

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет Нафти, газу та екології

Кафедра Екології, води та природоохоронних технологій

Ступінь вищої освіти Магістр

Спеціальність 101 «Екологія»

Освітня програма 101 «Екологія»



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

на тему **«Комплексна оцінка стану антропогеннозмінених екосистем»**

Здобувачки Костенко В.С.

2 курсу, ЗЕ-779 групи

Керівник доцент Мадані М.М.

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від _____ 2023 р., протокол № ____

Завідувач кафедри ЕВтаПТ _____ Олексій ГАРКОВИЧ

Одеса – 2023 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Нафти, газу та екології

Кафедра екології, води та природоохоронних технологій.

Ступінь вищої освіти Магістр

Спеціальність 101 «Екологія»

Освітня програма Екологічний контроль і аудит

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

к-т біол. наук, доц.

_____ **О.Л. Гаркович**

“ ____ ” _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧКИ

_____ **Костенко Вікторії Сергіївни**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Комплексна оцінка стану антропогеннозмінених екосистем».
Затверджена наказом ОНТУ від «27» 01 2023 року, наказ № 21-03
2. Термін здачі здобувачем роботи 01.12.23.
3. Вихідні дані роботи проведення комплексної оцінки стану природного середовища та запобігання погіршення стану природних ресурсів, екосистем і здоров'я населення.
4. Перелік питань, які потрібно розробити здійснити аналіз оцінки стану та якості антропогенно-змінених екосистем; обґрунтувати використання методу біоіндикації для оцінки екологічного стану навколишнього середовища; біоіндикаційні показники в оцінці якості природного середовища м. Одеси; провести зонування території міста за показниками асиметрії листя липи звичайної *tilia cordata*; оцінити життєвий стан масових видів дерев в техногенних умовах м. Одеси; провести аналіз життєвого стану п'яти масових видів дерев; охарактеризувати заходи щодо охорони праці в науково-дослідній лабораторії; провести оцінку захисту персоналу навчального закладу в надзвичайних ситуаціях.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Таблиці та схеми, що відображають хід виконання випускної кваліфікаційної роботи.

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Мадані М.М., доцент	28.09	9. 10
2	Мадані М.М., доцент	28.09	19.10
3	Мадані М.М., доцент	28.09	14.11
4	Мадані М.М., доцент	28.09	21.11
5	Мадані М.М., доцент	28.09	29.11

7. Дата видачі завдання 28.09.2022 р.

Керівник Марія МАДАНИ
(підпис)

Завдання прийняла до виконання Вікторія КОСТЕНКО
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Оцінка стану та якості антропогенно-змінених екосистем	5.10.23	
2.	Використання методу біоіндикації для оцінки екологічного стану навколишнього середовища	7.10.23	
3.	Матеріали і методи досліджень	12.10. 23	
4.	Біоіндикаційні показники в оцінці якості природного середовища м. Одеси	14.10.23	
5.	Зонування території міста за показниками асиметрії листя липи звичайної <i>tilia cordata</i>	5.11.23	
6.	Життєвий стан масових видів дерев в техногенних умовах м. Одеси	9.11.23	
7.	Аналіз життєвого стану п'яти масових видів дерев	14.11.23	
8.	Формулювання висновків та рекомендацій	29.11.23	
9.	Оформлення презентаційних матеріалів	6.12.23	

Здобувачка-дипломник Вікторія КОСТЕНКО
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи Марія МАДАНИ
(підпис) (прізвище та ініціали)

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувачка-дипломник Вікторія КОСТЕНКО
(прізвище та ініціали) (підпис)

АНОТАЦІЯ

Розрахунково-пояснювальна записка до випускної кваліфікаційної роботи:
стор. - 80, рис. – 9, табл. – 40, література – 48.

Перелік ключових слів: біоіндикація, флуктуаційна асиметрія, комплексна оцінка, техногенний пресинг.

Тема: Комплексна оцінка стану антропогеннозмінених екосистем.

Об'єкт дослідження: рослинного компонента природного середовища м. Одеси.

Предмет дослідження: комплексна оцінка антропогенного впливу на рослинну компоненту урбоекосистем методом біоіндикації.

Мета досліджень: оцінка ступеню трансформації рослинного компонента природного середовища м. Одеси під впливом техногенного навантаження з використанням біоіндикаційних та біогеохімічних методів.

Кваліфікаційна робота магістра складається з таких розділів:

Розділ 1. Проведено аналіз та оцінку антропогенно-змінених екосистем, а також природні умови і особливості географічного району.

