

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра екології та природозахисних технологій

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Леонід ПЛЯЦУК
(підпис)

_____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня бакалавр
зі спеціальності 101 «Екологія» освітньо-професійної програми
«Екологія та охорона навколишнього середовища»
на тему:

ВИКОРИСТАННЯ БІОІНДИКАТОРІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ
ОПТИМАЛЬНОГО РОЗТАШУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ
ЗЕЛЕНИХ ЗОН У НАСЕЛЕНОМУ ПУНКТІ

Здобувачки групи ОС-01 Шлик Катерини Володимирівни

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ Катерина ШЛИК
(підпис)

Керівник – доцент кафедри екології
та природозахисних технологій,
кандидат технічних наук, доцент

_____ Ігор РОЙ
(підпис)

Суми – 2024

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра екології та природозахисних технологій
Спеціальність 101 «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою _____

“ ____ ” _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

Студентці Шлик Катерині Володимирівні

Група ОС-01

1. Тема кваліфікаційної роботи: "Використання біоіндикаторів для визначення оптимального розташування та розвитку зелених зон у населеному пункті"
2. Вихідні дані: БД Scopus та WoS для пошуку статей за темою роботи.
3. Перелік обов'язкового графічного матеріалу:
 1. Біоіндикаторні ознаки на основні забруднювачів атмосферного повітря.
 2. Систематизація основних методів біоіндикації та сфер її використання.
 3. Візуалізація результатів одного з методів дослідження біоіндикації.

4. Етапи виконання кваліфікаційної роботи:

№	Етапи і розділи проектування	ТИЖНІ					
		1	2	3	4	5	6
1	Літературний огляд	+	+				
2	Аналіз проблеми			+			
3	Оброблення результатів				+		
4	Розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях					+	
5	Оформлення роботи						+

Дата видачі завдання 3.04.2024 р.

Керівник _____

Доцент кафедри екології та природозахисних технологій, к.т.н., доцент Рой І. О.

АНОТАЦІЯ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи бакалавра. Робота складається із вступу, 5 розділів, висновку, переліку джерел посилання, який містить 20 найменувань. Загальний обсяг бакалаврської роботи становить 49 сторінок, у тому числі 2 таблиці, 7 рисунків, перелік джерел посилання 3 сторінок.

Мета роботи – дослідження основних видів біоіндикаторів для визначення оптимального розташування та розвитку зелених зон у населеному пункті

Для досягнення зазначеної мети було поставлено та виконано такі завдання:

- збір інформації про реакцію організмів, на різному рівні організації живого, на забруднення навколишнього середовища;
- аналіз інформації про різні види біоіндикаторів;
- аналіз поведінки різних видів біоіндикаторів на забруднення певними речовинами;
- аналіз різних методів та підходів біоіндикації;
- аналіз біоіндикаторів для визначення оптимального розташування та розвитку зелених зон у населеному пункті.

Об'єкт дослідження – біоіндикатори та їх реакції на різні види забруднень. Предмет дослідження – використання біоіндикаторів для визначення стану навколишнього середовища в населеному пункті.

У кваліфікаційній роботі проаналізовано реакцію біоіндикаторів на різні види забруднень екосистеми. Виконано аналіз інформації щодо різних груп та видів біоіндикаторів. Запропоновано шляхи вирішення щодо покращення екологічної ситуації у містах за допомогою використання різних видів біоіндикаторів.

Ключові слова: БІОІНДИКАЦІЯ, ДЕНДРОБІОІНДИКАЦІЯ, ЕНТОМОБІОІНДИКАЦІЯ, ЗЕЛЕНІ ЗОНИ, ЗООІНДИКАЦІЯ, ЛІХТЕНОІНДИКАЦІЯ, ФІТОІНДИКАЦІЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 АКТУАЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ БІОІНДИКАТОРІВ ДЛЯ РОЗТАШУВАННЯ ЗЕЛЕНИХ ЗОН	7
1.1 Зелені зони та їх роль для міста	7
1.2 Зелені зони та їх мешканці як біоіндикатори	10
РОЗДІЛ 2 ОСНОВНІ БІОІНДИКАТОРИ ЩО МОЖУТЬ БУТИ ВИКОРИСТАГІ В ЗЕЛЕНИХ ЗОНАХ	13
2.1 Комахи – запилювачі як біоіндикатори	13
2.2 Використання лишайників в якості біоіндикаторів	17
2.3 Використання тварин в якості біоіндикаторів	20
2.4 Використання рослин в якості біоіндикаторів	23
РОЗДІЛ 3 СУЧАСНІ МЕТОДИ, ПІДХОДИ, НАПРЯМИ ВИРІШЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ БІОІНДИКАТОРІВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ У МІСТІ	29
РОЗДІЛ 4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИРІШЕННЯ ПИТАННЯ ПРО ВИКОРИСТАННЯ БІОІНДИКАТОРІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗТАШУВАННЯ ЗЕЛЕНИХ ЗОН У МІСТІ	36
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	39
5.1 Охорона праці в процесі проведення робіт з озеленення міста	39
ВИСНОВКИ	46
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	47

Підп. і дата		Підп. і дата		Інв.№дубл.		Взаєм.інв.№		Підп. і дата		Інв.№подл.	
ОС 20510084											
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	Використання біоіндикаторів для визначення оптимального розташування та розвитку зелених зон у населеному пункті			Літ.	Аркуш	Аркушів	
Розроб.	Шлик							4	49		
Перев.	Рой							СумДУ, ф-т ТеСЕТ гр. ОС-01			
Н.Контр	Батальцев										
Затв.	Пляцук										

Однак, при виборі біоіндикаторів необхідно враховувати ряд факторів, таких як типовість для даного середовища, висока чисельність в досліджуваному екотопі, та здатність перебувати в даному місці протягом тривалого часу.

Біоіндикація дозволяє отримати інформацію про біологічні наслідки зміни середовища та зробити лише непрямі висновки про особливості самого фактора. Актуальність біоіндикації обумовлена також простотою, швидкістю та дешевизною визначення якості середовища, а питання оцінки стану навколишнього середовища живими організмами стали дуже важливою галуззю контролю навколишнього природного середовища

Таким чином, використання біоіндикаторів може бути ефективним інструментом для планування та розвитку зелених зон у населених пункту.

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	ОС 20510084					Арк
										6
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата						

етнографічні та історико-культурні парки, а також рекреаційні території, передбачені для організації тривалого відпочинку населення, на яких розташовані санаторії-профілакторії, будинки, пансіонати та бази відпочинку, дитячі оздоровчі табори, туристичні бази, кемпінги, інші аналогічні об'єкти та земельні ділянки, надані для дачного будівництва, лісогосподарські угіддя (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Приклад парку як зеленої зони міста

Формування зелених зон міста, її завершеність, наявність чи відсутність деяких складових елементів залежить від природних першооснов, особливостей історичного розвитку, розміру міста та від ступеня реалізації проектно-планувальних рішень з організації системи озеленених територій та здійснення архітектурно-ландшафтного благоустрою і дизайну міського та позаміського рекреаційного середовища.

Зелені зони поліпшують стан довкілля поселень, сприяють зниженню рівня забруднення атмосферного повітря, поверхневих і ґрунтових вод, збереженню рослинного покриву, є природоохоронним бар'єром щодо надмірної урбанізації населених пунктів [9].

