стан зелених насаджень і вносити корективи за потреби.

Запропонований алгоритм значно спрощує процес планування озеленення, забезпечуючи структурований підхід до вибору рослин з урахуванням умов ділянки, потреб мешканців та вимог нормативів.

На основі інформації, зазначеної у третьому розділі, та з урахуванням особливостей прибудинкової території, було розроблено проєкт озеленення. У межах цього проєкту проведено зонування території та підібрано відповідний асортимент рослин. Ділянкам було привласнено умовну нумерацію (Рис.9)

Рис. 9. Схема умовної нумерації ділянок зеленої зони прибудинкової території.

При розробці проєкту було прийнято рішення використовувати лише місцеві рослини, без залучення екзотичних видів, що дозволило забезпечити природну адаптацію до кліматичних та ґрунтових умов території. Частина вибраних рослин є перевіреними протягом багатьох років і добре зарекомендували себе в умовах даного регіону, тому вони знайшли своє відображення в проєкті.

Для мінімізації відкритих ділянок ґрунту та забезпечення естетичної привабливості впродовж усього вегетаційного періоду в проєкті були включені ґрунтопокривні квіти. Вони не тільки ефективно закривають поверхню ґрунту, але й сприяють збереженню вологості, запобігаючи ерозії та росту бур'янів. Окрім того, були обрані рослини з тривалим періодом цвітіння, зокрема ешольція каліфорнійська (*Eschscholzia californica* Cham.), яка цвіте рясно й тривало з першої декади червня до пізньої осені , що надає проєкту додаткової декоративності протягом тривалого часу.

Проєкт для зон 1–3 передбачає використання переважно однорічних та багаторічних квітів, а також невеликих кущів, що дозволяє оптимально розподілити рослинність на обмеженій площі. Це рішення ґрунтується на

специфіці ділянок, де розміри зон є обмеженими, що вимагає використання компактних та швидкорослих рослин, здатних ефективно виконувати декоративні та екологічні функції без перевантаження території.

Нижче подано візуалізацію запропонованого рішення (Рис.10):

Рис.10. Проєкт озеленення 1,2,3 ділянок прибудинкової території.

ТУТ ЩЕ МАЄ
БУТИ ПОДВОДКА
ПІД 2-й АРКУШ
ПРОЄКТУ
Я ЙОГО ЩЕ РОБЛЮ
В ФОТОШОПІ

ТУТ БУДЕ АРКУШ
ПРОЄКТУ

Підсумовуючи вищезазначене у третьому розділі , хотілося б зазначити, що пермакультурні підходи та композиційні прийоми можуть значно покращити організацію насаджень на прибудинкових територіях, створюючи ефективні, екологічно стійкі ландшафти. Використання принципів пермакультури дозволяє зберігати біорізноманіття, зменшувати потребу в ресурсах та забезпечити оптимальні умови для росту рослин. Вибір місцевих видів, зонування території та застосування природних технологій, таких як мульчування та компостування, сприяє підвищенню родючості ґрунтів і збереженню природного балансу.

Міські умови ставлять певні обмеження для вирощування їстівних культур, проте є можливості для впровадження таких практик, як вертикальне садівництво та використання контейнерів. Важливо правильно вибирати сорти культур, що підходять до місцевих умов, а також враховувати якість ґрунту та забруднення навколишнього середовища. Використання добрив та органічних методів обробки дозволяє створювати стійкі й безпечні для здоров'я системи вирощування.

Проект озеленення території біля багатоповерхового будинку в Шевченковському районі м. Києва передбачає інтеграцію пермакультурних принципів для створення комфортного й екологічно збалансованого простору. Використання місцевих рослин, організація ефективного зрошення та впровадження систем замкнених екосистем дозволить мінімізувати потреби в зовнішніх ресурсах і створити стійке середовище для мешканців.

ВИСНОВКИ

Основними результатами науково-дослідної роботи щодо застосування пермакультурних принципів у процесі організації озеленення прибудинкових територій міських поселень є наступні:

1. У процесі дослідження нормативно-правової бази та застосування принципів пермакультури в організації озеленення прибудинкових територій було детально розглянуто основні положення законодавства України, що регулюють благоустрій міських територій, а також адаптацію пермакультурних принципів до умов урбанізованих зон. Вивчення світового та українського досвіду показало важливість інтеграції природних процесів у міське середовище для забезпечення сталого розвитку. Розглянуті приклади реалізації пермакультурних проєктів в Україні та за кордоном доводять, що застосування таких підходів дозволяє покращити екологічну ситуацію, зберегти природні ресурси та підвищити якість життя мешканців урбанізованих територій.