Розділ 2. Розглянуті методики та умови проведення досліджень. Визначено методику та методи проведення дослідження.

Розділ 3. Розглянуто метод біоіндикації, як перспективний метод в оцінці екологічного стану довкілля. Досліджено репродуктивний потенціал кульбаби звичайної *Taraxacum officinale s.l.* в оцінці якості природного середовища м. Одеси.

Проведено біологічний моніторинг м. Одеси з використанням методу асиметрії листя липи звичайної *Tilia cordata*, який дозволяє побічно оцінювати стан навколишнього середовища. Досліджено життєвий стан 5 масових видів дерев на території м. Одеси в умовах техногенного пресингу.

Розділ 4. Охарактеризовано заходи щодо охорони праці в науково-дослідній лабораторії.

Розділ 5. Проведемо оцінку захисту персоналу навчального закладу в надзвичайних ситуаціях.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ВИКОРИСТАННЯ БІОІНДИКАЦІЇ ДЛЯ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	5
1.1 Біоіндикаційна оцінка довкілля.....	5
1.2 Природні умови, ресурси та ландшафтні особливості географічного району.....	20
1.3 Використання методу біоіндикації для оцінки екологічного стану навколишнього середовища.....	26
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ТА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	29
3.1 Репродуктивний потенціал трав'яної рослинності (на прикладі кульбаби звичайної <i>Taraxacum officinale s.l.</i>).....	36
3.2 Зонування території міста за показниками асиметрії листя липи звичайної <i>Tilia cordata</i>	45
3.3 Життєвий стан масових видів дерев в техногенних умовах м. Одеси...	53
3.3.1 Аналіз життєвого стану липи звичайної (<i>Tilia cordata</i>).....	53
3.3.2 Аналіз життєвого стану клена звичайного (<i>Acer platanoides</i>).....	55
3.3.3 Аналіз життєвого стану сосни звичайної (<i>Pinns silvesteris</i>).....	57
3.3.4 Аналіз життєвого стану явору (<i>Acer pseudoplatanus</i>).....	59
3.3.5 Аналіз життєвого стану Тополі чорної (<i>Populas nigra</i>).....	61
3.4 Аналіз життєвого стану п'яти масових видів дерев	63
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	67
4.1 Безпека праці в хімічних лабораторіях.....	67
4.2 Основні заходи пожежної профілактики в науково-дослідних лабораторіях.....	68
РОЗДІЛ 5. ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ.....	70
ВИСНОВКИ.....	74
ПРОПОЗИЦІЇ.....	75
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	76

ВСТУП

Актуальність теми. Актуальність роботи визначається необхідністю вибору комплексу біоіндикаційних показників для подальшого нормування токсикантів та екологічного районування територій урбоєкосистем; необхідністю створення бази біогеохімічних даних щодо елементного складу рослинної спільноти в умовах техногенного забруднення, виявлення локальних та регіональних особливостей накопичення токсикантів з урахуванням природних та антропогенних факторів впливу.

Місто Одеса, багатопрофільний промисловий центр, розташований на півдні України, на березі Чорного моря. На території м. Одеси є численні джерела надходження забруднюючих речовин, що надають поєднану дію на біологічні об'єкти. Тому комплексна оцінка антропогенного впливу є досить **актуальною темою**, і може нести за собою цінний досвід в усіх сферах, які стосуються екології.

Мета і задачі досліджень. Метою роботи є оцінка ступеню трансформації рослинного компонента природного середовища м. Одеси під впливом техногенного навантаження з використанням біоіндикаційних та біогеохімічних методів.

Здійснення зазначеної мети пов'язано з вирішенням наступних завдань:

- провести оцінку стану репродуктивного потенціалу трав'яний рослинності (на прикладі кульбаби лікарської *Taraxacum officinale s.l.*);
- вивчити рівень прояву асиметрії флуктуючої (на прикладі листя берези повислої (*Betula pendula* Roth.) в умовах урбоєкосистеми та фонових ділянок;
- оцінити життєвий стан п'яти масових видів дерев в умовах урбоєкосистеми м. Одеси.

Об'єкт дослідження: рослинного компонента природного середовища м. Одеси.

Предмет дослідження: комплексна оцінка антропогенного впливу на рослинну компоненту урбоєкосистем методом біоіндикації.

Методи дослідження: лабораторні, вимірювально-вагові, розрахунково-порівняльні, математично-статистичні.

Наукова новизна. Використано комплексний підхід в оцінці якості міського середовища великого промислового центру (м. Одеси) з застосуванням біоіндикаційних методів дослідження на рослинних субстратах (листя *Populus nigra* L., *Betula pendula* Roth., пилок *Taraxacum officinale* s.l.).