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Зелені зони в містах відіграють важливу роль, а саме:

- біорізноманіття: зелені зони створюють простір для різноманіття рослин та тварин, що сприяє біорізноманіттю.
- адаптація до глобального потепління: зелені зони допомагають містам адаптуватися до глобального потепління, забезпечуючи природні "кондиціонери".
- психічний добробут: вони сприяють психічному добробуту місцевих жителів, надаючи місця для відпочинку та релаксації.
- економічна вигода: зелені зони можуть підвищити вартість нерухомості в околицях і привабити туристів [1].
- охолодження міст: зелені зони допомагають містам залишатися прохолодними, особливо в умовах зміни клімату. Міські площі, покриті бетоном, асфальтом та іншими будівельними матеріалами, стають тепловими островами. Після заходу сонця ці матеріали продовжують випромінювати тепло, що призводить до підвищення температури навколишнього повітря. Зелені зони, навпаки, залишаються прохолодними, і різниця температур між поверхнею зеленої зони та асфальтом може сягати 20°C.
- очищення повітря: зелені коридори, які ведуть від міста до сільської місцевості, можуть бути своєрідними шосе для потоків більш холодного та свіжого повітря. Це особливо важливо в умовах забрудненого повітря в містах. Рослини в таких коридорах фільтрують повітря, зменшуючи вміст забруднень та покращуючи якість повітря, яке потрапляє в місто.

Зелені зони мають багато і інших корисних функцій, і їх важливість для збереження навколишнього середовища важко переоцінити [18].

Головний аспект впливу рослин на навколишнє середовище полягає в очищенні повітря. Рослини здатні затримувати на своїй поверхні частки забрудненого повітря, а також перетворювати вуглекислий газ, який утворюється при спалюванні викопного палива. Щоб компенсувати викиди, які виникають під час сотні кілометрів поїздки одним автомобілем, необхідно висадити 20 дерев.

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ОС 20510084

Арк

9

Рослини також виконують інші корисні функції. Вони захищають від шуму, зменшуючи звукові хвилі, а також запобігають деградації міських ґрунтів. Коренева система рослин добре утримує воду, що може допомогти уберегти місто від підтоплень під час сильних дощів. Крім того, зелені зони є важливими острівцями біорізноманіття.

Також важливо враховувати, що зелені коридори можуть впливати на потоки вітру та усувати протяги між будівлями. Наприклад, грамотно спроектовані зелені зони можуть хоча б трохи сповільнювати вітер, що може бути корисним під час буревіїв та сильних вітрів [18].

1.2 Зелені зони та їх мешканці як біоіндикатори

Щодо біоіндикації, зелені зони можуть служити як біоіндикатори, оскільки стан рослин та тварин у цих зонах може відображати якість навколишнього середовища. Наприклад, деякі види рослин та тварин є особливо чутливими до забруднення, тому їхня присутність або відсутність може вказувати на рівень забруднення.

Біоіндикація використовується в екологічних дослідженнях як метод виявлення антропогенного впливу на біоценоз.

Метод біоіндикаторів базується на дослідженні впливу змінних екологічних факторів на різні характеристики біологічних об'єктів та систем.

В якості біоіндикаторів вибираються найчутливіші до досліджуваних факторів біологічні системи або організми. Зміни в поведінці тест-об'єкта оцінюються порівняно з контрольними ситуаціями, які приймаються за стандарт [14].

В Україні використання біоіндикаторів для моніторингу стану екосистем набуває популярності. Зростає актуальність застосування цього методу, оскільки об'єкти – індикатори мають наступні переваги:

- збирають біологічно значущі дані про навколишнє середовище;

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата
-------------	--------------	---------------	-------------	--------------

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 20510084	Арк 10
-----	-----	----------	-------	------	-------------	-----------

- вони можуть відреагувати на короточасні та раптові викиди токсичних речовин;
- реагують на швидкість змін, які відбуваються в довкіллі;
- вказують на місця накопичення забруднювачів та шляхи їх переміщення;
- дозволяють розробляти оцінки шкідливого впливу токсикантів на людину та живу природу на ранніх стадіях та регулювати допустиме навантаження на екосистеми.

Також важливо зазначити, що не всі організми в зелених зонах можуть служити як надійні біоіндикатори.

За допомогою біоіндикаторів проводиться оцінка як абіотичних факторів (температура, вологість, кислотність, солоність, вміст поллютантів тощо), так і біотичних (життєва здатність організмів, їх популяцій і угруповань). Біоіндикація базується на спостереженні за складом та чисельністю живих організмів, які належать до видів-індикаторів.

Такі індикатори мають кілька переваг:

В умовах хронічних антропогенних впливів вони реагують навіть на відносно слабкі впливи екологічних факторів завдяки кумулятивному ефекту.

Вони дозволяють робити висновки про ступінь шкідливості речовин, що синтезуються людиною, як для живої природи, так і для неї самої.

Біоіндикатори дають можливість контролювати вплив на живе та інші аспекти.

Тварини-біоіндикатори є зручними для використання завдяки таким особливостям:

Вони знаходяться на різних рівнях харчових ланцюгів.

Мають активний обмін речовин та специфічні пристосування.

Дозволяють проводити тривалі спостереження.

Розрізняють принаймні 3 випадки, коли біоіндикація стає незамінною:

Чинник може бути вимірний.

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата

						ОС 20510084	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			11

Важко виміряти.

Легко виміряти, але важко інтерпретувати.

Є більш чутливі види, і вони можуть стати ключовими для підтримки екосистем. Придатність видів-біоіндикаторів має великий розмах, оскільки чутливість організмів до різних забруднювачів помітно різниться. Одним з прикладів біоіндикації в зелених зонах є використання мохоподібних, ліхенів, певних комах та рослин як біоіндикаторів. Ці організми дуже чутливі до змін у якості повітря, тому їхня присутність або відсутність може вказувати на рівень забруднення повітря і цей метод біоіндикації стає найбільш поширеним.

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата	ОС 20510084				Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата					12

РОЗДІЛ 2 ОСНОВНІ БІОІНДИКАТОРИ ЩО МОЖУТЬ БУТИ ВИКОРИСТАГІ В ЗЕЛЕНИХ ЗОНАХ

2.1 Комахи – запилювачі як біоіндикатори

Ентомобіоіндикація є методом оцінки стану навколишнього середовища за допомогою різних видів комах.

Комахи за особливостями своєї фізіології є чутливими до змін у навколишньому середовищі, тому вони можуть служити важливими біоіндикаторами.

Біоіндикатори - це організми або їхні частини, які використовуються для визначення екологічного стану природних екосистем. Вони можуть вказувати на забруднення, зміни клімату, вплив антропогенних факторів та інші аспекти навколишнього середовища.

Особливо багатогранним є використання комах як біоіндикаторів. Ось деякі приклади:

Жорсткокрилі комахи (Coleoptera) є важливою складовою біогеоценозів. Вони сприяють природному відтворенню та збагаченню рослинного світу. Ці комахи можуть вказувати на забруднення ґрунту та металічних домішок [13].

Листоїдні комахи, такі як мурахи, хризомеліди та арктиїдні метелики, також використовуються як біоіндикатори. Зміни у їхній кількості, розмірах та інших характеристиках можуть вказувати на забруднення та зміни в природному середовищі.

