

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра екології

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Зав. кафедри екології

доц. _____ Вікторія КАЦЕВИЧ

« _____ » червня _____ 2025 р.

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи освітнього ступеня «Бакалавр»
на тему: **«Індикація екологічного стану урботериторій міста Кам'янське
за морфометричними ознаками трав'янистої рослинності»**

Виконала: здобувачка вищої освіти 4 курсу,
групи Е-1-21 спеціальності 101 Екологія
_____ Ангеліна ТРОЦЕНКО

Керівник _____ доц. Таміла АНАНЬЄВА

Дніпро 2025

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: Водогосподарської інженерії та екології

Кафедра: Екології

Освітньо-професійна програма: Екологія

Спеціальність: 101 Екологія

Ступінь вищої освіти: Бакалавр

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри екології

_____ Вікторія КАЦЕВИЧ

«_____» _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я

на підготовку кваліфікаційної роботи

Троценко Ангеліни Володимиріни

(прізвище, ім'я, по батькові)

- 1. Тема роботи:** Індикація екологічного стану ґрунтової території міста Кам'янське за морфометричними ознаками трав'янистої рослинності.
Науковий керівник: Ананьєва Т.В., к.б.н., доцент
затверджена наказом по ДДАЕУ від «16» квітня 2025 р. № 768
- 2. Термін подання здобувачем роботи:** 16.06.2025 р.
- 3. Вихідні дані до роботи:** наукова література, результати визначення морфометричних показників дворядника мурового, кульбаби лікарської в місті Кам'янське.
- 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їй належить розробити):** Вступ, Теоретичні основи фітоіндикації антропогенного навантаження, Еколого-географічна характеристика м. Кам'янське Дніпропетровської області, Матеріали та методика дослідження, Результати індикаційних досліджень антропогенного навантаження міста Кам'янське, Охорона праці, Висновки, Список використаної літератури, Додатки.
- 5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):** Основна номенклатура галузевої продукції, яку

випускають промислові підприємства міста Кам'янське; Структура виробництва м. Кам'янське; Карта дослідних ділянок міста Кам'янське; Дворядник муровий (*Diplotaxis muralis*); Кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale*); Коефіцієнт варіації морфометричних показників дворядника мурового; Коефіцієнт варіації морфометричних показників кульбаби лікарської.

6. Дата видачі завдання: «__» _____ 20__р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ пп	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Теоретичні основи фітоіндикації антропогенного навантаження		
2	Еколого-географічна характеристика м. Кам'янське Дніпропетровської області		
3	Матеріали та методика дослідження		
4	Результати індикаційних досліджень антропогенного навантаження міста Кам'янське		
5	Охорона праці		
6	Оформлення кваліфікаційної роботи		

Здобувач(ка)

(підпис)

Ангеліна ТРОЦЕНКО

(Ім'я та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Таміла АНАНЬЄВА

(Ім'я та прізвище)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра складається із вступу, 5 розділів, висновків, списку використаної літератури, додатків.

Повний обсяг роботи – 74 сторінки друкованого тексту, включаючи 7 рисунків, 10 таблиць. Перелік посилань містить 40 літературних джерел.

Об'єктом дослідження є трав'яниста рослинність урботериторій міста Кам'янське Дніпропетровської області.

Предмет дослідження – морфометричні ознаки домінуючих видів трав'янистих рослин як індикатори екологічного стану різних за рівнем антропогенного навантаження урботериторій м. Кам'янське.

Мета роботи – оцінка екологічного стану урботериторій м. Кам'янське Дніпропетровської області згідно з результатами морфометричного аналізу ознак трав'янистої рослинності.

Для досягнення мети основними завданнями дослідження стали:

1. Встановити та описати основні види трав'янистої рослинності, що зростають на різних за рівнем антропогенного навантаження урботериторіях м. Кам'янське.
2. Визначити морфометричні показники домінуючих видів трав'янистих рослин у досліджуваних локаціях.
3. Проаналізувати варіативність морфометричних ознак трав'янистої рослинності залежно від екологічних умов різних урботериторій м. Кам'янське.
4. Виявити морфометричні ознаки трав'янистих рослин, які є найбільш чутливими індикаторами екологічного стану урботериторій м. Кам'янське.

Методи дослідження: ботанічні, розрахункові, статистичні, методи аналізу і порівняння.

Ключові слова: ДВОРЯДНИК МУРОВИЙ, КУЛЬБАБА ЛІКАРСЬКА,
МОРФОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ, УРБАНІСТИЧНІ ЗОНИ,
АНТРОПОГЕННЕ НАВАНТАЖЕННЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФІТОІНДИКАЦІЇ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ	11
1.1. Теоретичні основи методу фітоіндикації	11
1.2. Фітоіндикація антропогенного навантаження за морфометричними показниками рослин	16
1.3. Оцінювання реакції рослин на забруднення	21
1.4. Дворядник муровий та кульбаба лікарська як компоненти флори м. Кам'янське Дніпропетровської області	25
РОЗДІЛ 2. ЕКОЛОГО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА м. КАМ'ЯНСЬКЕ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	31
2.1. Рельєф та геодинаміка	31
2.2. Характеристика клімату та метеорологічних умов	33
2.3. Урбоекологічне районування	34
2.4. Техногенне навантаження	36
РОЗДІЛ 3. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ	39
3.1. Об'єкти та методика дослідження	39
3.2. Еколого-ботанічна характеристика дворядника мурового та кульбаби лікарської	41
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ІНДИКАЦІЙНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ МІСТА КАМ'ЯНСЬКЕ	46
4.1. Попередній аналіз морфометричних показників дворядника мурового та кульбаби лікарської	46
4.2. Варіювання морфометричних показників дворядника мурового та кульбаби лікарської	52
4.3. Порівняльний аналіз результатів морфометричних досліджень.	53
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	57
5.1. Техніка безпеки під час польових досліджень в умовах воєнного стану, повітряної і мінної небезпеки.	57

ВИСНОВКИ	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	61
ДОДАТКИ	66

ВСТУП

Урбанізація, як один із визначальних процесів сучасності, призводить до трансформації природних ландшафтів і формування специфічних екологічних умов на міських територіях. Ці зміни чинять значний вплив на всі компоненти міських екосистем, зокрема на рослинний покрив. Трав'яниста рослинність, як найбільш поширений і динамічний елемент фітоценозів урбоекосистем, відіграє важливу роль у підтриманні їхньої стабільності та виконанні екологічних функцій. Водночас, вона є чутливим індикатором змін навколишнього середовища, реагуючи на забруднення повітря, ґрунту, водних об'єктів, а також на фізичні та хімічні порушення [2].

Дослідження екологічного стану урботериторій є актуальним напрямом сучасної екології. Чимало наукових досліджень зосереджено на аналізі впливу антропогенного навантаження на рослинність міст. Зокрема, розглядаються питання адаптації рослин до міських умов, використання рослин як біоіндикаторів забруднення, оцінка фіторімедіаційного потенціалу міської рослинності [10].

Особливу увагу в екологічних дослідженнях приділяється морфометричним параметрам рослин як чутливим індикаторам екологічного стресу. Зміни висоти рослин, площі листкової поверхні, кількості пагонів та інших морфологічних ознак можуть свідчити про несприятливі умови зростання. Ряд досліджень показує кореляцію між морфометричними показниками трав'янистих рослин та рівнем забруднення міського середовища [4].

Проблеми екологічного стану міських територій та використання рослинності як індикатора досліджуються також у контексті конкретних міст України. Проте, недостатньо вивченим залишається екологічний стан урботериторій м. Кам'янське Дніпропетровської області з використанням морфометричних ознак трав'янистої рослинності.

Актуальність роботи зумовлена необхідністю оцінки екологічного стану урботериторій м. Кам'янське, промислового центру із значним антропогенним

навантаженням . Використання морфометричних ознак трав'янистої рослинності як біоіндикаторів дозволить отримати об'єктивну інформацію про якість міського середовища та виявити зони екологічного ризику. Результати дослідження можуть слугувати основою для формування природоохоронних заходів та оптимізації міського планування.

Метою роботи є оцінка екологічного стану урботериторій м. Кам'янське Дніпропетровської області згідно з результатами морфометричного аналізу трав'янистої рослинності.

Завдання дослідження:

1. Виявити та описати основні види трав'янистої рослинності, що зростають на різних за рівнем антропогенного навантаження урботериторіях м. Кам'янське.
2. Визначити морфометричні показники домінуючих видів трав'янистих рослин у досліджуваних локаціях.
3. Проаналізувати варіативність морфометричних ознак трав'янистої рослинності залежно від екологічних умов різних урботериторій м. Кам'янське.
4. Виявити морфометричні ознаки трав'янистих рослин, які є найбільш чутливими індикаторами екологічного стану урботериторій м. Кам'янське.

Об'єкт дослідження - трав'яниста рослинність урботериторій м. Кам'янське Дніпропетровської області.

Предмет дослідження - морфометричні ознаки домінуючих видів трав'янистих рослин як індикатори екологічного стану різних за рівнем антропогенного навантаження урботериторій м. Кам'янське.

В роботі було проведено дослідження екологічного стану урботериторій м. Кам'янське на основі аналізу морфометричних ознак трав'янистої рослинності. Виявлені найбільш інформативні морфометричні показники, що відображають вплив антропогенного навантаження на трав'яний покрив міста. Отримані дані

розширять існуючі знання про адаптаційні механізми рослин в умовах урбанізованого середовища та можливості їх використання для біоіндикації.

Здобуті дані можуть слугувати основою для оцінювання екологічного стану міських територій, виявлення зон екологічного неблагополуччя та розробки рекомендацій щодо покращення екологічної ситуації в м. Кам'янське.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФІТОІНДИКАЦІЇ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

1.1. Теоретичні основи методу фітоіндикації

На сучасному етапі розвитку біосфери спостерігається критичне зростання рівня антропогенного забруднення довкілля. Одним із багатообіцяльних напрямів оптимізації екологічного стану в умовах глобальної урбанізації та індустріалізації є використання біологічних систем, зокрема зелених рослин, які завдяки своїм фізіологічним механізмам відіграють важливу роль у природній детоксикації атмосфери, гідросфери та літосфери від різноманітних контамінантів.

Згідно з дослідженнями Федоренко О., актуальним напрямом аналіз стану елементів навколишнього середовища є фітоіндикація. Автори підкреслюють високу чутливість рослин до змін екологічних факторів на початкових стадіях забруднення, що надає можливість оперативно діагностувати екологічний стан урбоекосистем [28].

Насамперед слід уточнити зміст терміна «фітоіндикація».

За визначенням Гончаренка І., фітоіндикація — це наукова дисципліна, що ґрунтується на оцінюванні екологічних чинників або стану екосистем шляхом аналізу флористичних характеристик. До таких належать ознаки окремих видів рослин, структура рослинних угруповань, їхня сукупність, а також взаємозв'язки між видами [7].

Основними поняттями, що лежать в основі фітоіндикаційного підходу, є «індикат» (об'єкт індикації) та «індикатор». Індикатом вважається елемент географічного середовища або його окремий параметр, який підлягає оцінці. Індикатор, своєю чергою, — це засіб вимірювання або характеристика, що відображає стан зазначеного індиката.

Індикаторами виступають окремі види рослин (або їхні внутрішньовидові таксони) чи рослинні ценози, стан яких відображає певні умови довкілля.

Індикаційні ознаки – це специфічні морфологічні, фізіологічні або біохімічні характеристики видів чи угруповань, що корелюють з досліджуваними екологічними факторами [12].

Фітоіндикація, як складова ширшого напрямку біоіндикації, започаткувалася у ХІХ столітті у зв'язку з практичною необхідністю визначення гідрологічних (глибина залягання ґрунтових вод), геохімічних (засолення, геохімічні аномалії) та інших параметрів довкілля. Протягом останніх десятиліть вітчизняними та зарубіжними науковцями акумульовано значний обсяг емпіричних даних щодо впливу антропогенних факторів на різні аспекти життєдіяльності деревних порід, мохоподібних, фітопланктону та інших рослинних організмів [18].

Фітоіндикація являє собою метод оцінки екологічних чинників або екосистем на основі флористичних ознак видів, їхніх угруповань, видового складу та міжвидових відносин. Характерними особливостями рослин-індикаторів є швидка фізіологічна реакція (наприклад, зміни електрофізіологічних потенціалів листової пластинки або пагона), прямий або опосередкований зв'язок з певним екологічним фактором (рівень ґрунтових вод, концентрація солей, ступінь заболочення), а також чутливість до антропогенних модифікацій (наприклад, реакція на надмірне зволоження внаслідок меліоративних заходів) [20].

Фітоіндикація є інтегральною частиною біоіндикації, що дозволяє здійснювати оцінку впливу факторів середовища на основі стану рослин або характеру їхньої відповідної реакції на зміни екологічних умов. Методологія фітоіндикації широко застосовується в системах екологічного моніторингу, демонструючи ефективність, що перевищує інші методи, серед яких економічну ефективність, можливість одночасного охоплення великих територій для індикації та відносну простоту інтерпретації отриманих результатів. За допомогою фітоіндикаційних методів можлива оцінка режимів екологічних факторів, які на момент спостереження не проявляють активності.

Фітоіндикаційні вивчення здійснюється на різних рівнях організації рослинного світу – від клітинного до екосистемного [24].

Фітоіндикація є невід’ємним компонентом екологічного моніторингу — механізму постійного контролю екологічної ситуації на визначених просторових масштабах (від окремих ділянок до континентальних масштабів) з метою забезпечення раціонального природокористування та охорони біорізноманіття.

При оцінці екологічного стану територій метод фітоіндикації є високоефективним завдяки високій чутливості біологічних систем до змін середовища існування та їхній здатності реагувати на екологічні стреси на більш ранніх етапах, ніж фізико-хімічні методи. Перевагами використання фітоіндикаторів є їхня здатність інтегрувати інформацію про сукупність екологічно значущих факторів, відображаючи загальний стан довкілля; відсутність потреби у застосуванні дорогівартісних методів аналізу; можливість ідентифікації шляхів та місць акумуляції різноманітних забруднювачів в екосистемах; а також надання інформації для оцінки ступеня токсичності речовин для біоти.

Застосування фітоіндикації дозволяє оцінювати коливання рівня видового різноманіття організмів на певній території, так і їхнього хімічного складу, що відображає здатність рослин нагромаджувати певні елементи та сполуки, що надходять із довкілля. Наприклад, зміни у видовому багатстві рослинних угруповань можуть свідчити про наявність специфічних забруднювачів, до яких певні види є особливо чутливими (зникнення лишайників в умовах промислових центрів) або, навпаки, про евтрофікацію водних екосистем (збільшення чисельності ціанобактерій при надходженні біогенних елементів з сільськогосподарських угідь) [14].