2. В ході дослідження було проведено детальний аналіз стану озеленення прибудинкової території, що розташована в Шевченківському районі міста Києва біля багатоповерхової житлової забудови. Аналіз враховував функціональне використання території, її просторові особливості та можливості для покращення. Результати показали наявність недоліків у розподілі зелених насаджень, що обмежують ефективність використання простору та його естетичну цінність. З огляду на ці аспекти, були визначені шляхи для покращення ландшафтного дизайну, включаючи оптимізацію розподілу рослин, застосування місцевих видів, покращення стану ґрунтів, а також впровадження принципів екологічного та сталого дизайну для підвищення функціональності та привабливості території.

3. Експеримент з вирощування томатів на досліджуваній ділянці підтвердив важливість правильного вибору рослин та технології вирощування для досягнення позитивних результатів у міському городництві. Ретельно

підібрані сорти та методи вирощування, які враховували особливості міського середовища, дозволили досягти задовільних результатів, навіть за умов обмеженого простору та складних кліматичних умов. Аналіз зразків ґрунту та рослин виявив, що на прибудинкових територіях важливо враховувати не лише фізико-хімічні характеристики ґрунту, але й його біологічну активність, що може варіюватися в залежності від ступеня забруднення та наявності органічних компонентів. Для оптимізації процесу вирощування необхідно здійснити корекцію складу ґрунту, використовуючи добрива та органічні матеріали, що покращують його структуру, водоемність та аерацію. Ці висновки підкреслюють необхідність комплексного підходу до організації міського городництва, що включає не тільки вибір відповідних рослин і методів вирощування, а й адаптацію до конкретних умов місцевості для забезпечення сталості та ефективності процесу.

4. У результаті виконання завдання було розроблено проєкт асортименту рослин для прибудинкової території, який ґрунтується на принципах екологічного та сталого ландшафтного дизайну. У процесі роботи були враховані вимоги нормативних документів, локальні умови та специфіка території. Проєкт містить оптимальне поєднання рослин, які сприяють збереженню біорізноманіття, покращенню стану ґрунтів та створенню естетично привабливого середовища. Крім того, було враховано потреби в зручності та безпеці для мешканців, а також принципи пермакультури для забезпечення сталого функціонування території в майбутньому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Закон України Про благоустрій населених пунктів

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2807-15#Text>

ЗЕМЕЛЬНИЙ

КОДЕКС

УКРАЇНИ

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14#Text>

Кодекс України про адміністративні правопорушення

[https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/80731-](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/80731-10?find=1&text=%D0%B7%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%85#w1_1)

[10?find=1&text=%D0%B7%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%85#w1_1](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/80731-10?find=1&text=%D0%B7%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%85#w1_1)

ЗАКОН УКРАЇНИ Про охорону навколишнього природного середовища

[https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12?find=1&text=%D0%BD%D0%B0%D1%81%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F#w1_1)

[12?find=1&text=%D0%BD%D0%B0%D1%81%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F#w1_1](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12?find=1&text=%D0%BD%D0%B0%D1%81%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F#w1_1)

НАКАЗ 10.04.2006 N 105 Про затвердження Правил утримання зелених насаджень у населених пунктах України

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0880-06#Text>

НАКАЗ 17.05.2005 N 76 Про затвердження Правил утримання жилих будинків та прибудинкових територій

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0927-05#Text>

НАКАЗ 27.11.2017 № 310 Про затвердження Типових правил благоустрою території населеного пункту

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1529-17#n13>

ДБН Б.2.2-12:2019 "Планування і забудова територій"

https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/b_2_2_12/1-1-0-1802

Благоустрій територій

https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_b_2_2_5_2011/1-1-0-1033

Київ долучився до програми озеленення міст і територій, які постраждали внаслідок російської агресії (+фото) 03 серпня 2023 року, 17:16 Київська міська рада

https://kyivcity.gov.ua/news/kiv_doluchivsya_do_programi_ozelenennya_mist_i_teritoriy_yaki_postrazhdali_vnaslidok_rosiysko_agresi_foto/?utm_source=chatgpt.com

Ти Київ. 6 березня 2024 18:06 Скільки коштує озеленення Києва? Тимур Маслов https://tykyiv.com/finances/skilki-koshtuie-ozelennia-kiieva/?utm_source=chatgpt.com

Київська міська рада https://kmr.gov.ua/sites/default/files/1535-21-2chyt.pdf?utm_source=chatgpt.com

Аранья. *Пермакультурний Дизайн: Крок за Кроком*. Київ: ГС «Пермакультура в Україні», 2016. — 189 с. : іл. — Бібліогр.: с. 186—187.