Зокрема, на забруднених ділянках можна спостерігати зовнішні зміни у комах, такі як зміни форми тіла та кількості личинок. Наприклад, у попелиць (Aphidoidea) можна вирізнити морфологічні зміни, такі як ширини голови, довжини стегна та гомілки, вусиків, хвостика та сифона. У гусениць соснової

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ОС 20510084

Арк

13

п'ядениці (*Bupalus piniaria*) кількість гемоцитів може знижуватися вдвічі, а кількість фагоцитів зростає.



Двокрапкове сонечко
(*Adalia bipunctata*)



Соснова п'ядениця (*Bupalus piniaria*) та її гусінь



Медоносна бджола (*Apis mellifera*)



Совка озима (*Scotia segetum*)

Рисунок 2.1 – Представники комах, що використовуються в зелених зонах міста як біоіндикатори

Також існують різні показники розмноження. Зазвичай плодючість зменшується, але у саранових (*Acrotylus patruelis*, *Aiolopus thalassinus*) під дією хлориду ртуті кількість яєць у кладці зростає. Однак при впливі сечовини ($>0,055$ г/кг ґрунту) кількість яєць зменшується. Також можна використовувати особливості онтогенезу як критерій. Наприклад, при забрудненні у метеликів

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ОС 20510084

Арк

14

знижується частка гусениць, що заляльковуються, і відсоток вильоту імаго. У совки озимої (*Scotia segetum*) при інтоксикації міддю личинкова стадія подовжується, а при додаванні хлориду кадмію ($CdCl_2$) – скорочується.

Метелики часто використовуються як біоіндикатори, оскільки вони чутливі до змін у своєму середовищі і з міні в популяціях метеликів можуть вказувати на зміни в екосистемі [20]. Завдяки своїм вусикам, метелики можуть орієнтуватися в навколишньому просторі, сприймаючи як різні запахи, так і найменші коливання повітря. Життєвий цикл метелика, що включає перетворення гусениці в метелика, може служити важливим індикатором стану екосистеми. Розподіл та чисельність метеликів можуть вказувати на різні аспекти екосистеми, включаючи якість повітря, води та ґрунту [13].

Використання метеликів як біоіндикаторів дозволяє науковцям збирати важливу інформацію про стан екосистеми та виявляти потенційні проблеми з довкіллям. Однак важливо пам'ятати, що різні види метеликів можуть відображати різні аспекти екосистеми, тому важливо використовувати різні види метеликів для найбільш повної оцінки стану екосистеми [17].

Бджоли також можуть слугувати важливими біоіндикаторами. Медоносна бджола (*Apis mellifera* L.), відіграє важливу роль у вивченні екологічних змін. Цей вид є одним з найбільш відомих біоіндикаторів, завдяки своїй чутливості до змін у довкіллі. Вони чутливі до забруднення повітря і можуть вказувати на проблеми з якістю повітря в певній області [4].

Медоносна бджола (*Apis mellifera* L.) є широко поширеним видом у світі. Запилення бджолами ентомофільних культур в умовах України призводить до збільшення врожайності на 30%, а прибутки від цього перевищують вартість всієї продукції бджільництва. Використання медоносних бджіл як біологічних індикаторів обумовлене досконало вивченими морфологічними, екологічними та поведінковими характеристиками популяції цього виду. Їх продуктивність залежить від факторів навколишнього середовища.

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата

						ОС 20510084	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			15

Наприклад, зниження температури повітря під час цвітіння ріпаку озимого призводить до зниження виробництва меду на 76% та бджолиного обніжжя на 56%. Медоносні бджоли також відзначаються відносною стійкістю до стресових факторів навколишнього середовища. Вони можуть накопичувати забруднювачі та стереотипно реагувати на них. Це дозволяє використовувати популяції медоносних бджіл для моніторингу нових загроз, включаючи зміни клімату. Особливо актуально це на Півдні України, де останнім часом почастишали жорстокі посухи та значно підвищилися літні температури. Весняний період переходу середньодобової температури повітря через 0° і 15° скоротився до 2 місяців і характеризується різким наростанням тепла.

Бджоли мають унікальну здатність збирати частинки забруднювачів на своєму тілі під час збору нектару та пилку. Це робить їх ефективними зразками для виявлення різних видів забруднювачів, включаючи важкі метали, пестициди, радіонукліди та леткі органічні сполуки.

Починаючи з 1962 року, бджоли все частіше використовуються для моніторингу забруднення навколишнього середовища. Вони виконують цю роль двома способами: перш за все, сигналізують про наявність токсичних молекул через високий рівень смертності, а також виявляють забруднення через залишки пестицидів у меді, пилку та личинках. Ці пестициди, які нешкідливі для бджіл, становили 24% від загального забруднення залишками пестицидів, і вони переважно відносяться до хлорорганічних і фосфорорганічних груп.

Властивості медоносних бджіл дозволяють проводити довгостроковий моніторинг, картографувати забруднення в географічних зонах та вивчати градієнти екотоксикології в просторі та часі. Крім того, медоносні бджоли можуть служити індикаторами нових загроз, таких як зміна клімату та стійкість до протимікробних препаратів [16].

Отже, бджоли можуть виявляти присутність забруднювачів у середовищі, накопичуючи токсичні речовини в своїх тканинах, що дозволяє використовувати бджіл як біоіндикаторів для виявлення токсичних та необхідних елементів у

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата

повільним оновленням клітин, на відміну від швидкого заміщення пошкоджених тканин у вищих рослин.

З усіх екологічних груп лишайників найбільш чутливі – лишайники-епіфіти. Вони ростуть на корі дерев і реагують на зміни вмісту хімічних елементів та сполук у повітрі, що викидаються промисловими підприємствами. Це може бути сірчистий ангідрид, оксиди азоту, важкі метали чи фториди.

Лишайники можуть служити індикаторами загального забруднення навколишнього середовища, зокрема атмосферного повітря. Їх чутливість пояснюється відсутністю непроникної кутикули, здатністю вбирати воду усім слоєвищем та активністю при низьких температурах.

Важливими аспектами ліхеноіндикації є відображення розповсюдження груп лишайників, обчислення синтетичних показників, таких як індекси чистоти повітря та полеотолерантності, а також відображення розповсюдження індикаторних видів (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 – Дослідження за допомогою ліхенологічної карти

Ліхеноіндикація є ключовим інструментом в екологічному моніторингу, але його використання не є постійним. Лишайники, подібно до всіх живих істот, реагують на зміни у своєму оточенні. В природі часто важко визначити конкретну причину пошкоджень лишайників, оскільки прості фактори, такі як температура або вологість, можуть переkritи вплив забруднення, особливо при низькій концентрації забруднюючих речовин [20]. Вони можуть відображати

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ОС 20510084

Арк

18

довготривалі тенденції забруднення, оскільки вони накопичують забруднюючі речовини протягом свого життя.

На рисунку 2.3, 2.4 наведені види лишайників, що найчастіше використовуються в моніторингу у зелених зонах міста.



Parmelia caperata
(Пармелія цапина)



Ксанторія постійна
(*Xanthoria parietina*)

Рисунок 2.3 – Представники лишайників, що часто використовуються в зелених зонах міста як біоіндикатори.