Окрім того, в умовах посилення антропогенних змін у структурі рослинного покриву, техногенні ландшафти набувають домінуючого значення порівняно з природними, чинячи значний негативний вплив на екологічний стан. У деяких регіонах техногенні екосистеми практично повністю замінили

природні біотопи. Одним із візуальних індикаторів техногенного впливу на довкілля є стан його рослинного покриву.

Процес фітоіндикації включає ряд послідовних етапів [6]:

- ідентифікація індиканту (екологічного фактору), що визначає мету дослідження;
- вибір методу та масштабу вимірювання кількісних або якісних характеристик індиканту;
- пошук відповідного індикатора на основі встановлення статистично значущих кореляційних зв'язків між станом рослини та досліджуваним фактором;
- розробка шкали для оцінки індикаційних ознак;
- визначення ступеня кореляції між змінами індиканту та індикатора, а також способу візуалізації отриманих результатів.

Рослина-індикатор функціонує як своєрідний біологічний сенсор, що дозволяє ідентифікувати наявність певних забруднюючих речовин, проте без кількісного визначення їхньої концентрації. У якості індикаторів можуть виступати види рослин, здатні до акумуляції у своїх тканинах забруднюючих речовин або продуктів їхнього метаболізму, що утворюються внаслідок взаємодії рослини з абіотичними факторами, зокрема важкі метали такі як свинець і кадмій, фтористий водень та сульфатні сполуки. Вплив зазначених забруднювачів може призводити до змін параметрів росту та розвитку рослин (швидкість та якість росту, фенологічні фази), процесів репродукції, а також до зниження продуктивності та врожайності [5].

Окремі параметри або їхній комплекс можуть бути використані для ідентифікації наявності забруднюючих речовин шляхом проведення експериментальних досліджень в умовах лабораторного контролю метою встановлення кореляції між ознаками ушкодження або змінами фізіологічного стану рослини та наявністю певного контамінанту або їхньої суміші.

Застосування рослин-індикаторів виправдано в якості методу екологічного моніторингу, котрий використовується для визначення конкретних

забруднювачів, а також для оцінювання загального стану довкілля. Подібні дослідження можуть проводитися на рівні рослинних спільнот (фітоценозів), чи у розрізі окремих видів рослин. Специфічні анатомо-морфологічні та фізіолого-біохімічні параметри рослин можуть слугувати показниками для кількісної оцінки абсорбованих токсикантів.

При відгуках необхідно вказати додаткові фітоіндикації, важливо вказати тип якості та її властивості. Це включає безліч живих елементів, рівень освіти, топографічні і метеорологічні зміни, а також наявність фітопатогенів та шкідників [6].

Основними підходами у фітоіндикації є фенологічний, морфологічний та біометричний, анатомо-цитологічний, фізіологічний, біохімічний, біофізичний, дендрологічний, флористичний, популяційний, екосистемний, генетичний та ліхеноіндикаційний. У практичних дослідженнях найбільше застосовують методи, засновані на аналізі даних, отриманих макроскопічним шляхом.

Чухрій Ю. виділяє наступні основні напрями фітоіндикації [30]:

1. Оцінка стану середовища за основними типами індикаторів. Цей підхід має обмежене застосування, переважно для оцінки взаємозв'язку обґрунтувань або інших абіотичних факторів з рослинами в посушливих умовах. або інших регіонах з екстремальними екологічними умовами.
2. Оцінка стану середовища за рослинними асоціаціями – індикаторами. Цей метод, що активно розроблявся школою Вікторова, наразі є менш поширеним у зв'язку з переходом до ландшафтних методів дослідження. Метод вважається малоефективним при помірних, неекстремальних режимах екологічних факторів.
3. Оцінка стану середовища за різними індикаторними групами видів. Цей підхід підтверджується одним з найбільш перспективних. Його перевагою є використання інформації про всі види рослин та оцінка стану середовища на основі склад представників різних

індикаторних груп. До цього належать методи індикації з бальною оцінкою екологічних факторів та екологічних амплітуд видів (шкали Л. Раменського, П. Погребняка, Г. Елленберга та ін.), а також математичний метод Д. Джеглама – метод прямого обліку середовища.

Отже, підсумовуючи попередні міркування, необхідно підкреслити глобальний характер проблеми захисту довкілля. Для покращення екологічної ситуації необхідна розробка ефективних методик моніторингу, що спрямовані на виявлення, ідентифікацію та кількісне визначення забруднюючих речовин. Значну роль у цьому процесі відіграють рослини, які виступають високочутливими індикаторами стану атмосфери та гідросфери.

Саме фітоіндикаційна оцінка навколишнього середовища, що враховує закономірності трансформацій рослинного покриву, здатна надійно свідчити про придатність певних місцевостей для проживання, сільськогосподарського використання або збереження конкретних рослинних видів. Це надзвичайно важливо як у сфері економіки, так і в наукових та естетичних контекстах.

1.2. Фітоіндикація антропогенного навантаження за морфометричними показниками рослин

Метою фітоіндикації антропогенних факторів довкілля, наразі домінуючим підходом є використання морфологічних змін вищих рослин. Зазначена методологія характеризується оперативністю спостережень та оцінки візуальних проявів, що мінімізує ресурсні витрати. Вимірювання діагностичних ознак переважно здійснюються *in situ*, без залучення спеціалізованих лабораторних комплексів та кваліфікованого персоналу. Для ідентифікації специфічних стресових агентів застосовуються верифіковані, а іноді й цілеспрямовано відібрані морфологічні індикатори, що забезпечують можливість коротко- та довготривалої діагностики при широкому діапазоні

концентрацій впливу. Сучасні наукові дослідження зосереджені на Стандартизації тест-матеріалу та вдосконалення умов його застосування.

Багатьох національних екологічних моніторингових системах морфологічні індикатори є складовою діагностичного процесу. Методи фітоіндикації, що базуються на аналізі морфологічних характеристик рослин, є основою для створення значної кількості картографічних матеріалів, що відображають ареали антропогенного впливу. Крім того, морфологічні індикаційні підходи знаходять застосування у селекційних програмах, спрямованих на виведення стійких генотипів лісових, плодових та декоративних дерев [4].

Функціонально, кожен різновид рослини може розглядатися як специфічний біосенсор, що відображає комплексні характеристики середовища існування. При цьому, діагностична цінність окремих морфологічних ознак варіює за рівнем деталізації та точності відображення екологічних параметрів. Закономірно, що збільшення видового різноманіття та функціональної гетерогенності фітоіндикаторів у складі фітоценозу забезпечує більш комплексну та інформативну оцінку стану довкілля. Таким чином, консорціум різноманітних видів-індикаторів надає більш репрезентативні дані про екологічні умови, ніж окремих вид.

Варто зауважити, що ідентифікація впливу абіотичних стресорів на основі морфологічних ознак, як правило, ґрунтується на візуалізації зовнішніх симптомів пошкоджень (наприклад, некрозів, хлорозів), що проявляються після вичерпання адаптаційного потенціалу біологічних систем та настання їх дестабілізації [4].

Макроскопічні зміни, зокрема зміни пігментації листкового апарату, в більшості звичайних випадків є неспецифічною реакцією на широкий спектр стресових факторів.

Хлороз проявляється у вигляді збліднення міжжилкового простору листкової пластинки, що спостерігається. Приміром, у рослин, що розвиваються на відвалах після вилучення важких металів. Пожовтіння крайніх

або локалізованих ділянок листків характерне для листяних кленів під впливом збільшених концентрацій хлоридів. Накопичення антоціанових пігментів, що візуалізується як почервоніння у вигляді плям на листках *Ribes* spp. та *Hydrangea* spp. є індикатором впливу діоксиду сірки (SO_2). Побуріння листового апарату листяних дерев часто є початковою стадією некротичних уражень, тоді як у представників родин *Pinaceae* слугує діагностичною ознакою димового ураження. Зміни забарвлення, що імітують ураження низькими температурами, часто є початковими етапами некротичних процесів [4].

Некрози, що являють собою локалізоване відмирання тканин, є важливими діагностичними маркерами ушкоджень і в окремих випадках можуть мати високу специфічність [13].

Зокрема, виділяють наступні типи некрозів:

1. Точкові та плямисті некрози визначаються відмиранням паренхімних клітин листової пластинки у вигляді окремих точок або плям. Прикладом є сріблясті плями, що є наслідком впливу озону на Кропива дводомна та Бегонія вічноквітуча.
2. Міжжилкові некрози виникають у вигляді ясно окреслених ділянок некрозу між судинними пучками, типові, зокрема, для видів роду *Tilia*, пошкоджених підвищеними концентраціями натрію хлориду (NaCl). Комбінація міжжилкові та крайні некрози спричиняють формування специфічного візерунка, що отримав назву «риб'ячий скелет».
3. Верхівкові некрози типові для однодольні та хвойні рослини. Характеризуються темно-бурими, різко обмеженими некротичними ураженнями апікальної частини хвої у видів родів *Abies* та *Pinus*, або білими, знебарвленими некрозами верхівок листків у представників роду *Gladiolus*.
4. Некрози оплодня спостерігаються, зокрема, Після дії SO_2 на репродуктивні органи рослин, особливо в безпосередній близькості до квітки.

Розвиток некротичних процесів супроводжується первинними змінами пігментації (при впливі SO_2 часто формуються брудно-зелені плями, пероксиацетилнітрату – водянисті плями, оксидів азоту – плями з металевим блиском, , хлоридів – хлорози). Після клітинної деструкції уражені ділянки піддаються седиментації, дегідратації та можуть набувати бурого забарвлення внаслідок накопичення танінів (характерно для деревних порід) або знебарвлюватися до білуватого відтінку. За кілька діб (тюльпани, цибуля, гладіолуси, злакові та інші однодольні) [6].

Неживі плями нерідко оточені темним обідком, особливо коли мова йде про двосім'ядольні рослини. На пізніх стадіях розвитку некрозу можлива поява розривів у тканинах (переважно на ніжних листках з високим вмістом вологи – салат, коренеплоди), що імітують пошкодження градом. Некротичні зміни здатні поширюватися й на цілу бруньку (під час радіаційного опромінення). Кількісне вимірювання некротичних ушкоджень найчастіше відбувається шляхом обчислення відсоткового співвідношення пошкодженої площі листя, для чого можливо застосовувати спеціальні таблиці. До того ж використовують метод бонітування за п'ятибальною шкалою.

Передчасне зів'янення може виникати через вплив, зокрема, етилену, який часто присутній у тепличних умовах. У цьому випадку спостерігається гальмування розкриття бутонів гвоздики та в'янення пелюсток орхідей; вплив SO_2 спричиняє в'янення листя малини.

Дефоліація, тобто опадання листя, здебільшого виступає як наслідок змін, що настають після появи некротичних чи хлоротичних ушкоджень [5].

Зменшення терміну життя хвої та її передчасне скидання у ялини європейської (*Picea abies*), відторгнення вкорочених пагонів у сосни звичайної (*Pinus sylvestris*), передчасне опадання листя у липи серцелистої (*Tilia cordata*) та кінського каштана (*Aesculus hippocastanum*), спричинене впливом протижелезних реагентів на основі солей, або у агрусу звичайного (*Ribes uva-crispa*) та смородини чорної (*Ribes nigrum*) внаслідок дії SO_2 .

Зміни у структурі деревини стають очевидними, зокрема, через погіршення властивостей деревини сосни звичайної. Це відбувається внаслідок зниження приросту в літню пору та зникнення річних кілець, що є наслідком впливу SO₂. Зникнення річних кілець у м'яколистяних порід дерев може бути спровоковане дією протижеледних солей, а недостатня лігніфікація кореневої системи злаків фіксується при обробці гербіцидами [4].

Зміни форм, обсягів та просторового розміщення вегетативних та генеративних органів. Аномальні морфологічні конфігурації листя спостерігаються у листяних дерев після радіаційного впливу. Внаслідок локальних некротичних процесів виникають тератологічні утворення (так звані потворні деформації), звуження, здуття або викривлення пагонів, синангії або розщеплення окремих органів, збільшення або зменшення кількості частин квітки, зміни статевої експресії та інші аномалії розвитку, що є наслідком впливу гормональних гербіцидів або іонізуючого випромінювання [16].

Змініть напрямок росту, загальний вигляд та структуру пагонів. Відхилення у геотропізмі кореневої системи фіксується у кульбаби. У разі коливання рівня підземних вод; в моху *Dyscrum polysetum* відмічено формування плагіотропних пагонів та посилення їх галуження; для видів роду *Tilia* при хронічному забрудненні атмосферного повітря хлороводнем (HCl) або SO₂ характерні кущоподібні та подушкоподібні **форми росту; у хвойних** порід, уражених димовими викидами, спостерігається розрідження крони та зниження бонітету стовбура [13].

Зміни інтенсивності росту, Хоча у багатьох випадках вони є неспецифічними, їх активно використовують у фітоіндикаційних дослідженнях, оскільки вони є більш чутливим параметром порівняно з некротичними ураженнями і дають змогу безпосередньо оцінити зниження продуктивності культурних рослин. Виміри здійснюють переважно щодо змін радіального приросту стовбура, лінійного приросту пагонів та листків, а також довжини кореневої системи [4].

Зміни у здатності до розмноження зустрічаються у багатьох рослин, та можуть виражатися, скажімо, у зменшенні кількості плодових тіл у лишайників.

Підсумовуючи сказане, варто зазначити, що коли виснажуються адаптивні можливості рослин, на поверхні з'являються видимі ознаки пошкоджень. Ці прояви слугують діагностичними маркерами, які дозволяють визначити конкретні стресові фактори у фітоіндикації.

1.3. Оцінювання реакції рослин на забруднення

Для оцінки відповіді рослинної біомаси на забруднення довкілля необхідна ретельна процедура селекції рослинних об'єктів з метою встановлення кореляційних залежностей між рівнем забруднення (доза), фізіологічною реакцією та спостережуваним ефектом (відповідь).

Залежно від особливості їхнього реагування на вплив забруднювачів, рослини класифікуються на дві основні категорії: рослини-індикатори та рослини-монітори.

Рослини-індикатори вирізняються здатністю виказувати візуально очевидні ознаки у відповідь на наявність одного чи декількох забруднювачів. Хоча ці симптоми можуть мати певну специфічність, що потенційно дозволяє проводити напівкількісну оцінку рівня забруднення, вони, як правило, не забезпечують однозначної ідентифікації поллютанта, що зумовлює необхідність застосування незалежних аналітичних методів для його верифікації.