Білл Моллісон, Рені Міа Слей. *Вступ до пермакультури*. Львів: Простір-М, 2019. — 208 с.

15. Jaka jest rola miejskiej zieleni? 24.10.2022. URL: <https://rynekpierwotny.pl/wiadomosci-mieszkaniowe/zielen-w-miescie-dlaczego-jest-niezbedna/12173/>

16. EDIBLE GARDENS TO VISIT IN SINGAPORE

https://tendergardener.com/edible-gardens-to-visit-in-singapore/#google_vignette

17. How Urban and Rural India is Employing Rainwater Harvesting Techniques <https://nsassociates.co.in/urban-and-rural-india-is-employing-rainwater-harvesting-techniques/>

18. Designing with Purpose: Incorporating rainwater harvesting <https://parametric-architecture.com/designing-with-purpose-incorporating-rainwater-harvesting/?srsltid=AfmBOorcGq2nYmlLwxwDsCa2z8eA4QBKGjANSEffoc08n1lzNJTl5YFs>

19. Як побудувати "місто майбутнього" – рецепт зі Швеції
<https://www.eurointegration.com.ua/BeEuropean/2016/04/21/7048175/>
20. PERMACULTURE AND WATER CONSERVATION INITIATIVES
<https://worldpermacultureassociation.com/water-conservation-with-permaculture/>
21. В Осло збудували будинок із природною вентиляцією за проєктом Snøhetta <https://hmarochos.kiev.ua/2024/04/30/v-oslo-zbuduvaly-budynok-iz-pryrodnoyu-ventylyacziyeyu-za-proyektom-snohetta-foto/>
22. Cultivating Pathways to Freedom. Through Food & Healing. Rooted in growing food, we cultivate nourishing environments which promote health, economic development, healing, & creativity through urban agriculture
<https://www.urbangrowerscollective.org/>
23. PERMABLITZ MELBOURNE . <https://www.permablitz.net/about-permablitz/>
24. Embrace Urban Farming: A Rewarding Journey Through Portland's Green Spaces <https://portlandecohouse.com/urban-farming-portlands-green-spaces/>
25. The GLA releases a green roof map of London
<https://climatelondon.org/articles/the-gla-releases-a-green-roof-map-of-london/>
26. Berlin's food forests: An urban agricultural revolution <https://www.the-berliner.com/berlin/berlins-food-forests-an-urban-agricultural-revolution/>
27. Green Wise. Японський досвід для України
<https://projectfromitaly.com/ua/green-wise-yaponskij-dosvid-dlya-ukrainy/>
28. Город на балконі: як «зелене» хобі перетворилося на громадський садок у центрі Києва. <https://ecotechnica.com.ua/uk/stati/gorodskaya-ferma-kak-zelenoe-khobbi-prevratilos-v-obshchestvennyj-sad-v-tsentre-kieva>
29. САДИ НА ДАХАХ Крайниковець О.В., Дідик В.В., Максим'юк Т.М., 2012 Національний університет "Львівська політехніка", кафедра містобудування <https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/fbdd6aca-6706-46dc-9802-e4d20a4bcf2d/content>

30. У Львові презентували повністю облаштовану першу в Україні Зелену Зупинку <https://ucn.org.ua/?p=3469>

31. Сад на даху: як озеленюють покрівлі в Україні та світі <https://hmarochos.kiev.ua/2016/03/16/sad-na-dahu-yak-ozelenyuyut-pokrivli-v-ukrayini-ta-sviti/>

32. Пермакультура в Україні. Проєкт "Urban#garden"
<iframe src="https://www.facebook.com/plugins/post.php?href=https%3A%2F%2Fwww.facebook.com%2FPermacultureUkraine%2Fposts%2Fpfbid02KTYA9DHPUyRvAdAWTzTRR84PtvQzEE4QsrS7J6V7G9b5kDMR2Hi8XHC3vu3MSb1Ul&show_text=true&width=500" width="500" height="748" style="border:none;overflow:hidden" scrolling="no" frameborder="0" allowfullscreen="true" allow="autoplay; clipboard-write; encrypted-media; picture-in-picture; web-share"></iframe> або