Калоплака безбарвна
(*Caloplaca discolor*)



Гіпотрахіна революта
(*Hypotrachyna revoluta*)

Рисунок 2.4 – Представники лишайників, що часто використовуються в зелених зонах міста як біоіндикатори

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ОС 20510084

Арк

19

У підстилці, що формується з відмерлих трав та опалого листя, існує багато видів комах. Забруднюючі компоненти атмосфери осідають переважно на цій підстилці. Тому комахи та черви, які харчуються рослинними залишками, а потім служать їжею для інших хижаків, створюють харчовий ланцюжок, де відбувається швидка біомагніфікація.

Кроти та землерийки роду *Sorex* (найбільш крупна і із широким ареалом поширення – бурозубка звичайна (*S. Araneus L.*)) є верхньою ланкою трофічного ланцюга відносно до ґрунтової мезофауни.

Серед комахоїдних біоіндикаторів особливо цікавими є кроти. Вони широко розповсюджені на всій території лісової зони, є євритопними, осілими та антисинантропними.

Біоіндикація за допомогою кротів є методом, який використовується в наукових дослідженнях та екологічному моніторингу для аналізу якості ґрунту. Кроти відзначаються своєю здатністю створювати глибокі ходи, що можуть впливати на структуру та склад ґрунту [12].

Таблиця 2.1 Ссавці – біоіндикатори забруднення наземних екосистем

Індикаторний вид	Середовище життя	Харчова спеціалізація
Крот (<i>Talpa europaea L.</i> і <i>T. altaica Nikolsky</i>)	Ґрунт	Комахоїдні, ґрунтова мезофауна
Землерийка-бурозубка (<i>Sorex araneus L.</i>)	Лісова підстилка	Комахоїдні, мезофауна підстилки
Європейська руда полівка (<i>Clethrionomus glareolus Schreber</i>) Сибірська червона полівка (<i>Cl. rutilus Pall.</i>)	Лісова підстилка	Зеленоїдні
Ондатра (<i>Ondatra zibethica</i>)	Прибережна зона лісостепу і лісів	Зеленоїдні

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ОС 20510084

Арк

21

Куниця та соболь, які харчуються дрібними гризунами, також мають схожу екологію. Їх ареал розповсюдження охоплює всю лісову зону Євразії. Проте для використання цих видів як парних індикаторів необхідно вивчити, як вони накопичують екотоксиканти в районах спільного проживання.

2.4 Використання рослин в якості біоіндикаторів

Фітоіндикація є важливою частиною біоіндикації. Її основна мета – використання біологічних компонентів, зокрема рослин, для оцінки екологічних факторів. Вона дозволяє визначити стан та характеристики довкілля, спираючись на аналіз стану рослинності [14].

Рослини є продуцентами в екосистемах і чутливо реагують на зовнішні умови. За достатньо високих концентрацій забруднювачів у багатьох з них ушкоджується листя, а зі зростанням кількості забруднюючого фактору протягом короткого проміжку часу можливе значне ураження рослини.

Фітоіндикація - це метод, який дозволяє виявляти зміни в природному середовищі під впливом різних факторів, таких як забруднення, зміна клімату або втручання людини. Рослини виступають “живими індикаторами”, відображаючи ці зміни у своїх фізіологічних та морфологічних характеристиках.

Цей метод застосовується на різних рівнях організації рослин: від клітинного до ландшафтного. Наприклад, на рівні організмів та екосистем зовнішні симптоми ушкоджень, такі як некрози (відмирання тканин) та хлорози (бліде забарвлення листя), вказують на порушення адаптаційної здатності рослин та нестабільність їх систем.

Під впливом шкідливих факторів рослини можуть проявляти різні ознаки зміни свого функціонування. Декілька з них включають:

- Хлороз: Це бліде забарвлення листя між жилками. Хлороз може виникати через надлишок важких металів у ґрунті або забруднення повітря газами.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

						ОС 20510084	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			23

- Некрози: Некрози - це відмирання обмежених ділянок тканин. Вони є важливими симптомами ушкоджень, іноді специфічними. При розвитку некрозів спочатку спостерігається зміна в забарвленні (наприклад, при дії SO₂ найчастіше утворюються брудно-зелені плями; пероксиацетилнітрату просочені водою; O₃ - плями з металічним блиском; хлоридів - хлорози). Після загибелі клітини вражені ділянки осідають та висихають.

- Передчасне в'янення: Це явище спостерігається під дією етилену. Рослини можуть в'янути раніше, ніж зазвичай, через цей газ.

- Опадання листя (дефоліація): Часто відбувається після некрозів (відмирання тканин) або хлорозів (бліде забарвлення листя). Наприклад, хвоя у ялин, двоголкові укорочені пагони у сосни, а також листя лип та кінських каштанів може передчасно опадати через вплив солі (використовується для танення льоду) або під дією SO₂ (діоксиду сірки).

- Зміна форми, кількості та положення органів: Після впливу радіоактивного випромінювання у листяних дерев спостерігається аномальна конфігурація листя. Це може включати потворну деформацію, перетягування, здуття або викривлення пагонів, зрощення або розщеплення окремих органів, а також зміну статі квітки та інші аномалії розвитку.

- Зміна напрямку, форми росту і галуження: Наприклад, у кульбаби зміна рівня ґрунтових вод може впливати на напрямок росту коренів. У *Dуscranum polysetum* спостерігається утворення сланких пагонів та галуження. Також, при стійкому забрудненні атмосфери HCl або SO₂, липи можуть рости у кущовидній або подушковій формі, а хвойні породи можуть змінювати конфігурацію крони та бонітет стовбура.

- Зміна життєвої форми рослини: Дерева, особливо липи, можуть приймати кущувату або подушкоподібну форму зростання під впливом сильного забруднення повітря речовинами, такими як HCl та SO₂.

- Зміна життєвості: У присутності багатьох забруднюючих речовин бонітет дерев може знижуватися від 1-2 класу до 4-5. Зазвичай це

Інв.№лодл.	Підп. і дата
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	

						ОС 20510084	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			24

супроводжується “іржавінням” крони та зменшенням приросту. Зміни приросту можуть бути неспецифічними, але широко застосовуються. Вимірюють радіальний приріст стовбурів, приріст у довжину пагонів і листя, коріння, а також діаметр таллома лишайників.

Зміна приросту: Ця зміна є неспецифічною, але широко використовується при індикації, оскільки є більш чутливим параметром, ніж некрози. Вимірюють зміни радіального приросту стовбура, приросту пагонів та листя в довжину, а також довжину коренів.

Зміна плодючості: Це явище спостерігається у багатьох рослин.

Використання рослин як біологічних показників є важливим методом для визначення стану атмосфери. Рослини можуть відображати ступінь забруднення повітря, реагуючи на різні забруднювачі своїми біологічними реакціями.

Цей метод використовує реакції рослин на різні забруднювачі для визначення рівня забруднення повітря. Він включає в себе вивчення змін у фізіології рослин, що відбуваються внаслідок впливу забруднювачів. В таблиці 2 наведені найпоширеніші реакції на забруднення атмосферного повітря поллютантами.

У майбутньому цей метод може бути вдосконалений за допомогою генетичних досліджень для виявлення специфічних біомаркерів забруднення. Це може включати в себе вивчення генетичних змін у рослинах, які відбуваються внаслідок впливу забруднювачів.