Рослини-монітори, натомість, демонструють високу здатність до акумуляції специфічних компонентів атмосферних забруднень. Накопичені забруднюючі речовини можуть бути згодом ідентифіковані та кількісно визначені в рослинних пробах за допомогою фізико-хімічних методів аналізу.

При виборі біологічних моніторів слід керуватися наступними критеріями:

- Виражена чутливість до досліджуваного забруднюючого фактора, що проявляється у помітних ознаках ушкодження, змінах ростових

характеристик, морфологічних абераціях, порушеннях репродуктивної функції (цвітіння), а також зміни у продуктивності чи обсязі зібраного врожаю.

- Невимогливість до агротехніки вирощування та догляду за рослиною.
- Відносна стійкість до ураження фітопатогенами та шкідниками.

Згідно з твердженням А. Лисиці [24], у випадках, коли рослина демонструє реакцію на вплив у формі пошкодження листкового апарату, змін темпів росту або зниження врожайності, необхідно експериментально дослідити її реакцію на різні концентрації окремої речовини або ж їхніх сумішей.

Розгляд уражень листкової поверхні можливо провести, використовуючи серію фотографій, після чого здійснити безпосереднє порівняння фотографій ураженого листя з еталонними знімками листя рослин, що були розміщені в лабораторних умовах, під впливом відомих концентрацій шкідливих речовин. Поділ досліджуваної зони на окремі квадрати дає змогу визначити кількісні характеристики, як-от кількість уражень, їхню інтенсивність та щільність на одиницю площі.

Відображення взаємозв'язків між ступенем пошкодження листя, часом експозиції та концентрацією шкідливої речовини можна зобразити у вигляді лінійних графіків. Зіставлення отриманих кривих з кривими "доза-відповідь", створеними в контрольованих лабораторних умовах, дає можливість виконати якісний аналіз атмосферного повітря за конкретний період часу та ідентифікувати вид забруднювача або склад їхньої суміші.

Вибір конкретного методу кількісної оцінки визначається типом досліджуваного рослинного матеріалу, природою забруднюючої речовини та параметрами, що підлягають аналізу. Ступінь пошкодження листкової поверхні трав'янистих рослин оцінюється візуально шляхом визначення відсоткового співвідношення площі ураженої тканини до загальної площі листка. При дослідженні хвойних рослин оцінюються такі морфометричні характеристики,

як довжина хвоїнок, їх колір та форма, вік хвої, а також відсоткова кількість ушкоджених хвоїнок на гілці [27].

Результати здійснених спостережень вдається згрупувати в два ключові блоки: відсоткова частка ураженої площі листків та площа свіжих пошкоджень, що з'явилися на кожній з досліджуваних рослин протягом зафіксованого часового відрізка.

Рослинний матеріал, призначений для подальшого аналізу, підлягає попередньому очищенню від сторонніх домішок (піску, ґрунту тощо). Наступним етапом є обов'язкове просушування листків, фруктів та насінин до стану, коли воно містить вологість, як у повітрі. (за винятком випадків, коли необхідний аналіз свіжого зразка). Після просушування проводиться гомогенізація проби шляхом її подрібнення.

Сирі рослинні речовини подрібнюють, використовуючи міксер або інший гомогенізатор, з обов'язковим застосуванням чистого скляного посуду та дробильного обладнання з нержавіючої сталі. Варто уникати інтенсивного вентилявання зразка під час гомогенізації, щоб уникнути втрат летких речовин, особливо тих, які легко окислюються [27].

Сухі рослинні продукти, як-от зерно чи насіння, перемелюються у спеціальних млинах. За потреби, після цього може відбуватися просіювання через сито, що має чітко визначений розмір отворів. Це робиться для досягнення бажаного розміру частинок (фракції). Біологічні зразки перед інструментальним аналізом, як правило, піддаються мінералізації із застосуванням сухого (термічне окиснення органічної матриці в присутності атмосферного кисню з утворенням неорганічного залишку, представленого переважно оксидами металів) або вологого (окиснення органічної матриці розчинами мінеральних кислот з утворенням розчину, що містить мінеральні елементи) методів.

З метою уникнення втрат летючих сполук під час сухого озолення, нагрівання зразка рослинної тканини обмежується температурою не вище 450°C. З огляду на те, що зазвичай при такій температурі неможливо досягти

повного зникнення органічного матеріалу, до золи додають концентровану азотну кислоту і випарюють до повного висихання. Залишки вуглецю видаляються випарюванням з використанням соляної кислоти на піщаній бані. Визначення мінеральних елементів, що залишилися, здійснюється за допомогою специфічних хімічних реакцій.

У деяких ситуаціях використовують метод вологої мінералізації, застосовуючи різні реагенти: азотну кислоту, суміш азотної та соляної кислот з домішкою пероксиду водню, а також суміш сірчаної та соляної кислот. До досліджуваної проби додають кислотну суміш і витримують до обвуглювання органіки. Далі реакційну суміш обережно підігрівають, витримуючи від 5 до 7 хвилин, доки вона не набуде вигляду однорідної коричнево-бурої маси. Після цього температуру, при якій відбувається озолення, підвищують та продовжують відповідний процес.

Повне озолення триває приблизно 15-20 хвилин. Після завершення озолення розчин охолоджують, розводять дистильованою водою і визначають цільові елементи, використовуючи характерні хімічні реакції для кожного з них.

Фітоіндикація є невід'ємною складовою системи екологічного моніторингу стану довкілля на різних просторових рівнях (від локальних ділянок до континентальних масштабів) з метою забезпечення раціонального використання

природних багатств та захисту довкілля. Біомоніторинг охоплює спостереження за станом екосистеми та екологічними факторами, що впливають на неї, а також передбачення майбутніх змін довкілля та його оцінку. Об'єктами біологічного моніторингу виступають рослини та їхні угруповання.

1.4. Дворядник муровий та кульбаба лікарська як компоненти флори м. Кам'янське Дніпропетровської області

Дворядник муровий, науково відомий як *Diplotaxis muralis* (L.) DC., є помітним, хоча, можливо, менш очевидним, компонентом флори міста Кам'янське Дніпропетровської області. Ця одно- або дворічна трав'яниста рослина належить до родини Хрестоцвітих (Brassicaceae).і є типовим рудеральним видом, що віддає перевагу порушеним, часто антропогенно зміненим територіям. Його здатність швидко освоювати нові місця зростання сприяє його поширенню в умовах міського середовища.

Дворядник муровий характеризується висхідними або прямостоячими стеблами, що досягають висоти 20–40 см. Стебла зазвичай розгалужені у верхньому шарі та вкриті листками лише в нижній половині. Листки прикореневі та нижні стеблові – довгасті, перистороздільні або виїмчато-зубчасті, з помітними бічними лопатями. Верхні стеблові листки значно менші за розміром і можуть бути цілокраїми або слабозубчастими.

Цвітіння дворядника мурового в Кам'янському припадає на червень-липень. На верхівках стебел розвиваються китицеподібні суцвіття, що складаються з 6–15 невеликих яскраво-жовтих квіток. Для квіток характерні чотири пелюстки, шість тичинок (чотири довгі та дві короткі) й верхня зав'язь, що є типовою для родини Brassicaceae. Яскраве забарвлення сприяє привабливості запилювачів, хоча рослина здатна також до самозапилення.

Після відцвітання утворюються плоди – сухі розкривні стручки. Стручки дворядника мурового є відхиленими від осі суцвіття, що належить до його характерних морфологічних ознак. Коли стручки дозрівають, вони розкриваються двома стулками, вивільняючи дрібне насіння.

Біологічною особливістю дворядника мурового є його здатність до швидкого розмноження та поширення. Насіння має невеликі розміри, що полегшує його розповсюдження різними агентами.

Згідно з історичними даними, дворядник муровий є адвентивним видом для флори України. Вперше його було зафіксовано у 1886 році в Балтському повіті та біля села Тальне на Уманщині, де він зростав при дорогах та на вапнякових ґрунтах. Швидке поширення цього виду вздовж транспортних шляхів стало характерною рисою його інвазії. Вже через дев'ять років він став звичайною рослиною в деяких регіонах.

Протягом наступних десятиліть дворядник муровий активно розповсюджувався територією України, освоюючи нові місцевості вздовж доріг, залізничних насипів, пустирів та навіть сільськогосподарських угідь. Його насіння легко прилипало до підошов взуття, коліс транспортних засобів, а також могло переноситися тваринами та дощовими потоками.

Ймовірно, проникнення дворядника мурового на територію сучасної Дніпропетровської області, зокрема до Кам'янського, відбувалося в рамках цієї загальної хвилі поширення видом територією України. Розвиток транспортної інфраструктури, промисловості та міського будівництва створювали нові екологічні ніші, придатні для зростання цього рудерального виду. Залізничні колії, автомобільні дороги, промислові зони та будівельні майданчики в межах міста стали потенційними місцями його закріплення та подальшого розповсюдження.

У місті Кам'янське дворядник муровий найчастіше трапляється на узбіччях доріг, тротуарах, пустирях, занедбаних промислових територіях, залізничних насипах та інших порушених ділянках. Його невибагливість до ґрунтових умов та здатність витримувати певний рівень забруднення роблять його конкурентоздатним у цих специфічних міських біотопах.

Поширення дворядника мурового в межах міста відбувається переважно за допомогою антропогенних факторів – транспорту, будівельної діяльності, переміщення ґрунту. Вітер також може відігравати певну роль у рознесенні його дрібного насіння на невеликі відстані.

Екологічна роль дворядника мурового в міській екосистемі Кам'янського є, ймовірно, незначною порівняно з аборигенними видами. Він може слугувати

джерелом їжі для деяких видів комах, але його значення як кормової рослини чи запилювача, скоріш за все, є обмеженим. Водночас, як і інші рослини, він бере участь у процесах ґрунтоутворення та може впливати на мікроклімат прилеглих територій.

Дворядник муровий зазвичай не розглядається як цінна лікарська чи харчова рослина, на відміну від кульбаби лікарської. Його присутність на міських територіях часто сприймається як ознака занедбаності або недостатнього благоустрою. У аграрному секторі він може вважатися бур'яном, особливо на полях та городах, хоча його поширення в агроценозах Дніпропетровської області, ймовірно, є меншим порівняно з іншими, більш агресивними бур'янами.

Проте, вивчення історії поширення дворядника мурового є важливим з точки зору розуміння процесів інвазії адвентивних видів та їх адаптації до нових екологічних умов, зокрема в урбанізованому середовищі. Його успішне розселення територією України протягом ХХ століття демонструє важливу роль транспортних шляхів та антропогенної діяльності у зміні флористичного складу регіонів.

Таким чином, дворядник муровий є хоча й не найпомітнішим, але важливим елементом флори міста Кам'янське. Його поширення відображає історію антропогенного навантаження на рослинний світ регіону та демонструє здатність деяких видів швидко освоювати нові, часто несприятливі, міські середовища. Подальші дослідження динаміки його поширення та екологічних взаємодій можуть сприяти кращому розумінню процесів формування міської флори.

Кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale*) є однією з найпоширеніших та найхарактерніших видів рослинного покриву міста Кам'янське Дніпропетровської області. Належна до родини Айстрових (*Asteraceae*), ця багаторічна трав'яниста рослина є типовим представником синантропної флори, тобто видів, що пристосувалися до співіснування з людиною та освоїли антропогенно трансформовані території. Її повсюдна присутність у міському

ландшафті робить її важливим, хоча часто недооціненим, компонентом місцевої екосистеми.

Кульбаба лікарська вирізняється характерною прикореневою розеткою листків. Листки мають довгасту або ланцетну форму, часто ліроподібно-перистороздільні, з зубчастими або виїмчастими краями, звужені до основи. Забарвлення листків варіює від світло- до темно-зеленого, залежно від умов зростання та віку рослини.

З розетки листків піднімаються численні квіткові стрілки заввишки від 5 до 30 см, іноді й більше, особливо на добре освітлених і удобрених ділянках. Ці стрілки є порожнистими, гладкими, безлистими та завершуються поодинокими яскраво-жовтими кошиками суцвіть діаметром 2–5 см. Кожен кошик складається з численних язичкових квіток, що надають йому характерного яскравого вигляду. Цвітіння кульбаби в Кам'янському зазвичай розпочинається у квітні-травні, створюючи жовті «килими» на газонах і пустирях. Однак, завдяки своїй здатності до повторного цвітіння за сприятливих умов, окремі квітучі рослини можна спостерігати протягом усього літа та навіть восени.

Після успішного запилення, яке найчастіше здійснюється комахами, розвиваються плоди – сім'янки. Кожна сім'янка має довгасту форму та закінчується білим чубчиком з численних волосків (папусом). Цей папус відіграє ключову роль у поширенні насіння вітром (анемохорія), що забезпечує швидке розселення кульбаби на нові території. Легкі сім'янки можуть переноситися на значні відстані, сприяючи її проникненню в різноманітні міські біотопи.

Окрім насінневого розмноження, кульбаба лікарська здатна до вегетативного розмноження за допомогою свого стрижневого кореня. Пошкодження кореня може призвести до утворення нових розеток листків, що забезпечує виживання та поширення рослини навіть за несприятливих умов або при механічному впливі.

У місті Кам'янське кульбаба лікарська є одним з домінуючих видів на багатьох типах урбанізованих територій. У межах міста кульбаба лікарська

поширена повсюдно: на газонах, незалежно від рівня догляду, вздовж тротуарів і доріг, на пустирях, будівництвах, у зонах відпочинку, а також на берегах водойм. Її невибагливість до ґрунтових умов, висока адаптивність до забруднення повітря та механічних пошкоджень сприяють її успішному зростанню в цих різноманітних міських екотопах.

Поширення кульбаби лікарської в Кам'янському, як і в інших урбанізованих середовищах, є результатом поєднання природних та антропогенних факторів. Вітрове рознесення насіння є основним механізмом її розселення на нові ділянки. Крім того, людина також опосередковано сприяє її поширенню, наприклад, шляхом перенесення ґрунту з насінням під час будівельних робіт або озеленення, а також випадково на взутті чи колесах транспортних засобів.

Кульбаба лікарська відіграє певну екологічну роль у міській екосистемі Кам'янського. Її квіти є важливим джерелом нектару та пилку для багатьох видів комах-запилювачів, таких як бджоли, джмелі та мухи, підтримуючи таким чином біорізноманіття міста. Раннє цвітіння кульбаби робить її особливо цінним джерелом живлення для комах, що прокидаються після зимової сплячки. Листки кульбаби можуть слугувати кормом для деяких видів травоядних комах та інших безхребетних. Після відцвітання утворені «парашутики» з насінням є цікавим об'єктом для дитячих ігор, сприяючи ознайомленню міських жителів з природою.