<iframe src="https://www.facebook.com/plugins/post.php?href=https%3A%2F%2Fwww.facebook.com%2Fpermalink.php%3Fstory_fbid%3Dpfbid02dwYXkbmZMozp1ZqU1z8VLfFL9gqGsDp3ASYN9h3WzK81tisGBcQ3Ymmw6KzrStmul%26id%3D100094429325542&show_text=true&width=500" width="500" height="813" style="border:none;overflow:hidden" scrolling="no" frameborder="0" allowfullscreen="true" allow="autoplay; clipboard-write; encrypted-media; picture-in-picture; web-share"></iframe>

33. Детальні плани територій Києва

http://kyiv-landuse.com/sites/default/files/DPT_Simi_Khohlovyh_GM_arh.pdf

34. Клімат Києва
https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D1%96%D0%BC%D0%B0%D1%82_%D0%9A%D0%B8%D1%94%D0%B2%D0%B0

35. Зони морозостійкості садових рослин
<https://yaskravaklumba.com.ua/ua/stati-i-video/interesno-znat/zony-morozostoikosti-sadovyh->

rastanii?srsltid=AfmBOooUYEc4NgPRZOVrclurBQNWPyuiMZyucwGvWunzW0v5Yxx9FYM&utm_source=chatgpt.com

36. Рентгенофлуоресцентний аналіз К.М. Беліков О.І. Юрченко
Рентгенофлуоресцентний аналіз Навчальний посібник
<https://chemistry.karazin.ua/files/%20%D0%A0%D0%A4%D0%90.pdf>

37. Насіння помідорів «Черрі з Японії»
https://nasivanky.com/product/nasinnya-pomidoriv-cherri-z-yaponiyi-25-sht/?srsltid=AfmBOoqWzSkNrFBA-RhtZ_w2QaNttrYJGfK2sdqA4pnH2zcjuItOf0mS

38. ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА НОРМАТИВІВ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ В УКРАЇНІ ТА КРАЇНАХ ЄС І. Г. РУБЕЖНЯК,
кандидат біологічних наук Національний університет біоресурсів і природокористування України
https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/72569.pdf?utm_source=chatgpt.com

39. Про затвердження Державних гігієнічних правил і норм "Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах" <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0774-13#n57>

40. ДБН В.2.3-5:2018 Вулиці та дороги населених пунктів
<https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-199>

41. Агроекологія та пермакультура: продовольча безпека, повоєнне відновлення, нульове забруднення, сталий розвиток : підручн. / П. Є. Арданов, Т. В. Герасько, О. С. Дем'янук та ін.; за ред. П. Є. Арданова. —
К.: Талком, 2023. — 240 с.

42. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МІКОРИЗНИХ ГРИБІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ Наукові журнали Національного Авіаційного Університету <https://jrnl.nau.edu.ua/index.php/Design/article/view/17833/25137>

42. Гільдії рослин Брайс Раддок (Bryce Ruddock)

<https://drive.google.com/file/d/1YfToL1q5FaFOv59ANZybevSkjAOMz0DI/view>

43. Важкі метали в ґрунті

Source: <https://agrotest.com/article/vazhki-metali/>

44. Крикунов В.Г. Ґрунти та їх родючість. – К.: Вища школа, 1993.-287с.

45. Ali, H., Khan, E., & Sajad, M. A. (2013). Phytoremediation of heavy metals—concepts and applications. Chemosphere.

https://www.researchgate.net/publication/235880244_Phytoremediation_of_heavy_metals-Concepts_and_applications

46. Salt, D. E., Smith, R. D., & Raskin, I. (1998). Phytoremediation. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology.

https://www.researchgate.net/publication/289718210_Phytoremediation/link/5832a78008ae138f1c07ab50/download?tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19

Пермакультура - в чому ідея?

<https://lisosad.com.ua/uknovosti/uklisosadnews>

Пермакультура в Україні

<https://seedsandroots.net/permakultura-v-ukrayini/>

Портал Державних Будівельних Норм України 9.9 Зелені насадження

https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_b_2_2_5_2011/1-1-0-1033

ДБН 360-92** Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень (українська версія зі змінами) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_360_92_ua/1-1-0-116

Важкі метали в ґрунті

Source: <https://agrotest.com/article/vazhki-metali/>

<https://agrotest.com/article/vazhki-metali/>

ДОДАТКИ

Додаток А

Результати рентгенофлуоресцентного аналізу трьох зразків помідорів та
двох зразків ґрунту



Науково-технічний центр "VIRIA Ltd"

Україна, 01042, м. Київ, пр. вул. Дмитра Дорошенка, 18
Тел: +38 (097) 384-56-71; E-mail: info@viria.com.ua

РЕЗУЛЬТАТИ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛІЗУ

ПРОБА: Ґрунт 1

Концентрація елементів в пробі (мкг/г)