Використання рослин як біоіндикаторів дозволяє отримувати важливу інформацію про стан атмосфери та його зміни, що допомагає приймати обґрунтовані рішення щодо охорони навколишнього середовища [1].

Використання рослин для біомоніторингу ґрунтів є важливим підходом, який дозволяє визначати стан ґрунту, включаючи рівень його забруднення.

Рослини можуть відображати зміни у ґрунтовому середовищі, включаючи присутність певних мінералів та інших хімічних речовин. Рослини можуть

Підп. і дата
Інв.№дубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.№подл.

						ОС 20510084	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			25

накопичувати певні мінерали у своїх тканинах, що дозволяє визначити їх присутність у ґрунті.

Більше 40 хімічних елементів з таблиці Менделєєва відносять до важких металів. З точки зору забруднення довкілля, особливо ґрунтів, здатності накопичуватися в продуктах харчування та токсичності, найбільше значення мають Hg, Pb, Cd, Sn, Va, Zn, Sb, Cu, Ni, Mo, As і Co. Для виявлення забруднення атмосфери важкими металами використовуються нижчі рослини, сфагнові мохи, лишайники. Під впливом надлишку деяких елементів в природному середовищі може змінюватися колір листя, квітів, плодів та інших органів вищих рослин [14].

Таблиця 2.2 – Біоіндикаторні ознаки на основні забруднювачів атмосферного повітря

Забруднюючі речовини	Ушкодження	Рослина-індикатор
O ₃	Плями металевого кольору; рудувато-білі плями; жовто-червоні кінчики голок; хлороз	Шпинат, картопля, тютюн, виноград, огірок, цибуля, хвойні, ясен, квасоля, іпомея
ПАН	Водянисті, потім глянсові, сріблясті, бронзові плями; хлоротичні смуги на листах	Салат, квасоля, петунія, злакові, узколистні трави
NO _x	Уповільнення росту і нагромадження сухої речовини Знебарвлення країв листів	Молоді томати, барвінок
SO ₂	Біфаціальне знебарвлення між жилками, ефект «ялинки»	Ожина, малина, виноград, овес, береза вишнева, конюшина, ясен американський, ревінь, капуста, шпинат, тютюн, яблуня, персик
SO ₄ ²⁻	Червоно-бурий колір, хлороз	Сосна, ялина

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ОС 20510084

Арк

26

$\text{NO}_2 + \text{SO}_2$	Зниження врожайності злаків і пасовищних трав	Овес, соєві боби, тютюн
$\text{O}_3 + \text{SO}_2$	Хлороз	Люцерна, капуста, квасоля, соя, шпинат, тютюн, томати
Фториди	Хлороз уздовж жилок або листів; гострий некроз по краях листів і деформація; обпалені верхівки	Гладіолус, тюльпан, ірис, лілія, хвойні
NH_3	Тьмяно-зелені, бурі, чорні листи, глянець на нижній стороні листа	Яблуня
B	Крайовий і міжжилавий некроз, плямистість листів, чашоподібна форма і деформація листів	Горіх сірий, жимолость, клен, шовковиця, дикий виноград
Cl_2	Знебарвлення листів по краях від чорного до білого, міжжилавий некроз (SO_2), цяточки (O_3)	Гірчиця, соняшник, хвойні
Етилен, пропилен	Сповільнює зростання; погіршення цвітіння, плодоносіння, «скручує» листи	Орхідеї, томати, хризантеми (у теплицях)
HCl	Міжжилавий і крайовий хлороз, некроз	Слива

Для діагностики та оцінки токсичності нафтозабруднених ґрунтів зазвичай враховують такі показники, як висота рослин, кількість, довжина і ширина листків, довжина черешків, кількість і довжина пагонів, кількість квіток, розміри частин оцвітини, кількість плодів і насінин у плоді, загальна маса рослини та маса окремих її частин.

Вплив нафти на рослини проявляється у сповільненні їх росту, порушенні функцій фотосинтезу та дихання, а також в морфологічних змінах. Коренева

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата

ОС 20510084

Арк

27

РОЗДІЛ 3 СУЧАСНІ МЕТОДИ, ПІДХОДИ, НАПРЯМИ ВИРІШЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ БІОІНДИКАТОРІВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ У МІСТІ

Методика біоіндикації – це система процедур, прийомів, оцінок біологічних ознак, які дають змогу охарактеризувати навколишнє середовище чи його компоненти і на цій основі створити певні моделі, прогнози (рисунок 3.1).