Присутність кульбаби лікарської в міському середовищі часто викликає неоднозначну реакцію. З одного боку, її яскраве цвітіння може прикрашати міські ландшафти, особливо навесні. З іншого боку, її здатність швидко розростатися на доглянутих газонах та клумбах може розглядатися як небажана «бур'янова» рослинність, що потребує контролю та видалення.

Слід окремо підкреслити численні лікувальні властивості кульбаби лікарської. У її листках накопичуються важливі біологічно активні речовини, зокрема вітаміни (включаючи вітамін С і каротиноїди), мінерали (калій, кальцій, магній, залізо), гіркоти та інші сполуки з жовчогінною, сечогінною,

протизапальною та загальнозміцнювальною дією. У традиційній медицині цінуються всі частини кульбаби — коріння, листя та суцвіття.

Молоді листки кульбаби можуть вживатися в їжу додаючи їм пікантного гіркуватого смаку та збагачуючи раціон вітамінами. З квіток кульбаби готують варення та вино. Коріння кульбаби використовують у смаженому та вареному вигляді, а також як заміник кави.

Таким чином, кульбаба лікарська є не лише звичайним компонентом флори міста Кам'янське, але й цінною рослиною, що має екологічне та практичне значення для міського середовища та його мешканців. Її здатність адаптуватися до урбанізованих умов, широке поширення та корисні властивості роблять її важливою частиною міської екосистеми та культурної спадщини. Подальші дослідження поширення та екологічної ролі кульбаби в місті можуть надати цінні відомості для оптимізації міського озеленення та збереження біорізноманіття.

РОЗДІЛ 2. ЕКОЛОГО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА м. КАМ'ЯНСЬКЕ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

2.1. Рельєф та геодинаміка

Місто Кам'янське, розташоване в центральній частині Дніпропетровської області України, характеризується складною взаємодією ендегенних та екзогенних процесів, що визначають його сучасний рельєф та активні геодинамічні явища. Розуміння цих факторів є важливим для планування міського розвитку, інженерних вишукувань та оцінки потенційних геологічних ризиків.

Територія міста приурочена до південно-східної частини Українського кристалічного щита, фундамент якого складений докембрійськими кристалічними породами, такими як гнейси, мігматити та граніти. Ці породи залягають на значній глибині та перекриті осадовим чохлам, представленим породами палеогену, неогену та четвертинної системи.

Палеогенові відклади, зокрема мергелі та пісковики, є ключовими чинниками у становленні сучасного рельєфу, оскільки мають різну стійкість до ерозії. Неогенові глини та піски також впливають на морфологію поверхні, сприяючи розвитку зсувних процесів на схилах. Четвертинні відклади, представлені лесами, лесовидними суглинками та алювіальними відкладами річки Дніпро, формують покривні товщі та заплавні тераси.

Тектонічна будова регіону характеризується відносною стабільністю, проте наявність розломних зон у кристалічному фундаменті може створювати локальні ділянки підвищеної тріщинуватості та впливати на гідрогеологічні умови.

Рельєф міста Кам'янське є переважно рівнинним, з загальним похилом у бік річки Дніпро. Основними морфологічними елементами є:

- Придніпровська височина. Займає правобережну частину міста та характеризується розчленованим ерозійно-балковим рельєфом. Тут спостерігаються значні перепади висот, круті схили та глибокі балки.
- Заплавні та надзаплавні тераси річки Дніпро. Лівобережна частина міста розташована на пологій заплавній та кількох надзаплавних терасах Дніпра. Ці території характеризуються більш рівнинним рельєфом з незначними висотними коливаннями.
- Антропогенні форми рельєфу. У межах міста помітно поширилися антропогенні форми рельєфу, що виникли внаслідок промислової діяльності (кар'єри, відвали, насипи) та міської забудови (насипи, виїмки).

Територія міста Кам'янське зазнає впливу різноманітних геодинамічних процесів, серед яких найбільш активними є:

- Зсувні процеси. Виникнення зсувів – це один з ключових викликів для геодинаміки міського середовища, особливо якщо йдеться про круті схили Придніпровської височини. Тут геологічна будова представлена лесами та глинами, які характеризуються високою водопроникністю. Активізації зсувів сприяють інтенсивні опади, підмив берегів, техногенне навантаження та порушення гідрогеологічного режиму.
- Ерозійні процеси. Площинна та лінійна ерозія, спричинена дією поверхневих вод, призводить до розмиву ґрунтів, утворення ярів та балок, а також до змиву твердих частинок у річкову мережу.
- Просадочні явища. На землях, що складаються з лесових ґрунтів, можуть виникати просадки, особливо у випадку їхнього зволоження через проникнення атмосферних опадів або витік води з підземних комунікацій.
- Підтоплення. Підвищення рівня ґрунтових вод, особливо в заплавних та низько розташованих районах, може статися підтоплення підвальних приміщень будівель, а також різних інженерних мереж.

- Абразійні процеси. На берегах Дніпровського водосховища спостерігаються абразійні процеси, що призводять до руйнування берегової лінії.

2.2. Характеристика клімату та метеорологічних умов

Протягом календарного року в Кам'янському відбуваються помітні температурні коливання. Зима традиційно м'яка, з середніми показниками січня, найхолоднішого місяця, що коливаються від -3°C до -7°C . Разом з тим, періодичне зниження температури до -15°C та навіть нижче – явище не рідкісне.

Сніговий покрив є нестійким і часто чергується з відлигами. Літо характеризується теплими та спекотними днями, із середньою температурою липня, найспекотнішого місяця, в діапазоні від $+20^{\circ}\text{C}$ до $+24^{\circ}\text{C}$. Максимальні температури можуть досягати $+35^{\circ}\text{C}$ і вище. Перехідні періоди – весна та осінь – відзначаються нестабільністю погодних умов, різкими змінами температури та чергуванням теплих і холодних днів. Перші заморозки зазвичай спостерігаються в другій половині жовтня, а останні – у другій половині квітня. Тривалість безморозного періоду становить близько 150-160 днів.

Кількість опадів у Кам'янському є помірною і розподіляється протягом року нерівномірно. Найбільше опадів фіксується у літні місяці. Усереднений щорічний показник опадів коливається в межах 500-550 мм. Узимку опади випадають здебільшого як сніг, мокрий сніг чи дощ. Товщина снігового шару зазвичай не перевищує 10-15 см, і його покрив непостійний. Весняний та осінній періоди вирізняються меншою кількістю опадів, ніж у літню пору.

Переважаючими вітрами в районі Кам'янського є вітри східного та південно-східного напрямків. У холодну пору року спостерігається посилення вітрової активності, що може призводити до хуртовин при випаданні снігу. Середня швидкість вітру коливається в межах 3-5 м/с. У літній період часто спостерігаються бризи, зумовлені близькістю річки Дніпро.

Для Кам'янського характерні такі метеорологічні явища, як грози, град (переважно у весняно-літній період), тумани (частіше в осінньо-зимовий період), ожеледь та паморозь. Інтенсивність та частота цих явищ можуть варіюватися залежно від синоптичної ситуації.

2.3. Урбоекологічне районування

Урбоекологічне районування є важливим етапом комплексного аналізу міського середовища, спрямованим на виявлення територіальних одиниць, що характеризуються специфічними поєднаннями природних, соціально-економічних та техногенних факторів, які визначають екологічний стан та особливості функціонування міської екосистеми. Для м. Кам'янське Дніпропетровської області, індустріального центру з розвиненою промисловістю, проведення такого районування є актуальним для оптимізації природоохоронних заходів, раціонального планування міської забудови та покращення якості життя населення.

В основу урбоекологічного районування м. Кам'янське покладено інтегральний підхід, що враховує низку взаємопов'язаних критеріїв, серед яких:

- Геоморфологічні та гідрологічні особливості. Рельєф території, наявність та характер водних об'єктів (річка Дніпро, притоки, штучні водойми), рівень ґрунтових вод, що впливають на процеси підтоплення, заболочення та формування мікроклімату.
- Характер ґрунтового покриву. Типи ґрунтів, їх механічний склад, рівень забруднення важкими металами та іншими промисловими викидами, що є наслідком багаторічної діяльності промислових підприємств.
- Стан атмосферного повітря. Рівень концентрації основних забруднюючих речовин (випив, двоокис сірки, оксиди азоту, вуглеводні), джерела їх надходження (промислові підприємства,

транспорт), особливості рози вітрів та їх вплив на розповсюдження забруднення.

- Рівень техногенного навантаження. Густота розташування промислових підприємств, транспортних артерій, об'єктів комунального господарства, присутність сміттєзвалищ та інших факторів антропогенного впливу на природу.
- Стан рослинного покриву та біорізноманіття. Наявність та площа зелених насаджень (парки, сквери, лісопаркові зони), їх видовий склад, ступінь антропогенної трансформації, роль у підтриманні екологічного балансу міста.
- Соціально-економічні фактори. Щільність населення, характер забудови (промислова, житлова, змішана), рівень розвитку інфраструктури, наявність рекреаційних зон та їх доступність для населення.

На основі аналізу зазначених критеріїв, територію м. Кам'янське можна попередньо поділити на декілька основних урбоекологічних районів, що відрізняються домінуючим типом ландшафту, ступенем антропогенного тиску та станом екології.:

1. Виробничі райони характеризуються високою концентрацією промислових підприємств, значним рівнем забруднення атмосферного повітря, ґрунтів та поверхневих вод, фрагментарністю зелених насаджень та низьким рівнем екологічного комфорту для населення. До цієї категорії можуть бути віднесені території, прилеглі до металургійного комбінату, коксохімічного заводу та інших великих промислових об'єктів.
2. Селитебні райони представлені переважно житловою забудовою різної щільності, характеризуються помірним рівнем техногенного навантаження, залежно від близькості до промислових зон та транспортних магістралей. Екологічний стан визначається якістю повітря, рівнем озеленення та наявністю об'єктів соціальної інфраструктури.

3. Рекреаційні райони включають території з розвинутою мережею зелених насаджень (парки, лісопарки), водні об'єкти, що використовуються для відпочинку та оздоровлення населення. Характеризуються відносно низьким рівнем забруднення та високим екологічним значенням для міста. Прибережні зони Дніпра та великі паркові масиви є прикладами таких районів.
4. Транспортні коридори включають основні транспортні магістралі та прилеглі території, що зазнають значного впливу від викидів автотранспорту, шумового забруднення та вібрації. Мають значний вплив людської діяльності, що вимагає спеціальних рішень зменшення шкідливого впливу на довкілля та добробут людей.

2.4. Техногенне навантаження

Кам'янське, подібно до більшості індустріальних міст, являє собою комплексну систему, яка інтегрує природні, антропогенні та техногенні складові. Наразі ця система практично втратила здатність до самовідновлення і піддається негативному екологічному впливу, особливо тим, що виникають внаслідок людської діяльності, яка фіксується по всій міській території. Згідно з даними «Стратегії розвитку міста Кам'янське», промисловий сектор міста включає 43 великих та середніх підприємства, де зайнято приблизно 28 тисяч

осіб, що перевищує 11 % від загальної кількості мешканців міста (рис. 2.1) [10].



Рисунок 2.1 - Основна номенклатура виробів промисловості, що виготовляються підприємствами міста Кам'янське

Детальнішу схему виробничих структур міста Кам'янське подано на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 - Виробнича структура міста Кам'янське, згідно з даними [24]

Кам'янське – місто з чималим промисловим тягарем в Україні. Тривала робота підприємств важкої промисловості призвела до формування непростої екологічної ситуації в місті. Основні галузі — металургія, хімічна промисловість, машинобудування та уранообробка — тривалий час розвивалися без належного врахування екологічних ризиків, що негативно вплинуло на стан довкілля та здоров'я мешканців.

Основну частку антропогенного навантаження на довкілля міста спричиняють великі промислові об'єкти, які виступають головними джерелами забруднення атмосфери та ґрунтів, зокрема важкими металами, такими як кадмій. До таких підприємств, зокрема, належать ПАТ «Дніпровський металургійний комбінат», а також виробництво сталі ДП «Стальзавод», що є дочірньою структурою ПАТ «Дніпровагонмаш». Значний внесок у загальне забруднення роблять й інші підприємства: ПАТ «ХайдельбергЦемент Україна», ПАТ «Дніпровський завод мінеральних добрив», ПАТ «Дніпровська ТЕЦ» та ДП «Смоли».

Забруднення довкілля у межах міста можна класифікувати за походженням на дві основні категорії. До першої відносяться відходи, що виникають у результаті виробничих процесів, зокрема промислових і побутових джерел. Друга група включає хімічні речовини, які використовуються в господарській діяльності та сільському господарстві. Потрапляння цих речовин у навколишнє середовище може відбуватися постійно, періодично або випадково. За типом просторового поширення джерела забруднення поділяють на точкові (наприклад, ТЕС), площинні (великі виробничі території) та лінійні (автотранспортні шляхи).

РОЗДІЛ 3. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Об'єкти та методика дослідження

Об'єктом дослідження стали поширені синантропні рослини кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale*) та дворятник муровий (*Diplotaxis muralis*). Ці види було обрано через їхню активну присутність на різних типах антропогенно змінених екотопів міста Кам'янське Дніпропетровської області. Вони демонструють значний потенціал для фітоіндикації, адже чутливі до змін у навколишньому середовищі. Їхні морфологічні характеристики дозволяють виявляти та оцінювати рівень екологічного навантаження.

Для дослідження були обрані три ділянки з різним рівнем антропогенного навантаження (рис. 3.1).