Елемент	Конц.	Ср. Стат. Погр.
S	6784.41 +_	1177.10
Cl	3699.59 +_	539.01
K	39586.15 +_	1327.10
Ca	46448.25 +_	1230.20
Cr	64.95 +_	9.31
Mn	2204.13 +_	82.41
Fe	5821.49 +_	122.72
Co	987.66 +_	41.18
Ni	61.84 +_	8.14
Cu	3.12 +_	1.29
Zn	1.07 +_	0.70
Br	8.10 +_	1.34
Rb	27.41 +_	2.11
Sr	83.10 +_	2.60
Zr	131.43 +_	3.80
Ba	1009.39 +_	97.99



Науково-технічний центр "BIPIA Ltd"

Україна, 01042, м. Київ, пр. вул. Дмитра Дорошенка, 18
Тел: +38 (097) 384-56-71; E-mail: info@viria.com.ua

РЕЗУЛЬТАТИ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛІЗУ

ПРОБА: Грунт 2

Концентрація елементів в пробі (мкг/г)

Елемент	Конц.	Ср.Стат.Погр.	
S	3823.72	+_	912.60
Cl	5914.32	+_	703.00
K	14292.89	+_	822.16
Ca	18315.42	+_	796.41
Cr	38.39	+_	9.76
Mn	900.39	+_	54.30
Fe	6780.76	+_	136.54
Co	585.30	+_	32.69
Ni	41.73	+_	2.10
Cu	7.01	+_	0.25
Zn	88.02	+_	6.62
Br	4.93	+_	1.08
Rb	24.14	+_	2.04
Sr	27.27	+_	1.53
Zr	227.30	+_	5.16
Pb	4.06	+_	0.94
Y	8.14	+_	1.11
Ba	695.96	+_	83.85



Науково-технічний центр "BIPIA Ltd"

Україна, 01042, м. Київ, пр. вул. Дмитра Дорошенка, 18

Тел: +38 (097) 384-56-71; E-mail: info@viria.com.ua

РЕЗУЛЬТАТИ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛІЗУ

ПРОБА: Томат 1

Концентрація елементів в пробі (мкг/г)

Елемент	Конц.	Ср . Стат . Погр .
S	456.73 +_	69.56
Cl	757.49 +_	37.04
K	18124.96 +_	133.11
Ca	459.52 +_	8.88
Cr	0.55 +_	0.11
Mn	1.17 +_	0.10
Fe	10.54 +_	0.38
Cu	0.78 +_	0.08
Zn	9.06 +_	0.22
Br	0.80 +_	0.05
Rb	45.58 +_	1.04
Sr	2.90 +_	0.07



Науково-технічний центр "BIPIA Ltd"

Україна, 01042, м. Київ, пр. вул. Дмитра Дорошенка, 18

Тел: +38 (097) 384-56-71; E-mail: info@viria.com.ua

РЕЗУЛЬТАТИ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛІЗУ

ПРОБА: Томат 2

Концентрація елементів в пробі (мкг/г)

Елемент	Конц.	Ср. Стат. Погр.
S	1905.53 +_	144.60
Cl	1111.74 +_	47.47
K	21584.04 +_	153.65
Ca	478.72 +_	9.58
Cr	0.41 +_	0.10
Mn	2.64 +_	0.16
Fe	23.42 +_	0.61
Cu	5.24 +_	0.22
Zn	14.50 +_	0.30
Br	1.43 +_	0.07
Rb	39.33 +_	1.02
Sr	0.56 +_	0.03
Zr	0.22 +_	0.01



Науково-технічний центр "BIPiA Ltd"

Україна, 01042, м. Київ, пр. вул. Дмитра Дорошенка, 18

Тел: +38 (097) 384-56-71; E-mail: info@viria.com.ua

РЕЗУЛЬТАТИ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛІЗУ

ПРОБА: Томат 3

Концентрація елементів в пробі (мкг/г)

Елемент	Конц.	Ср. Стат. Погр.
S	1188.77 +_	110.85
Cl	723.80 +_	36.92
K	26382.65 +_	163.72
Ca	355.48 +_	7.96
Cr	0.43 +_	0.10
Mn	2.63 +_	0.16
Fe	10.55 +_	0.39
Cu	1.47 +_	0.11
Zn	9.52 +_	0.23
Br	2.55 +_	0.09
Rb	35.05 +_	0.93
Sr	0.93 +_	0.04

Додаток Б

**Томати сорту «Черрі з Японії», що були вирощені на прибудинковій
ділянці у 2024 році**