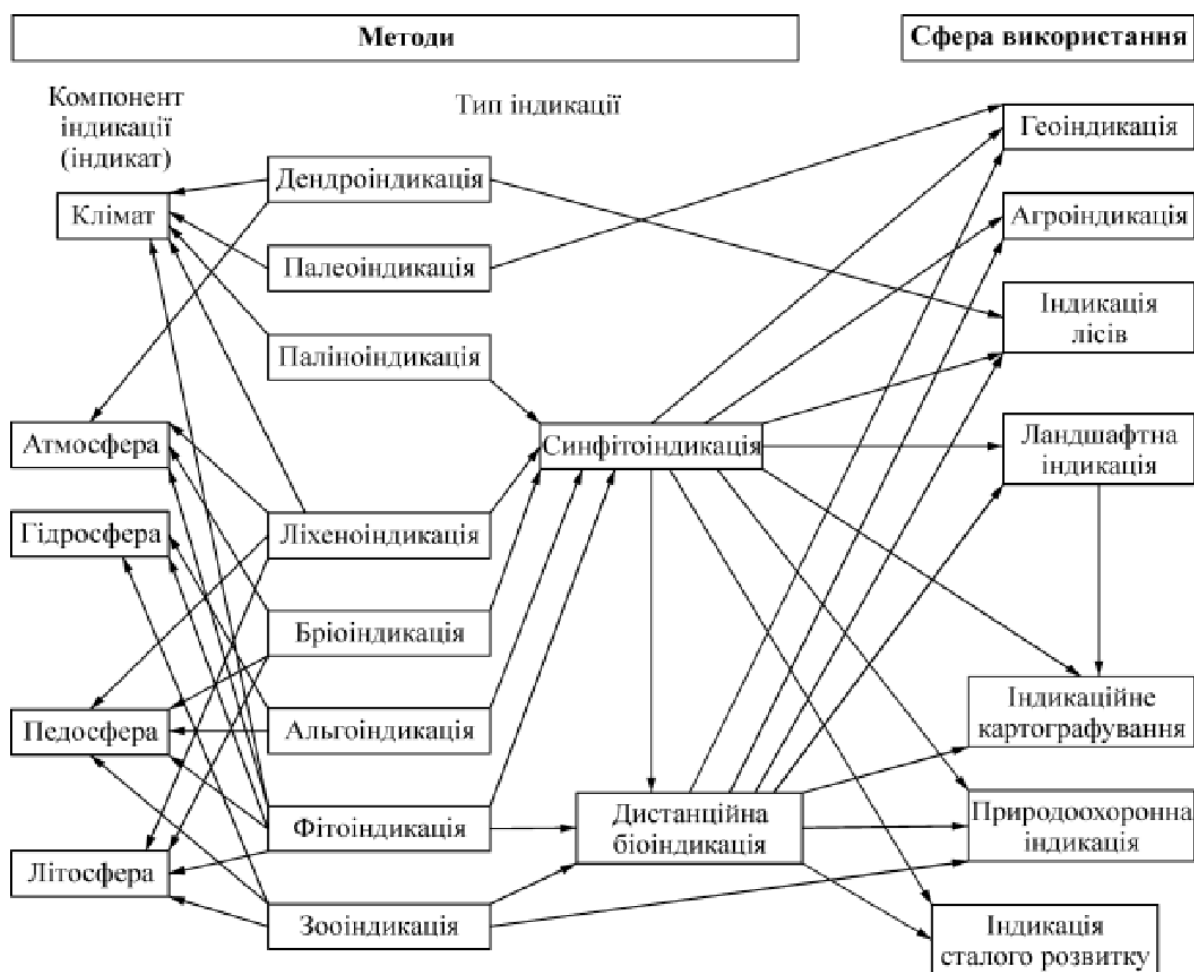


Рисунок 3.1 – Основні методи біоіндикації та сфери її використання

Аналізуючи власне методи біоіндикації, можна по-різному їх згрупувати. Насамперед їх можна поділити на польові та камеральні. До польових належить відбір відповідних зразків та матеріалів, який має відповідати певним стандартам, з іншого – бути цілеспрямованим відповідно до кінцевої мети біоіндикації. До

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

камеральних методів належать способи обробки інформації, що залежать від рівня розвитку відповідної науки. У будь-якому разі більшість із них ґрунтується на статистичній обробці даних, для якої існують відповідні програми ЕОМ, методика ординації, кластерного аналізу, головних компонент, побудови денрограм, гістограм тощо. Окрема група – методи прогнозування.

Якщо дві однакові реакції викликаються різними антропогенними факторами, то це вказує на неспецифічну біоіндикацію. У випадку, коли зміни можна пов'язати лише з одним фактором, ми говоримо про специфічну біоіндикацію.

Біоіндикатор вважається чутливим, якщо він реагує на значні відхилення життєвих показників від норми. Акумулятивні біоіндикатори накопичують антропогенний вплив без швидких проявів порушень. Це значне накопичення забруднень поступово перевищує нормальний рівень і частіше спостерігається на рівні екофізіологічних або біоценотичних процесів.

У природі існує послідовність реакцій і процесів, що становлять біоіндикацію. Якщо людська діяльність впливає безпосередньо на живий об'єкт, це називається прямою біоіндикацією. Однак часто виявлення впливу можливе лише після змін у інших елементах системи. Такий випадок відомий як непряма біоіндикація, де використовується біоіндикатор.

Отже, біоіндикація – це метод виявлення впливу антропогенних факторів на природу, використовуючи чутливі організми або їхні біохімічні компоненти. Цей підхід дозволяє виявляти реакцію на навіть мінімальні дози забруднюючих речовин у найкоротший строк.

Основні рівні біоіндикації включають:

Молекулярний рівень: Дослідження біохімічних змін у макромолекулах (наприклад, білках або ДНК) відповідно до забруднення.

Клітинний рівень: Вивчення впливу на клітини, їхню життєдіяльність та структуру.

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата
-------------	--------------	---------------	-------------	--------------

						ОС 20510084	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			30

Також водні організми, такі як водорості, водорості-індикатори та водні комахи, використовуються для моніторингу водойм. Це дозволяє оцінювати якість води, стан водойм та їхні зміни. Інформація, отримана з цих спостережень, сприяє прийняттю обґрунтованих рішень щодо охорони довкілля.

Крім того, аутобіоіндикація може бути корисною для оцінки ґрунтів. Деякі види рослин та мікроорганізмів також можуть слугувати індикаторами забруднення ґрунту та його стану.

Цей метод допомагає вчасно виявляти зміни в природному середовищі та контролювати вплив людей на нього.

Ви абсолютно праві! Аутобіоіндикація - це потужний інструмент для моніторингу навколишнього середовища, але важливо розуміти, що вона не є єдиним фактором. Інтерпретація результатів повинна враховувати інші екологічні умови, такі як клімат, географічне положення, взаємодія з іншими видами та людська діяльність.

Біоіндикація на різних рівнях організації біологічних систем взаємодіє та доповнює одна одну.

На нижчих рівнях, наприклад, використання індикаторних видів рослин або мікроорганізмів може допомогти виявити забруднення ґрунту або води. Це вже є важливим кроком у моніторингу навколишнього середовища.

Але коли ми розглядаємо біоіндикацію на вищих рівнях, вона стає більш комплексною. Наприклад, використання показникових видів для оцінки екосистемних змін або впливу змін клімату на біорізноманіття. Тут ми вже розглядаємо взаємозв'язки між різними видами, популяціями та екосистемами.

Синбіоіндикація – це метод вивчення стану довкілля, який базується на спостереженні за групами організмів, такими як популяції та види. Так, спостереження за змінами в популяціях та видовому складі може вказувати на зміни в екосистемі. Наприклад, зменшення чисельності певного виду може вказувати на зміни в умовах середовища. Деякі види організмів чутливі до певних видів забруднення. Зміни в їх чисельності або розповсюдженні можуть

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата
------------	--------------	-------------	------------	--------------

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 20510084	Арк
						32

вказувати на присутність забруднюючих речовин. Зміни в розповсюдженні та чисельності видів можуть вказувати на зміни в кліматі. Наприклад, поширення видів на північ або вище по висоті може вказувати на глобальне потепління [5].

Отже, синбіоіндикація може бути корисною для моніторингу та оцінки стану навколишнього середовища. Важливо пам'ятати, що результати синбіоіндикації повинні бути інтерпретовані з урахуванням інших екологічних факторів.

На різних рівнях організації біологічних систем спостерігається різна природа біоіндикації. На нижчих рівнях переважають прямі та специфічні види біоіндикації, тоді як на вищих рівнях непряма біоіндикація стає більш поширеною.

Складність біологічних систем часто призводить до неспецифічної біоіндикації. Проте саме це відкриває можливості для виявлення комплексних стресових впливів та оцінки допустимих навантажень на складні екосистеми.

Іноді методи біоіндикації, які легко застосовуються на нижчих рівнях організації біологічних систем, ускладнюються в більш складних системах, де важко відрізнити вплив конкретного фактору. З іншого боку, біоіндикаторні ознаки, які виявляються на вищому рівні організації, пов'язані з відповідними змінами на попередніх рівнях. При пошуку можливостей ранньої біоіндикації важливо враховувати цю закономірність. В порівнянні з окремими організмами, екосистеми реагують на стресові впливи частіше з запізненням і в змінній формі.

Для біоіндикації використовуються в основному два методи: пасивний і активний моніторинг.

У пасивному моніторингу вивчають видимі або невидимі пошкодження або відхилення від норми у вільно живучих організмів. Ці ознаки можуть бути індикаторами стресового впливу на довкілля.

При активному моніторингу виявляють ті ж самі впливи на тест-організмах, які знаходяться в стандартних умовах на досліджуваній території.

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата

										ОС 20510084	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата							33

Біоіндикатори – це організми або спільноти, які використовуються для оцінки якості навколишнього середовища та змін у ньому з часом. Вони можуть бути корисні для вивчення різних типів середовищ (акватичних та суходільних) та включають всі основні таксономічні групи¹. Ці організми мають помірну терпимість до змін у середовищі, що дозволяє їм виявляти зміни, але при цьому вони достатньо стійкі, щоб відображати загальну біотичну реакцію¹. Таким чином, біоіндикатори допомагають нам розуміти вплив людської діяльності на природні екосистеми та здоров'я навколишнього середовища.