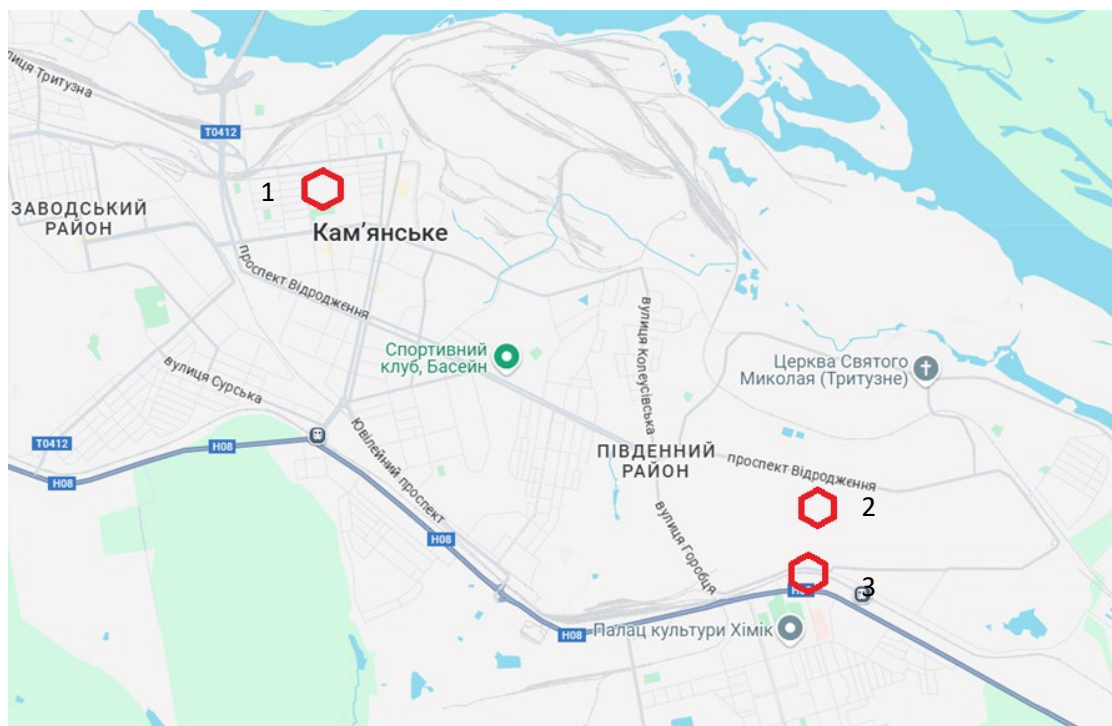


Рисунок 3.1. – Карта дослідних ділянок міста Кам'янське: 1 – промислова зона біля ПАТ «ДніпроАзот»; 2 – територія міського парку культури і відпочинку; 3 – придорожня смуга вздовж вул.

Січеславський шлях.

Збір рослин здійснювався у червні–липні 2024 року. На кожній ділянці було зібрано по 15 зразків кульбаби лікарської та дворятника мурового. Загальна кількість досліджених особин – 90.

Вивчалися такі морфометричні показники:

- висота рослини;
- Обсяг листків, розташованих не в прикореневій розетці;
- Чисельність розеткових листків;
- діаметр прикореневої розетки;
- кількість квіткових пагонів;
- довжина квітконосного стебла;
- кількість суцвіть на рослині;
- середній діаметр суцвіття;
- кількість плодів в одному суцвітті.

Морфологічні зміни були зафіксовані за допомогою метричної лінійки та цифрового штангенциркуля з точністю до 0,1 мм. Повторність експерименту – 15 особин для кожної точки збору.

Для оцінки варіацій морфометричних показників використовувався коефіцієнт варіації (v), що дозволив визначити ступінь мінливості:

- $v < 10\%$ – слабка мінливість;
- $v = 10\text{--}30\%$ – середня;
- $v > 30\%$ – значна.

Окрім цього, було обчислено коефіцієнти парної кореляції (r) між кожним морфометричним показником, щоби визначити міру їхньої взаємодії:

- $r = 0,1\text{--}0,3$ – низький зв'язок;
- $r = 0,4\text{--}0,6$ – середній;
- $r \geq 0,7$ – високий.

Аналіз даних дозволив зробити висновки про чутливість кульбаби лікарської та дворятника мурового до рівня антропогенного навантаження.

Для обробки експериментальних даних і розрахунку статистичних коефіцієнтів морфометричних показників рослин у даній роботі було використано низку програмних засобів, які забезпечують точність, наочність та ефективність аналізу результатів. Основним інструментом стала програма Microsoft Excel, яка застосовувалась для первинної обробки даних, обчислення середніх значень, стандартного відхилення, коефіцієнта варіації та побудови графіків. Завдяки широкому набору статистичних функцій Excel дозволяє оперативно здійснювати аналіз числових даних, а також візуалізувати тенденції змін морфометричних параметрів.

3.2. Еколого-ботанічна характеристика дворятника мурового та кульбаби лікарської

Дворятник муровий (*Diplotaxis muralis*) – рослина з родини капустяних, є одно- або дворічною рослиною, іноді може виступати нестійким багаторічником. Вважається природним гібридом між *Diplotaxis tenuifolia* (дворядником тонколистим) та *Diplotaxis viminea* (дворядником прутяним) (рис. 3.2).

Це багаторічна трава, що формує напіврозетку. Її висота коливається від 20 до 40 см, інколи сягаючи 60 см. Корінь стрижневий, глибоко залягає. Стебло висхідне, розгалужується біля основи, вкрите простим, відігнутим вниз волосяним покривом. У верхній частині практично голе. Прикореневі та нижні стеблові листки довгасті, мають черешки. Найчастіше голі, але інколи можуть мати короткий, жорсткий волосяний покрив, особливо з нижнього боку та по краях [9].

Форма листків варіює від виїмчасто-зубчастого до глибоко розсіченого або перистороздільного. з лопатями, які мають трикутноїцеподібну або довгасту форму. Бічні часточки можуть бути майже цілими по краях, або мати зубчасті виїмки, натомість верхівкова часточка зазвичай значно більша, має форму оберненого яйця, або три лопасті.

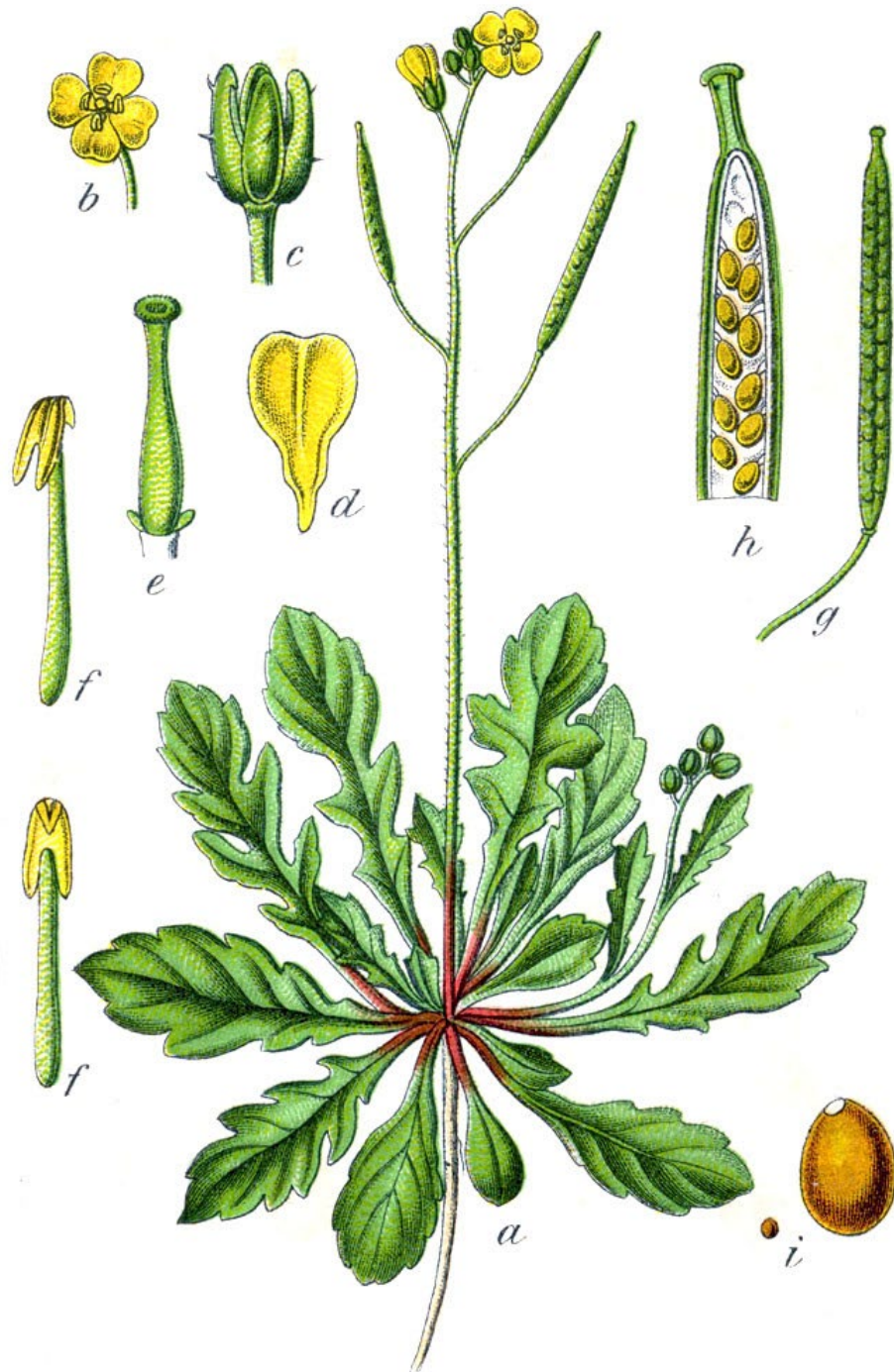


Рисунок 3.2 - Дворядник муровий (*Diplotaxis muralis*)

Суцвіття утворює розлогу малоквіткову китицю. Квітки двостатеві, світло-сірчано-жовтого кольору. Чашолистків чотири, завдовжки 3,5–5,5 мм, вони або голі, або злегка опушені зверху. Віночок складається з чотирьох пелюсток оберненояйцеподібної форми, довжиною 4,5–10 мм і шириною 4–5 мм. Тичинок шість, кожна довжиною 3,5–6 мм. Пиляки великі, жовтого кольору,

довжиною 1,5–2 мм. Плід – голий, стручковий, розкритий, розміром від 2 до 4 см. Насіння яйцеподібне, 0,9–1,3 мм у довжину та 0,6–0,9 мм завширшки[9].

Вид має широкий ареал. Первісно був поширений у Центральній та Східній Європі, Північній Африці та Азії, проте завдяки діяльності людини розповсюдився у багатьох регіонах з помірним кліматом.

Ця теплолюбна рослина любить помірно сухі, пухкі, родючі ґрунти з лужною реакцією та високим вмістом карбонатів. Найчастіше зустрічається на сухих схилах, між камінням, уздовж доріг, берегів водойм, на полях, перелогах та забур'янених територіях. У різних частинах ареалу період цвітіння триває з квітня до жовтня, плодоношення — з травня по жовтень. Запилюється комахами, можливе також самозапилення. Насіння поширюється вітром, водою та тваринами. Окрім насінневого способу, інколи розмножується вегетативно за допомогою кореневих паростків, хоча це трапляється рідко.

Кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale* Wigg.) відноситься до багаторічних трав'янистих рослин родини айстрових. Одна з найбільш розповсюджених видів роду кульбаба, іноді може розглядатися як складний комплекс споріднених мікровидів. Визначається характерною розетковою формою і здатна адаптуватися до різних умов довкілля (рис. 3.3) [9].

Це низькоросла, розеткова рослина заввишки 5–40 см. Коренева система стрижнева, демонструє значний розвиток і проникає в глиб ґрунту. Стебло відсутнє, квітконосні стрілки порожнисті, безлисті, покриті м'якими волосками або голі. Листки зібрані в прикореневу розетку, довгасто-оберненояйцеподібні, перисто-розсічені або зубчасті, з трикутними, спрямованими до основи частками. Форма та розмір листків можуть значно варіювати залежно від умов зростання [9].

Суцвіття – кошик, розміщується поодиноким на кожному квітконосі. Квітки язичкові, двостатеві, яскраво-жовтого кольору. Оцвітина складається з численних язичкових пелюсток завдовжки 7–12 мм. Тичинок п'ять, зрослих з пелюстками, пиляки зростаються в трубочку. Маточка з нижньою зав'яззю та роздвоєним приймочком. Плід — сім'янка, сірувато-коричнева, з численними

реберцями, завдовжки 2–4 мм. На верхівці має чубчик із численних білих м'яких волосків, які утворюють «парашутик», що забезпечує ефективне вітрове розповсюдження (анемохорія).



Рисунок 3.3 - Кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale*)

Ареал кульбаби лікарської охоплює практично всі континенти — це космополіт. Первинно вид поширений у Європі та Західній Азії, але завдяки високій екологічній пластичності й антропогенній діяльності людини натуралізувався в Північній Америці, Австралії, Південній Африці. Зустрічається на луках, пасовищах, уздовж доріг, у садах, парках, поблизу житла, на полях і рудеральних ділянках. Зростає переважно на добре зволжених, нейтральних або слабколужних ґрунтах, багатих на органіку [9].

Квітує з квітня до червня, хоча деколи повторює цвітіння й восени. Плоди з'являються у травні, період плодоношення може тривати аж до липня. Запилюють її комахи, але вона здатна й до апоміксу — формувати насіння без потреби запліднення. Розмноження вегетативним шляхом відбувається через кореневі паростки або частинки корення що зберігає життєздатність після пошкодження. Завдяки цьому кульбаба є типовим прикладом бур'яну з високою регенераційною здатністю.

РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ІНДИКАЦІЙНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ МІСТА КАМ'ЯНСЬКЕ

4.1. Попередній аналіз морфометричних показників дворятника мурового та кульбаби лікарської

У вегетаційний період 2024 року ми провели аналіз наступних морфологічних характеристик: висота рослини, число листків за межами розетки, число плодів і квіток на рослині, середня довжина плодів та розміри суцвіття (табл. 4.1, 4.2; додатки А.1,2, Б.1,2, В.1,2).

Морфометричні показники кульбаби лікарської (*Taraxacum officinale*) та дворятника мурового (*Diplotaxis muralis*), наведені в додатках А1,2, Б1,2, В1,2.

Таблиця 4.1 та малюнок 4.1 представляємо отримані дані щодо морфометричних характеристик та розрахованих коефіцієнтів варіації морфологічних характеристик дворятника мурового на території експериментів.

Таблиця 4.1. - Аналіз статистичних даних морфометричних характеристик
Sedum album

Показник	Ділянка		
	Промислова зона біля ПАТ «ДніпроАзот»	Територія міського парку культури і відпочинку	Придорожня смуга вздовж вул. Січеславський шлях
Висота рослини			
Середнє значення	35,07±4,05	34,07±3,22	38,47±2,68
Коефіцієнт варіації	11,55	9,45	6,96

Продовження таблиці 4.1

Кількість листків, розташованих поза розеткою.			
Середній показник	5,33±0,98	5,27±1,02	5,87±1,11
Коефіцієнт варіації	18,39	19,34	18,88
Індекс плодоносності на рослину			
Середній показник	4,33±0,98	4,33±0,48	3,80±0,56
Коефіцієнт варіації	22,63	11,11	14,74
Індекс квіткоутворення			
Середній показник	4,33±0,98	4,87±0,35	2,27±0,46
Коефіцієнт варіації	22,63	7,18	20,26
Усереднене значення довжини плодів			
Середній показник	1,973±0,214	2,23±0,23	2,29±0,17
Коефіцієнт варіації	10,85	10,31	7,43
Довжина суцвіття			
Середнє значення	6,56±0,69	7,84±0,55	12,80±2,34
Коефіцієнт варіації	10,53	7,04	18,26

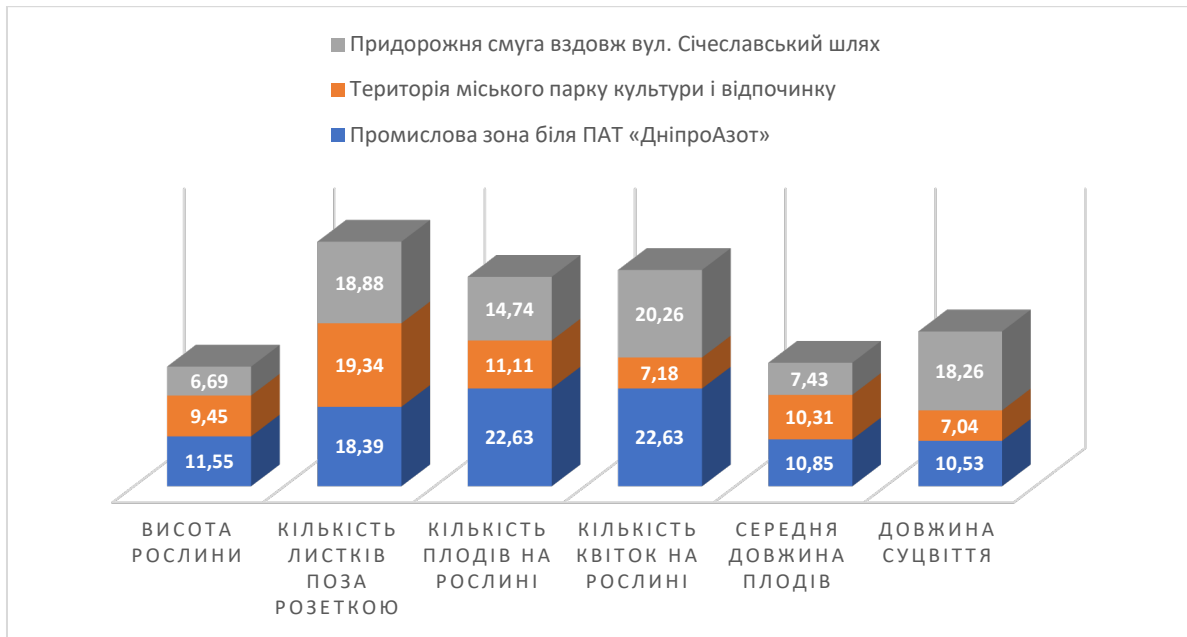


Рисунок 4.1 - Коефіцієнт варіації морфометричних показників дворядника мурмурного

У ході дослідження було проаналізовано морфометричні показники дворядника мурмурного, зібраного з трьох ділянок: промислової зони біля ПАТ «ДніпроАзот», території міського парку культури і відпочинку, а також придорожньої смуги вздовж вул. Січеславський шлях і зроблені відповідні висновки.

Найвищі середні значення були зафіксовані на придорожній смузі ($38,47 \pm 2,68$ см), що перевищує показники на інших ділянках. Найменший коефіцієнт варіації (6,96) також зафіксовано тут, що вказує на найменшу варіабельність серед досліджених зразків. У промисловій зоні та міському парку рослини були нижчими, із незначною різницею між собою ($35,07 \pm 4,05$ см та $34,07 \pm 3,22$ см відповідно), але з більшою варіабельністю в промисловій зоні.

Усі ділянки демонстрували схожі середні значення кількості листків поза розеткою: від 5,27 до 5,87 листків. Найбільше листків спостерігалось у рослин із придорожньої смуги, однак відмінності між ділянками були незначними. Високий коефіцієнт варіації на всіх ділянках (18–19 %) вказує на значну індивідуальну змінність цього показника.

Найвищу середню кількість плодів (4,33) виявлено у зразків із промислової зони та міського парку, при цьому варіація була значно меншою в міському

парку (11,11 %) порівняно з іншими. У придорожній смузі цей показник був нижчим ($3,80 \pm 0,56$) і мав середню варіабельність.

Найбільшу кількість квіток ($4,87 \pm 0,35$) зафіксовано в міському парку, що також супроводжується найнижчим коефіцієнтом варіації (7,18), свідчаючи про сталість цього показника. У придорожній зоні цей показник був найнижчим ($2,27 \pm 0,46$), що може свідчити про вплив стресових чинників уздовж автошляху.

Рослини з придорожньої смуги мали найбільші плоди ($2,29 \pm 0,17$ мм), за ними йшли зразки з міського парку ($2,23 \pm 0,23$ мм) і промислової зони ($1,973 \pm 0,214$ мм). Варіабельність була найнижчою в придорожній зоні (7,43 %), це вказує на усталені морфологічні риси плодів.

Найбільшу довжину суцвіття виявлено в рослин придорожньої смуги ($12,80 \pm 2,34$ см), що значно перевищує показники на інших ділянках. Водночас цей показник супроводжується найвищим коефіцієнтом варіації (18,26%), що вказує на значну варіативність між окремими особинами. Найменша довжина суцвіття зафіксована в промисловій зоні ($6,56 \pm 0,69$ см).

Таблиця 4.2. та рисунок 4.2. ілюструють результати дослідження морфометричних показників та коефіцієнти варіації морфологічних показників кульбаби лікарської на дослідних ділянках

Таблиця 4.2. - Статистичний аналіз морфометричних показників кульбаби лікарської

Показник	Ділянка		
	Промислова зона біля ПАТ «ДніпроАзот»	Територія міського парку культури і відпочинку	Придорожня смуга вздовж вул. Січеславський шлях
Висота рослини			
Середнє значення	$24,33 \pm 3,14$	$23,40 \pm 1,72$	$29,73 \pm 2,68$
Коефіцієнт варіації	12,92	7,36	9,01

Продовження таблиці 4.2

Кількість листків поза розеткою			
Середнє значення	6,40±1,00	5,73±0,88	5,47±0,69
Коефіцієнт варіації	15,63	15,35	12,64
Кількість плодів на рослині			
Середнє значення	207,33±39,81	78,80±7,45	51,73±9,88
Коефіцієнт варіації	19,20	9,46	19,12
Кількість квіток на рослині			
Середнє значення	4,33±0,98	86,73±6,04	2,00±0,00
Коефіцієнт варіації	22,63	6,96	0,00
Середня довжина плодів			
Середнє значення	0,55±0,09	0,45±0,02	0,49±0,07
Коефіцієнт варіації	16,36	3,68	14,29
Довжина суцвіття			
Середнє значення	2,57±0,32	4,04±0,30	3,94±0,32
Коефіцієнт варіації	12,45	7,49	8,15

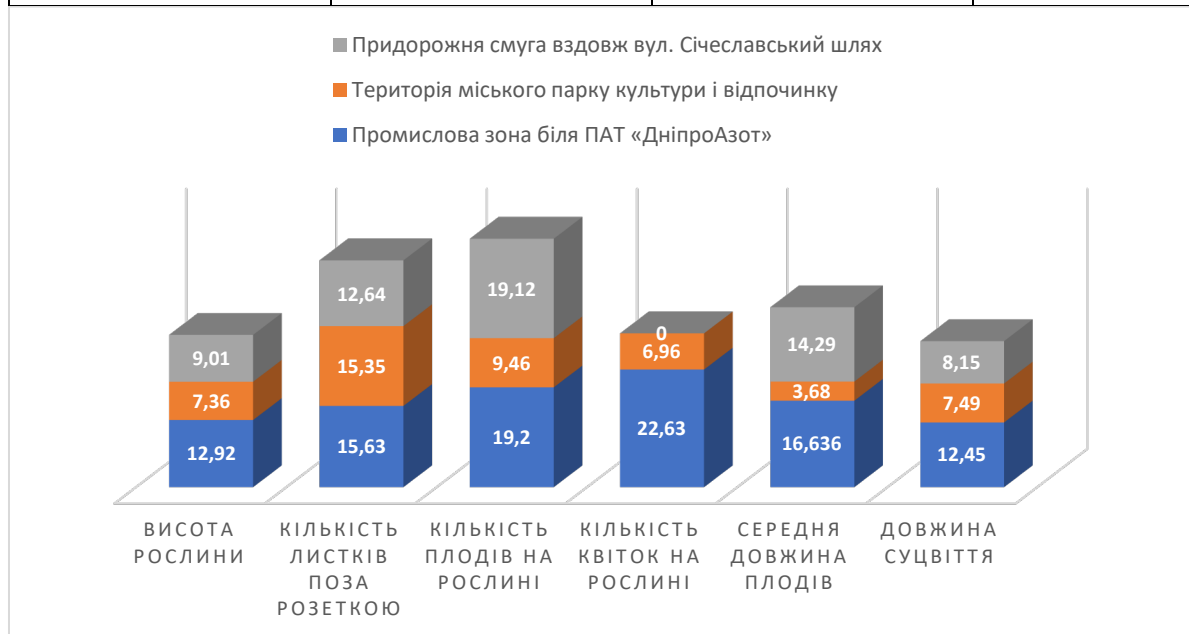


Рисунок 4.2. - Коефіцієнт варіації морфометричних показників кульбаби лікарської

Найбільша середня висота рослин спостерігалася на придорожній смузі (29,73±2,68 см), що майже на 5 см більше за показник на промисловій зоні

($24,33 \pm 3,14$ см) та на території міського парку ($23,40 \pm 1,72$ см). Варіація висоти була найбільшою в промисловій зоні (12,92 %), це вказує на певну нерівномірність у розвитку рослин.

Найбільша кількість листків була зафіксована в промисловій зоні ($6,40 \pm 1,00$), це вказує на сприятливі умови для росту рослин на цій території. На території міського парку кількість листків була меншою ($5,73 \pm 0,88$), а на придорожній смузі цей показник був найнижчим ($5,47 \pm 0,69$). Коефіцієнт варіації для цього показника був досить високим (15–16 %), що вказує на значну індивідуальну змінність у всіх випадках.

Найбільшу кількість плодів спостерігали в промисловій зоні ($207,33 \pm 39,81$), що значно перевищує інші ділянки. Це може бути пов'язано з великими розмірами рослин і більш сприятливими умовами для плодоношення. На території міського парку було зафіксовано середнє значення $78,80 \pm 7,45$, а на придорожній смузі – лише $51,73 \pm 9,88$. Високий коефіцієнт варіації на всіх ділянках свідчить про велику змінність цього показника.

Найбільше квіток було на рослинах, що зростали в міському парку ($86,73 \pm 6,04$), з найменшою варіабельністю (6,96 %). Це свідчить про стабільний розвиток квіток в умовах міського парку. Найменше квіток було в рослин на придорожній смузі ($2,00 \pm 0,00$), що може вказувати на те, що умови на цій території є нестійкими або напруженими для процесу цвітіння.

Довжина плодів варіюється в межах від $0,45 \pm 0,02$ см на території міського парку до $0,55 \pm 0,09$ см в промисловій зоні. Найбільша варіабельність спостерігалася в рослин промислової зони (16,36 %), це може стосуватися змін у навколишньому середовищі.

Найдовші суцвіття були в рослин на території міського парку ($4,04 \pm 0,30$ см), за якими йшли рослини з придорожньої смуги ($3,94 \pm 0,32$ см). Найменша довжина суцвіть була зафіксована в промисловій зоні ($2,57 \pm 0,32$ см), що може вказувати на менш сприятливі обставини для розквіту суцвіть на цій території.

4.2. Варіювання морфометричних показників дворятника мурового та кульбаби лікарської

Аналізуючи зібрані відомості, можна підсумувати: розмір рослин, а також інші морфометричні характеристики залежать від навколишніх чинників, насамперед, від рівня забруднення місцевості. Найбільшу середню висоту рослин резухи татарської було зафіксовано біля дороги, вздовж вулиці Січеславський шлях ($38,47 \pm 2,68$ см). Це може вказувати на оптимальні умови для росту на цій території. Водночас, рослини з індустріальної зони біля ПАТ «ДніпроАзот» показали найменшу висоту ($35,07 \pm 4,05$ см), що ймовірно пояснюється токсичною дією на рослинний світ.

Щодо кульбаби лікарської, найбільша висота рослин була на придорожній смузі ($29,73 \pm 2,68$ см), що знову ж таки вказує на кращі умови для зростання в цих місцях. Рослини з промислової зони мали найменшу висоту ($24,33 \pm 3,14$ см), що може бути наслідком забруднення і погіршення умов для росту.

Що стосується інших морфометричних показників, то для дворятника мурмурного найбільша кількість листків поза розеткою була зафіксована на придорожній смузі ($5,87 \pm 1,11$), тоді як на промисловій зоні цей показник був найменшим ($5,33 \pm 0,98$). Аналогічно, кількість плодів і квіток на рослинах промислової зони була більшою ($4,33 \pm 0,98$ плодів і $4,33 \pm 0,98$ квіток), що може вказувати на кращі умови для їх розвитку, незважаючи на високий рівень забруднення.

У випадку кульбаби лікарської, найбільша кількість плодів була на промисловій зоні ($207,33 \pm 39,81$), що вказує на високий рівень плодоношення в умовах забруднення. Водночас на придорожній смузі цей показник був значно нижчим ($51,73 \pm 9,88$), що може свідчити про стресові умови для плодоношення в таких місцях. Кількість квіток була найменшою на придорожній смузі ($2,00 \pm 0,00$), що також свідчить про несприятливі умови для цвітіння в таких зонах.

Загалом, отримані результати показують, що кількість морфометричних ознак рослин дворятника мурмурного та кульбаби лікарської збільшується при підвищеному рівні забруднення, але різні ділянки мають значні відмінності через варіативність екологічних факторів, таких як рівень зволоження, токсичне навантаження та інші умови середовища. Це необхідно враховувати при плануванні подальших фітомоніторингових досліджень.

4.3. Порівняльний аналіз результатів морфометричних досліджень

Результати аналізу коефіцієнтів кореляції (r) та регресії (R) для різних параметрів дворятника мурового на різних ділянках подаємо наступним чином:

Коефіцієнти кореляції (r):

Висота рослини і кількість листків: 0.99 (дуже сильний позитивний зв'язок).