Етапи біоіндикації можна описати наступним алгоритмом:

Визначення рослини-індикатора і рослини-монітора: деякі рослини особливо чутливі до певних видів забруднення, тому їх можна використовувати для виявлення цих забруднювачів.

Стандартизація рослин-індикаторів та рослин-моніторів: це процес встановлення критеріїв для використання рослин як індикаторів забруднення. В майбутньому цей напрямок може включати розробку нових стандартів та методів для використання рослин-індикаторів.

Відбір і підготовка біологічних матеріалів для біомоніторингу: це важливий етап, який впливає на точність і надійність результатів біомоніторингу. В майбутньому цей напрямок може включати розробку нових методів відбору та підготовки біологічних матеріалів.

Дослідження середовища методами біоіндикації та біотестування: ці методи дозволяють оцінити стан середовища, використовуючи біологічні відгуки. В майбутньому цей напрямок може включати розробку нових методів біоіндикації та біотестування.

Оцінка санітарного стану повітря: це важливий аспект, який впливає на здоров'я людей і якість життя в населених пунктах. Саме за отриманими результатами можна робити висновки про необхідність створення додаткових зелених зон в межах міста чи про їх стан і функціонування.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

На рисунку 3.2 представлена карта, створена в результаті ліхеноіндикаційних досліджень. Ділянки з найменшою зустрічальністю лишайників при аналізі повітря хімічними методами показали найбільш забрудненість атмосферного повітря.

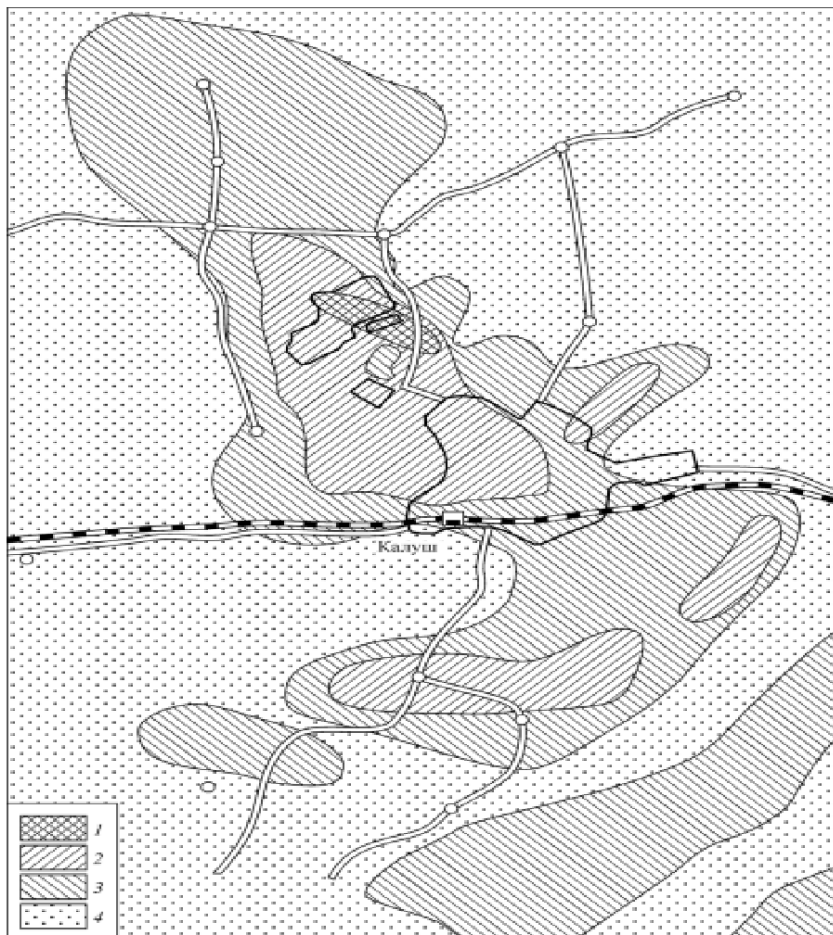


Рисунок 3.2 – Зони концентрування епіфітних лишайників на території Калуського ВО «Хлорвініл»: 1 – 0-1 види, 2 – 3-4 види, 3–5 видів, 4 – понад 10 видів

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ОС 20510084

Арк
35

Вибір біоіндикаторів: Виберіть відповідні біоіндикатори для вашого міста. Це можуть бути лишайники, мохи або інші організми, які чутливі до забруднення та змін у середовищі

Оцінка стану довкілля: Використовуйте біоіндикатори для оцінки рівня забруднення повітря, ґрунту та води в різних частинах міста.

Визначення потреби в зелених зонах: На основі цих даних визначте, де найбільше потрібні зелені зони для покращення якості довкілля.

Планування зелених зон: Плануйте розташування зелених зон так, щоб вони максимально покращували якість довкілля. Зелені зони можуть допомогти знизити рівень забруднення, забезпечити простір для рекреації та покращити загальний вигляд міста.

Моніторинг і оцінка: Після створення зелених зон продовжуйте використовувати біоіндикатори для моніторингу стану довкілля. Це допоможе вам оцінити ефективність зелених зон і внести необхідні корективи.

Лишайники:

○ Лишайники — це організми, що виникли внаслідок симбіозу грибів із водоростями або ціанобактеріями.

○ Гриб утворює основу тіла лишайника, а клітини водорості містяться всередині.

○ Лишайники можуть бути використані для:

▪ Біоіндикації: Деякі види лишайників чутливі до забруднення повітря та води. Їх присутність або відсутність може служити індикатором забруднення довкілля.

▪ Моніторингу змін клімату: Лишайники реагують на зміни клімату, що допомагає вивчати вплив змін на природні екосистеми.

1. Вищі рослини:

○ Вищі рослини, такі як дерева, кущі та трав'янисті рослини, також важливі для визначення зелених зон міста.

○ Вони можуть бути використані для:

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подрл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ОС 20510084

Арк

37

- Оцінки повітряного середовища: Дерева та кущі поглинають CO₂ та інші забруднюючі речовини, покращуючи якість повітря.
- Зелених насаджень: Вибір відповідних видів рослин для парків, скверів та інших зелених зон сприяє збереженню біорізноманіття та забезпечує комфорт для мешканців [16].

Лишайники є важливими біоіндикаторами забруднення навколишнього середовища, особливо в міських зонах. Ось чому:

1. Чутливість до забруднення: Деякі види лишайників реагують на забруднення повітря та води. Їх присутність або відсутність може служити індикатором забруднення довкілля.

2. Сорбційна здатність: Лишайники можуть активно поглинати важкі метали та інші забруднюючі речовини з повітря та поверхонь. Вони відображають рівень забруднення.

3. Видова специфічність: Різні види лишайників реагують на різні забруднюючі речовини. Це дозволяє точніше визначити тип забруднення.

4. Постійний ріст: Лишайники можуть рости на будь-яких поверхнях, включаючи дерева, каміння та стіни будівель. Це дозволяє вивчати забруднення в різних місцях.

Таким чином, використання лишайників у якості біоіндикаторів допомагає контролювати якість навколишнього середовища та зелених зон у містах [7].