Висота рослини і кількість плодів: -0.98 (сильний негативний зв'язок).

Висота рослини і кількість квіток: -1.00 (максимально сильний негативний зв'язок).

Висота рослини і середня довжина плодів: 0.47 (помірний позитивний зв'язок).

Висота рослини і довжина суцвіття: 0.92 (сильний позитивний зв'язок).

Кількість листків і кількість плодів: -0.99 (дуже сильний негативний зв'язок).

Кількість листків і кількість квіток: -0.99 (дуже сильний негативний зв'язок).

Кількість листків і усереднене значення довжини плодів: 0.57 (помірний позитивний зв'язок).

Кількість листків і довжина суцвіття: 0.96 (дуже сильний позитивний зв'язок).

Кількість плодів і кількість квіток: 0.98 (сильний позитивний зв'язок).

Кількість плодів і довжина плодів у середньому: -0.65 (помірний негативний зв'язок).

Кількість плодів і довжина суцвіття: -0.98 (сильний негативний зв'язок).

Кількість квіток і довжина плодів у середньому: -0.48 (помірний негативний зв'язок).

Кількість квіток і довжина суцвіття: -0.92 (сильний негативний зв'язок).

Довжина плодів у середньому і довжина суцвіття: 0.78 (помірний позитивний зв'язок).

Аналіз кореляцій показує, що існує сильний зв'язок між висотою рослини та кількістю листків, плодів і квіток, але зворотний зв'язок із кількістю плодів і квіток. Також помітний позитивний зв'язок між кількістю листків і довжиною суцвіття.

Таблиця 4.3 узагальнює результати аналізу коефіцієнтів кореляції (r) між різними параметрами дворятника мурового.

Таблиця 4.3. - Кореляція між морфологічними ознаками дворятника мурового

Параметри	r	Характер зв'язку
Висота рослини ↔ Кількість листків	0.99	Дуже сильний позитивний
Висота рослини ↔ Кількість плодів	-0.98	Сильний негативний
Висота рослини ↔ Кількість квіток	-1.00	Максимально сильний негативний
Висота рослини ↔ Середня довжина плодів	0.47	Помірний позитивний
Висота рослини ↔ Довжина суцвіття	0.92	Сильний позитивний
Кількість листків ↔ Кількість плодів	-0.99	Дуже сильний негативний
Кількість листків ↔ Кількість квіток	-0.99	Дуже сильний негативний
Кількість листків ↔ Середня довжина плодів	0.57	Помірний позитивний
Кількість листків ↔ Довжина суцвіття	0.96	Дуже сильний позитивний
Кількість плодів ↔ Кількість квіток	0.98	Сильний позитивний

Продовження таблиці 4.3

Кількість плодів ↔ Середня довжина плодів	-0.65	Помірний негативний
Кількість плодів ↔ Довжина суцвіття	-0.98	Сильний негативний
Кількість квіток ↔ Середня довжина плодів	-0.48	Помірний негативний
Кількість квіток ↔ Довжина суцвіття	-0.92	Сильний негативний
Середня довжина плодів ↔ Довжина суцвіття	0.78	Помірний позитивний

Згідно з результатами аналізу, ступінь взаємозв'язку між ознаками кульбаби лікарської встановлено за коефіцієнтами кореляції (r) та регресії (R) у такий спосіб:

1. Кількість надрозеткових листків:

Індекс кореляції (r): -0.614 (помірно негативний зв'язок з висотою рослини).

Коефіцієнт регресії (R): 0.377 (слабкий позитивний зв'язок).

2. Плодова продуктивність рослини:

Індекс кореляції (r): -0.523 (помірно негативний зв'язок з висотою рослини).

Коефіцієнт регресії (R): 0.274 (дуже слабкий позитивний зв'язок).

3. Квіткова продуктивність рослини:

Індекс кореляції (r): -0.632 (помірно негативний зв'язок з висотою рослини).

Коефіцієнт регресії (R): 0.400 (слабкий позитивний зв'язок).

4. Середній показник довжини плодів:

Індекс кореляції (r): 0.022 (відсутність значущого зв'язку).

Коефіцієнт регресії (R): 0.0005 (дуже слабкий зв'язок).

5. Довжина суцвіття:

Коефіцієнт кореляції (r): 0.320 (слабкий позитивний зв'язок з висотою рослини).

Коефіцієнт регресії (R): 0.103 (дуже слабкий позитивний зв'язок).

Таблиця 4.4 узагальнює результати аналізу коефіцієнтів кореляції (r) між різними параметрами кульбаби лікарської.

Найсильніші кореляції та зв'язки між ознаками спостерігаються у кількості листків поза розеткою, кількості плодів та квіток, де спостерігається помірно негативний зв'язок з висотою рослини. Інші показники, такі як середня довжина плодів і довжина суцвіття, мають слабший або майже відсутній зв'язок з висотою рослини.

Таблиця 4.4. - Кореляція між морфологічними ознаками кульбаби лікарської

Параметр	r	Характер зв'язку
Кількість листків поза розеткою	-0.614	Помірно негативний
Кількість плодів на рослині	-0.523	Помірно негативний
Кількість квіток на рослині	-0.632	Помірно негативний
Середня довжина плодів	0.022	Відсутність значущого зв'язку
Довжина суцвіття	0.320	Слабкий позитивний

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Техніка безпеки під час польових досліджень в умовах воєнного стану, повітряної і мінної небезпеки.

Проведення польових досліджень на урбанізованих територіях під час дії воєнного стану потребує особливих заходів безпеки, які регламентуються як загальними нормативними актами з охорони праці, так і спеціальними документами, що стосуються мінної та повітряної загрози (дод. Г).

Згідно з Законом України «Про правовий режим воєнного стану» (статті 8, 15), під час дії воєнного стану громадяни зобов'язані дотримуватися встановлених обмежень і заходів безпеки, зокрема під час виконання польових наукових досліджень

Також відповідно до наказу МВС України № 579 від 13.08.2021 «Про затвердження Інструкції з організації взаємодії органів Національної поліції, ДСНС, Збройних сил України та інших суб'єктів щодо реагування на загрози, пов'язані з вибухонебезпечними предметами», перед виходом на ділянки дослідження обов'язково має бути здійснена перевірка території на наявність мін або інших вибухонебезпечних предметів (ВНП) за участі уповноважених структур (ДСНС, ЗСУ, Нацполіція).

Основні заходи безпеки включають:

I. На етапі підготовки до польових досліджень:

- Оформити дозвіл на виконання робіт через органи місцевої влади чи військову адміністрацію.
- Забезпечити проведення інструктажу з охорони праці для всіх учасників дослідження відповідно до НПАОП 0.00-4.21-05 — «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці».

- Розглянути з актуальними картами мінної небезпеки на сайті ДСНС або за допомогою застосунків типу MineFree, Demining Ukraine, тощо.
- Забезпечити наявність засобів індивідуального захисту (каска, аптечка, сигнальний жилет, тривожний рюкзак).

II. Під час польових досліджень:

- Дотримуватися чітко визначених маршрутів, узгоджених з місцевими органами безпеки.
- Не наближатися до підозрілих предметів, табличок з позначками мінної небезпеки або об'єктів, що можуть становити загрозу.
- У разі оголошення повітряної тривоги — негайно припинити роботу та перейти в найближче укриття (згідно з інструкціями ДСНС).
- Здійснювати фотозйомку чи маркування зразків рослинності лише на безпечній території.

III. Після завершення робіт:

- Здійснити облік учасників та перевірити їхній фізичний стан.
- Повідомити відповідні служби про завершення робіт та виявлені небезпеки (якщо такі були).
- Скласти звіт з оцінкою ризиків для подальших досліджень.

Дотримання вищезазначених вимог сприяє збереженню життя та здоров'я учасників польових досліджень та забезпечує юридичну відповідальність дослідника згідно з чинним законодавством України.

ВИСНОВКИ

До методів моніторингових досліджень належать: статистичний, картографічний, лабораторні, порівняльно-географічні методи, а також аналіз кліматичних факторів. Біоіндикація (біомоніторинг) — це специфічний вид екологічного моніторингу, що полягає в оцінюванні стану навколишнього середовища шляхом вивчення живих організмів. Однією з форм біомоніторингу є фітомоніторинг, який надає цінну інформацію завдяки врахуванню реакцій рослин на зміни в середовищі. Вищі та нижчі рослини можуть ефективно виконувати роль біоіндикаторів забруднення довкілля за умови здатності накопичувати шкідливі речовини у концентраціях, що перевищують їхній вміст у навколишньому середовищі, або ж проявляти підвищену чутливість до дії забруднювачів.

До неспецифічних реакцій рослин на забруднення атмосферного повітря належать: зниження життєздатності, зменшення опірності до хвороб і шкідників, перенаправлення асимілятів на регенерацію пошкоджених тканин, зміни у фотосинтетичній активності та процесах дихання, порушення транспіраційного ритму, а також поява мутагенних ефектів. Сучасні екологічні дослідження свідчать, що індикативними можуть бути не лише окремі види рослин, але й їхні морфологічні характеристики.

У рамках проведеного дослідження було обрано типові синантропні види — кульбабу лікарську (*Taraxacum officinale*) та дворядника мурового (*Diplotaxis muralis*), які зростають на території міста Кам'янське (Дніпропетровська область) в умовах різної інтенсивності антропогенного впливу. Оцінювання проводилося за низкою морфометричних параметрів: середня довжина плодів, кількість листків поза розеткою, висота особин, довжина суцвіття, а також кількість плодів і квіток на одній рослині.

Встановлено чітку залежність між висотою рослин та рівнем забрудненості середовища. Це зумовлено токсичним впливом забруднювальних речовин, що призводить до пригнічення росту: зменшення висоти, довжини листків, маси, а також кількості листків, квіток і плодів. Найнижчі середні показники морфометричних ознак спостерігалися у рослин, що зростають в умовах максимального токсичного навантаження. Отримані результати свідчать про морфологічну чутливість кульбаби лікарської до впливу урботехногенного забруднення в умовах м. Кам'янське..

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агурова І. В., Прохорова С. І. Моніторинг стану рослинного покриву техногенних земель: популяційний та морфологічний аспекти / І. В. Агурова, С. І. Прохорова // Чорноморський ботанічний журнал. — 2014. — С. 249–262.
2. Андрейко Г. П. Методи біоіндикації навколишнього середовища : метод. посіб. для практич. занять та самост. роботи / Г. П. Андрейко. — Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2014. — 30 с.
3. Бессонова В. П. Методи фітоіндикації в оцінці екологічного стану довкілля : навч. посіб. / В. П. Бессонова. — Запоріжжя : ЗДУ, 2001. — 196 с.
4. Бессонова В. П., Пономарьова О. А. Морфометричні показники та вміст пластидних пігментів хвої *Picea pungens* Engelm залежно від відстані до автошляху / В. П. Бессонова, О. А. Пономарьова // Biosystems Diversity. — 2017. — С. 96–101.
5. Боголюбов В. М., Клименко М. О., Мокін В. Б. Моніторинг довкілля : підруч. для студ. вищих навч. закладів / В. М. Боголюбов, М. О. Клименко, В. Б. Мокін. — 2-ге вид., перероб. та доп. — Вінниця : ВНТУ, 2010. — 232 с.
6. Вплив екологічних чинників на морфологію та фізіологію *Picea abies* (L.) Karst. в Карпатах / Г. В. Пасічник, Н. М. Іванова, О. В. Кондратюк та ін. // Наукові праці Українського державного лісотехнічного університету. — 2014. — Вип. 24.2. — С. 72–77.
7. Гончаренко І. В. Фітоіндикація антропогенного навантаження : монографія / І. В. Гончаренко. — Дніпро : Середняк Т. К., 2017. — 127 с.
8. Гринюк А. А., Погоріла І. О. Біоіндикація стану атмосферного повітря м. Києва та Київської області за допомогою ялини звичайної

- (*Picea abies*) / А. А. Гринюк, І. О. Погоріла // Біологічні дослідження. — 2017. — С. 287–289.
9. Глухов О. З., Прохорова С. І. Індикація стану техногенного середовища за морфологічною мінливістю рослин / О. З. Глухов, С. І. Прохорова // Промислова ботаніка. — 2008. — С. 3–4.
 10. Дідух Я. П. Основи біоіндикації / Я. П. Дідух. — Київ : Наукова думка, 2012. — 312 с.
 11. Екологічний паспорт Дніпропетровської області. — 2022. — С. 241.
 12. Єременко Н. С. Рудеральна рослинність міста Кривий Ріг. II. Клас *Stellarietea mediae* / Н. С. Єременко // Український ботанічний журнал. — 2018. — С. 356–372.
 13. Жицька Л. І. Рослинний покрив урбосистеми як індикатор стану едафотопів та атмосферних забруднень : автореф. дис. ... канд. біол. наук : 03.00.16 / Л. І. Жицька. — Київ, 2011. — 22 с.
 14. Загорулько А. О. Таксономічний аналіз і фітомоніторинг парків м. Херсона / А. О. Загорулько // Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences. — 2018. — VI (17). — С. 41–44.
 15. Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього природного середовища : монографія / О. Г. Васенко, О. В. Рибалова, С. Р. Артем'єв, Н. С. Горбань, Г. В. Коробкова та ін. — Харків : НУГЗУ, 2015. — 419 с.
 16. Калінін М. І., Єлісєєв В. В. Біометрія : підручник для студентів вузів біологічних та екологічних напрямків / М. І. Калінін, В. В. Єлісєєв. — Миколаїв : Вид-во МФ НаУКМА, 2000. — 204 с.
 17. Кейван М. П., Тертична О. В., Кейван О. П. Використання рослин-біоіндикаторів для екологічного оцінювання атмосферного повітря в зоні розташування птахофабрики / М. П. Кейван, О. В. Тертична, О. П. Кейван // Науковий вісник НЛТУ України. — 2012. — С. 109–113.