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	ОС 20510084					Арк
										38
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата						

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Охорона праці в процесі проведення робіт з озеленення міста

Для видалення дерев, обрізання гілок, кущів та корчування пеньків у населених пунктах України допускаються особи, які досягли 18-річного віку. Перед початком робіт вони повинні виконати наступні кроки:

Медичне обстеження: Працівники повинні пройти медичний огляд, щоб переконатися в їхній придатності до фізичної праці.

Ознайомлення з вимогами індивідуальної гігієни та виробничої санітарії: Перед початком робіт працівники повинні ознайомитися з правилами індивідуальної гігієни та безпеки на робочому місці.

Спеціальна підготовка: Працівники повинні мати відповідну спеціальну підготовку, яка дозволить їм ефективно та безпечно виконувати роботу.

Атестація на знання Правил охорони праці: Працівники повинні пройти атестацію, щоб переконатися, що вони розуміють та дотримуються правил охорони праці під час проведення робіт з видалення дерев і пеньків.

Ці заходи допомагають забезпечити безпеку працівників та навколишнього середовища під час виконання таких робіт.

Збереження дерев і зелених насаджень важливо для екологічної рівноваги та здоров'я міських екосистем.

Звісно, давайте перепишемо це так, щоб уникнути плагіату та зберегти безпеку працівників:

Перед початком роботи з видалення дерев і пеньків кожен працівник повинен пройти індивідуальний первинний інструктаж на робочому місці. Це важливий крок для забезпечення безпеки та ефективності робіт. Під час інструктажу працівникам необхідно ознайомитися з наступними аспектами:

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	ОС 20510084				Арк
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ВИСНОВКИ

Біоіндикатори відіграють важливу роль у виявленні впливу антропогенних факторів на біоценоз. Це пов'язано з тим, що живі організми, такі як рослини та тварини, відчутно відгукуються на будь-які зміни в екологічних умовах. Завдяки цьому, метод використання біоіндикаторів стає все більш популярним у наукових дослідженнях. Основна перевага рослин-індикаторів полягає в їхній здатності відображати екологічний стан середовища, що робить їх незамінним інструментом у вивченні впливу людини на природу.

Використання біоіндикаторів може допомогти у покращенні екологічного стану міст, оскільки вони можуть вказувати на проблемні зони, що потребують втручання. Вони також можуть служити важливим інструментом для моніторингу ефективності впроваджених екологічних заходів.

Враховуючи важливість зелених зон у містах для зменшення шуму та поліпшення самопочуття жителів, біоіндикатори можуть відігравати ключову роль у плануванні та створенні цих зон.

В цілому, результати цієї роботи підкреслюють важливість біоіндикації як інструменту для покращення екології навколишнього середовища. Однак, для досягнення оптимальних результатів, необхідно подальше дослідження в цій області.

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ОС 20510084

Арк

46

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. БІОІНДИКАТОРИ: які вони бувають, види та приклади - Підсумок. *Green-Ecolog.com*. URL: <https://uk.green-ecolog.com/15340370-bioindicators-what-they-are-types-and-examples> (дата звернення: 10.05.2024).

2. History | Твоя бібліотека. *History | Твоя електронна бібліотека*. URL: <https://uahistory.co/pidruchniki/ostapchenko-biology-and-ecology-11-class-2019-standard-level/16.php> (дата звернення: 14.05.2024).

3. Honey bees (*apis mellifera*, L.) as active samplers of airborne particulate matter. *Home - PLOS*. URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0132491> (date of access: 9.05.2024).

4. Honeybees (*apis mellifera* L.) as a potential bioindicator for detection of toxic and essential elements in the environment (case study: markazi province, iran) - archives of environmental contamination and toxicology. *SpringerLink*. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00244-019-00634-9> (date of access: 9.05.2024).

5. Lichens as bioindicators. *Concord Consortium*. URL: <http://surl.li/urkmp> (date of access: 21.06.2024).

6. Moss - definition, types, life cycle, importance, examples - biology notes online. *Biologynotesonline.com*. URL: <https://biologynotesonline.com/uk/mox/> (date of access: 14.05.2024).

7. Види і значимість біоіндикаторів. *Файний блог*. URL: https://iua.waykun.com/articles/vidi-i-znachimist-bioindikatorov.php#google_vignette (дата звернення: 21.06.2024).

8. Закон оптимуму - коротко. *Моя освіта*. URL: <https://mojaosvita.com.ua/ekologiya/tablicya-zakon-optimumu> (дата звернення: 10.05.2024).

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

						ОС 20510084	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			47

9. Зелена зона / Т. Ф. Панченко // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол. : І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. – К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2010. – Режим доступу : <https://esu.com.ua/article-16783>. – Останнє поновлення : 1 січ. 2023.

10. Зелене місто: важливість догляду за міськими насадженнями та відповідальний спил дерев. *НикВести*. URL: <https://nikvesti.com/ua/news/business/dereva-v-misti-yak-doglyadati-spylyuvati-neobkhidno-2024-ua> (дата звернення: 21.06.2024).

11. Зелені зони. *Дубенська міська рада*. URL: <https://dubno-adm.gov.ua/dubenchaniu/blagoustrii-mista-ekologija/zeleni-zoni.html> (дата звернення: 14.05.2024).

12. Кріт європейський - факти, дієта, ареал і фотографії на animalia.bio. Animalia - Online Animals Encyclopedia. URL: <https://animalia.bio/uk/european-mole> (дата звернення: 14.05.2024).

13. Лавренко С., Соболев О., Корбич Н., Кривий В. Напрями та перспективи використання комах-запилювачів для біоіндикації стану екосистем та змін клімату в умовах півдня України. Вісник Сумського національного аграрного університету Серія «Агрономія і біологія», випуск 1 (47), 2022 DOI <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.1.11>.

14. Лисиця А. Біоіндикація та біотестування забруднених територій. Рівне : Дока-центр, 2018. 94 с.

15. Лишайники | Біологія: рослини, гриби та лишайники. *Зміст | Біологія: рослини, гриби та лишайники*. URL: <https://biology.ed-era.com/lishainiki> (дата звернення: 21.06.2024).

16. Лишайники – індикатори забруднення повітря. *Pti.kiev.ua*. URL: <https://www.pti.kiev.ua/statti/636-lishayniki-ndikator-i-zabrudnennya-povtrya.html> (дата звернення: 21.06.2024).

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

						ОС 20510084	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			48

17. Метелик: опис, звички, місця проживання, види метеликів, фото. *Науково-популярний журнал Пізнавайка*. URL: <https://www.poznavayka.org/uk/zoologiya-2/metelik-naykrasivisha-komaha-u-sviti/> (дата звернення: 10.05.2024).

18. Парки та зони відпочинку. Навіщо містам зелені зони та як їх правильно створювати. *Kufer*. URL: <https://kufer.media/misto/parku-ta-zony-vidpochynku-navishho-mistam-zeleni-zony-ta-yak-yih-pravylnostvoryuvaty/> (дата звернення: 10.05.2024).

19. Принцип емерджентності. *StudFiles*. URL: <https://studfile.net/preview/7393558/page:9/> (дата звернення: 14.05.2024).

20. Система електронного забезпечення навчання ЗНУ. URL: <https://moodle.znu.edu.ua/mod/resource/view.php?id=264845> (дата звернення: 10.05.2024).

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата

						ОС 20510084	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			49