- 18.Костюшин В. А., Губар С. І., Домашлінець В. Г. Стратегія розвитку моніторингу біологічного різноманіття в Україні / В. А. Костюшин, С. І. Губар, В. Г. Домашлінець. — Київ, 2009. — 60 с.
- 19.Клименко О. М. Моніторинг довкілля / О. М. Клименко. — Київ : Академія, 2006. — 360 с.
- 20.Криворучкіна О. В. Екологічний стан Кривбасу: проблеми та шляхи їх вирішення : матеріали виїзного засідання комітету з питань екологічної політики та природокористування / О. В. Криворучкіна. — Кривий Ріг, 2019. — С. 3–69.
- 21.Кудрявська Т. Б., Дичко А. О. Метод оцінки та прогнозування впливу техногенного забруднення на повітря урбоєкосистеми / Т. Б. Кудрявська, А. О. Дичко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2014. — С. 4–7.
- 22.Липа О. Л. Ботаніка. Систематика нижчих і вищих рослин : підручник для студентів біологічних спеціальностей університетів і педагогічних інститутів / О. Л. Липа. — Київ : Вища школа, 1975. — 400 с.
- 23.Лисиця А. В. Біоіндикація і біотестування забруднених територій : методичні рекомендації до самостійного вивчення дисципліни / А. В. Лисиця. — Рівне : Дока-центр, 2018. — 94 с.
- 24.Мальцев В. І., Карпова Г. О., Зуб Л. М. Визначення якості води методами біоіндикації / В. І. Мальцев, Г. О. Карпова, Л. М. Зуб. — Київ : Науковий центр екомоніторингу та біорізноманіття мегаполісу НАН України, ІНЕКО НЕЦУ, 2011. — 112 с.
- 25.Миленька М. М. Використання деревних видів для діагностики екологічного стану довкілля урбанізованих територій / М. М. Миленька // Лісівництво і агролісомеліорація. — 2008. — Вип. 114. — С. 111–114.
- 26.Никифоров В. В., Дігтяр С. В., Мазницька О. В., Козловська Т. Ф. Біоіндикація та біотестування / В. В. Никифоров, С. В. Дігтяр, О. В.

- Мазницька, Т. Ф. Козловська. — Кременчук : Вид-во ПП Щенбатих О. В., 2016. — 76 с.
27. Сметана О. М., Перерва В. В. Біогеоценотичний покрив ландшафтно-техногенних систем Кривбасу / О. М. Сметана, В. В. Перерва. — Кривий Ріг : Вид. дім, 2007. — 247 с.
 28. Федоренко О. І. Моніторинг навколишнього середовища. Основи екології : підручник / О. І. Федоренко. — Київ, 2006. — С. 306–318.
 29. Чемерис І. А., Загоруйко Н. В., Конякін С. М. Фітомоніторинг викидів автотранспорту в умовах міського середовища / І. А. Чемерис, Н. В. Загоруйко, С. М. Конякін // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. — 2013. — С. 141–146.
 30. Чухрій Ю. П. Біоіндикація. Біотестування. Біомоніторинг : конспект лекцій / Ю. П. Чухрій. — Одеса : ОНАХТ, 2014. — 41 с.
 31. Шалімов М. О. Біоіндикація : конспект лекцій / М. О. Шалімов. — Київ : Наука і техніка, 2011. — 124 с.
 32. Шанда В. І., Євтушенко Е. О., Ворошилова Н. В., Шанда Л. В., Маленко Я. В., Кобрюшко О. О. Теоретичні проблеми біогеоценології : колективна монографія / наук. ред. Н. А. Білова. — Кривий Ріг : Видавець Чернявський Д. О., 2020. — 330 с.
 33. Шевчук Н. Ю., Гусейнова Е. Р., Коршиков І. І. Розповсюдженість та життєздатність трьох представників роду *Picea* A. Dietr. у придорожніх насадженнях м. Кривий Ріг / Н. Ю. Шевчук, Е. Р. Гусейнова, І. І. Коршиков // Інтродукція рослин. — 2018. — № 3 (79). — С. 75–82.
 34. Швець Є. Я., Сидоренко М. Г., Червоний І. Ф. Біометрія. Частина 1 : навч. посібник у 2-х частинах / Є. Я. Швець, М. Г. Сидоренко, І. Ф. Червоний. — Запоріжжя : ЗДІА, 2004. — 180 с.
 35. Юсипіва Т. І. Біоекологічний аналіз стану хвої *Picea pungens* в умовах викидів ДТЕК «Придніпровська ТЕС» / Т. І. Юсипіва // Ecology and Noospherology. — 2018. — 29 (2). — С. 119–124.

36. Bukharina I. L., Vedernikova K. E., Pashkova A. S. Morphophysiological traits of spruce trees in conditions of Izhevsk / I. L. Bukharina, K. E. Vedernikova, A. S. Pashkova // *Forest Studies*. — 2016. — № 2. — P. 96–106.
37. Chen L., Liu C., Zhang L., Zou R., Zhang Z. Variation in Tree Species Ability to Capture and Retain Airborne Fine Particulate Matter (PM_{2.5}) / L. Chen, C. Liu, L. Zhang, R. Zou, Z. Zhang // *Scientific Reports*. — 2017. — 7 (3206). — P. 1–11. DOI: 10.1038/s41598-017-03360-1.
38. Di Vittorio A. V. Pigment-based identification of ozone-damaged pine needles as a basis for spectral segregation of needle conditions / A. V. Di Vittorio // *J. Environ. Qual.* — 2009. — 38 (3). — P. 855–867.
39. Jäger E. J. Indikation von Luftverunreinigungen durch morphometrische Untersuchungen an Höheren Pflanzen / E. J. Jäger // *Bioindikation*. — 1980. — 3. — P. 43–52.
40. Miron M. S., Sumalan R. L. Physiological responses of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst) seedlings to drought and overheating stress condition / M. S. Miron, R. L. Sumalan // *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*. — 2015. — 19 (2). — P. 146–151.

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А1.

Морфометричні показники дворятника мурового

(Diplotaxis muralis L. DC.)

(Промислова зона біля ПАТ «ДніпроАзот» м. Кам'янське

Дніпропетровська область)

№ п/п	Середня довжина плодів (см)	Кількість листіків поза розеткою	Висота рослини (см)	Довжина суцвіття (см)	Кількість плодів на рослині	Кількість квіток на рослині
1	1,8	6	34	6,2	4	4
2	2,0	5	37	7,0	5	5
3	1,7	4	30	5,8	3	3
4	2,2	7	40	7,5	6	6
5	1,9	6	33	6,3	4	4
6	2,1	5	38	6,9	5	5
7	1,6	4	29	5,6	3	3
8	2,0	6	36	7,1	5	5
9	1,8	5	31	6,0	4	4
10	2,3	7	42	7,8	6	6
11	1,9	6	35	6,5	4	4
12	2,2	5	39	7,2	5	5
13	1,7	4	32	5,9	3	3
14	2,1	6	38	6,8	5	5
15	1,8	5	34	6,1	4	4

Таблиця А2.

Морфометричні показники кульбаби лікарської
(*Taraxacum officinale*)
(Промислова зона біля ПАТ «ДніпроАзот» м. Кам'янське
Дніпропетровська область)

№ п/п	Середня довжина плодів (см)	Кількість листіків поза розеткою	Висота рослини (см)	Довжина суцвіття (см)	Кількість плодів на рослині	Кількість квіток на рослині
1	0,5	6	22	2,3	180	4
2	0,6	7	25	2,7	210	5
3	0,4	5	20	2,1	150	3
4	0,7	8	28	2,9	260	6
5	0,5	6	23	2,5	190	4
6	0,6	7	26	2,8	230	5
7	0,4	5	19	2,0	140	3
8	0,6	7	27	2,9	240	5
9	0,5	6	22	2,4	180	4
10	0,7	8	29	3,0	270	6
11	0,5	6	24	2,6	200	4
12	0,6	7	26	2,8	230	5
13	0,4	5	21	2,2	160	3
14	0,6	7	27	2,9	250	5
15	0,5	6	23	2,5	190	4

Додаток Б

Таблиця Б1.

Морфометричні показники Дворядника мурового
(*Diploaxis muralis* L. DC.)

(Територія міського парку культури і відпочинку м. Кам'янське
Дніпропетровська область)

№ п/п	Середня довжина плодів (см)	Кількість листіків поза розеткою	Висота рослини (см)	Довжина суцвіття (см)	Кількість плодів на рослині	Кількість квіток на рослині
1	2,3	6	35	8,2	5	5
2	2,0	5	32	7,8	4	5
3	2,5	7	38	8,5	5	5
4	1,9	4	30	7,2	4	4
5	2,2	6	36	8,0	4	5
6	2,1	5	33	7,5	4	5
7	2,4	6	37	8,4	5	5
8	2,3	5	34	8,1	4	5
9	2,0	4	31	7,4	4	4
10	2,2	5	33	7,9	4	5
11	2,6	7	39	8,7	5	5
12	1,8	3	29	6,9	4	4
13	2,1	5	34	7,6	4	5
14	2,5	6	37	8,3	5	5
15	2,3	5	35	8,0	4	5

Таблиця Б2.

Морфометричні показники Кульбаби лікарської
(*Taraxacum officinale*)
(Територія міського парку культури і відпочинку м. Кам'янське
Дніпропетровська область)

№ п/п	Середня довжина плодів (см)	Кількість листіків поза розеткою	Висота рослини (см)	Довжина суцвіття (см)	Кількість плодів на рослині	Кількість квіток на рослині
1	0,45	6	24	4,2	82	90
2	0,48	5	22	3,8	75	84
3	0,43	7	25	4,4	88	95
4	0,41	4	21	3,5	70	80
5	0,46	6	23	4,0	78	86
6	0,44	5	22	3,9	76	83
7	0,47	6	24	4,3	84	91
8	0,45	5	23	4,1	80	88
9	0,42	4	21	3,7	72	81
10	0,46	5	22	4,0	77	85
11	0,49	7	26	4,5	90	98
12	0,40	3	20	3,4	68	78
13	0,44	5	23	4,0	76	84
14	0,47	6	25	4,2	83	90
15	0,45	5	24	4,1	79	87

Додаток В

Таблиця В1.

Морфометричні показники Дворядника мурового
(*Diploaxis muralis* L. DC.)

(Придорожня смуга вздовж вул. Січеславський шлях м. Кам'янське
Дніпропетровська область)

№ п/п	Середня довжина плодів (см)	Кількість листіків поза розеткою	Висота рослини (см)	Довжина суцвіття (см)	Кількість плодів на рослині	Кількість квіток на рослині
1	2.4	6	38	12	3	2
2	2.1	5	41	15	4	2
3	2.3	7	35	10	3	2
4	2.0	6	37	13	4	2
5	2.5	8	42	16	4	3
6	2.2	5	39	11	3	2
7	2.3	6	40	14	4	2
8	2.6	7	43	17	5	3
9	2.1	4	36	10	3	2
10	2.4	5	38	12	4	2
11	2.2	6	39	13	4	2
12	2.0	5	34	9	3	2
13	2.5	7	41	16	4	3
14	2.3	6	37	11	3	2
15	2.4	5	40	14	4	2

Таблиця В2.

Морфометричні показники Кульбаби лікарської
(*Taraxacum officinale*)
(Придорожня смуга вздовж вул. Січеславський шлях м. Кам'янське
Дніпропетровська область)

№ п/п	Середня довжина плодів (см)	Кількість листіків поза розеткою	Висота рослини (см)	Довжина суцвіття (см)	Кількість плодів на рослині	Кількість квіток на рослині
1	0.4	5	27	3.5	43	2
2	0.5	6	30	4.2	56	2
3	0.4	5	25	3.0	45	2
4	0.6	7	33	4.5	67	3
5	0.5	6	29	3.8	59	2
6	0.4	5	28	3.6	45	2
7	0.6	7	31	4.0	54	2
8	0.5	6	32	4.3	53	2
9	0.4	4	26	3.2	34	1
10	0.5	5	27	3.7	42	2
11	0.4	6	28	3.5	40	2
12	0.5	6	30	4.1	53	2
13	0.6	7	34	4.6	68	3
14	0.5	5	29	3.9	43	2
15	0.4	5	26	3.3	38	1

Додаток Г
ІНСТРУКЦІЯ

**з техніки безпеки під час проведення польових досліджень в умовах
воєнного стану, з урахуванням повітряної тривоги та мінної небезпеки**

1. Загальні положення

1.1. Ця інструкція встановлює вимоги до безпечного проведення польових досліджень у воєнний час, зокрема в умовах загрози повітряного нападу та мінної небезпеки.

1.2. Вона є обов'язковою для виконання всіма учасниками досліджень: викладачами, науковцями, студентами, технічним персоналом.

1.3. Перед початком робіт усі учасники мають пройти інструктаж з техніки безпеки та бути ознайомлені з поточним рівнем безпеки в регіоні.

2. Підготовка до польових досліджень

2.1. Отримати офіційний дозвіл на проведення робіт від місцевої військової адміністрації або органів влади.

2.2. Провести аналіз безпечності території:

- звіритися з офіційними мапами замінованих/очищених ділянок (Державна служба з надзвичайних ситуацій, Саперні підрозділи);
- уникати територій, де велися активні бойові дії.

2.3. Підготувати план евакуації на випадок повітряної тривоги або іншої загрози.

2.4. Оснастити групу:

- аптечками,
- засобами зв'язку (рації, мобільні телефони з зарядженими павербанками),
- яскравими жилетами та знаками розпізнавання,
- сигналізаційними пристроями,

- засобами індивідуального захисту.

2.5. Призначити відповідального за безпеку та зв'язок з оперативними службами.

3. Поведінка під час польових робіт

3.1. Постійно стежити за повідомленнями з додатків "Повітряна тривога", "ДСНС", "Карта тривоги".

3.2. У разі оголошення повітряної тривоги — негайно припинити роботи та перейти до найближчого укриття.

3.3. Переміщення здійснювати лише перевіреними маршрутами.

3.4. Забороняється:

- заходити на незнайомі або позначені як небезпечні ділянки,
- чіпати незнайомі предмети, що можуть бути вибухонебезпечними,
- працювати на полях без попередньої перевірки на наявність мін.

3.5. У разі виявлення підозрілого предмета:

- негайно припинити всі дії,
- повідомити ДСНС або військових саперів,
- відійти на безпечну відстань не менше 100 метрів,
- зафіксувати координати об'єкта.

4. Дії у випадку надзвичайної ситуації

4.1. У разі повітряного удару, мінометного обстрілу або артилерії — лягти на землю, прикривши голову руками.

4.2. Якщо є поранені — надати першу домедичну допомогу, викликати екстрені служби.

4.3. Вести облік усіх учасників дослідження до, під час і після роботи.

5. Завершення польових робіт

5.1. Провести перевірку присутності всіх учасників.

5.2. Подати звіт про виконані роботи та виявлені потенційно небезпечні об'єкти.

5.3. Повідомити відповідні органи про будь-які зміни в безпековій ситуації на місцевості.

6. Відповідальність

6.1. Усі учасники зобов'язані неухильно дотримуватись інструкції.

6.2. Відповідальна особа несе персональну відповідальність за організацію безпечного проведення робіт.

6.3. Порухення інструкції може спричинити дисциплінарну, адміністративну або кримінальну відповідальність.