Практичне значення роботи: показано можливість використання методів біоіндикації в моніторингу та прогнозування ризиків трансформації природного довкілля м. Одеси; виділені екологічно напружені ділянки м. Одеси; результати досліджень можуть бути використані при виробленні нормативних геохімічних та біологічних показників для екологічного зонування та нормування забруднення території міста.

РОЗДІЛ 1

ВИКОРИСТАННЯ БІОІНДИКАЦІЇ ДЛЯ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

1.1. Біоіндикаційна оцінка довкілля

Усі біологічні системи - чи це організми, популяції чи біоценози - під час свого розвитку пристосувалися до комплексу чинників місцеперебування. Вони оволоділи всередині біосфери певної екологічної нішою, у якій знаходять відповідні умови існування й можуть нормально харчуватися і розмножуватися [1].

Сутність біоіндикації полягає у відстеженні змін параметрів біологічних об'єктів і систем при різних станах та змінах умов довкілля організмів. При цьому основна увага в біоіндикації зосереджена на біологічних реакціях (наслідках) у відповідь на фактори довкілля. Рослини - індикатори надійно та наочно характеризують стан екосистеми. З їхньою допомогою можна розрізнити ступінь забруднення повітря, ґрунтів, виділяти джерела забруднення, визначати зони їх дії, ідентифікувати забруднюючі інгредієнти.

Індикаторні рослини повинні відповідати деяким вимогам: мати широке географічне поширення, досить високу чисельність, відомі фізіологічні та екологічні характеристики. Існують два типи індикаторів - чутливі та акумулятивні, або токситолерантні. Як індикатор другого типу найбільш часто використовують листя тополі, які мають стійкість проти пилу, кислотних газів. Їх застосовують вивчення загальної забрудненості і динаміки мікроелементів за умов промислового на ландшафт. Накопичення токсикантів відбувається у всіх органах рослин: у корі, деревині, гілках, листі [2].

Біоіндикація здійснюється на різних рівнях організації живої речовини: макромолекули, клітини, органи, організми, популяції, біоценози. Кожна група організмів як біологічний індикатор має свої переваги та недоліки, які визначають межі її використання при вирішенні завдань біоіндикації [3].

Біоіндикатори (у тому числі і індикаторні рослини) дозволяють судити про наявність будь-яких речовин у воді або ґрунті, про ступінь забрудненості тощо. Вплив складу корінних руд на рослини було помічено дуже давно. Ще 1550 р. Р. Агрикола зазначав: «Трава над рудними жилами... відрізняється від зростаючих поруч. Трава тут низька та нездорова». Вивчення цієї геоботанічної особливості дозволило за розвитком певних рослин (навіть за їх проростанням) робити висновки про вміст низки елементів у породах, над якими вони виявлені. Так виник геоботанічний метод пошуків родовищ корисних копалин. Одночасно з геоботанічним методом розвивався і власне біогеохімічний метод пошуків, сутність якого полягає у виявленні зон оруднення зі збільшенням вмісту елементів у рослинах, що ростуть над цими зонами. Теоретичні основи цього методу закладено у працях В.І.Вернадського, який запровадив термін «біогеохімія».

Приклади використання біогеохімічної індикації відомі ще з XVII ст. Саме тоді гірники навчилися відшукувати рудні родовища цинку за наявністю на ореолах розсіювання особливих рослинних форм - гелмейської фіалки *Viola calaminaris* і галмейської ярutki *Thlaspi calaminaris* [4].

Загальновідомо, що підвищений вміст солей металів у природних об'єктах призводить до глибоких порушень клінічного, морфологічного та біохімічного статусу організму [5].

Різні види рослин, як відомо, неоднаково реагують на зміни геохімічного середовища [6]. Видова специфіка накопичення ВМ у рослинах при рівній концентрації їх у ґрунті обумовлена біологічними особливостями – вибірковістю поглинання кореневими системами та метаболічними процесами у тканинах. Така вибірковість регулюється різною проникністю при пасивному транспорті іонів мембранами, що оточують протопласт, вакуоль і клітинні органели, так і локалізованими в них електрогенними протонними та неелектрогенними насосами, що діють за рахунок енергії обміну речовин.

Проростання рослин певного виду на території з наявністю у ґрунтах підвищених концентрацій деяких мікроелементів дало початок розвитку

біологічних та біогеохімічних методів пошуків корисних копалин. Серед біологічних методів розрізняють геоботанічний та мікробіологічний [7].

На початку розвитку геоботанічні методи ґрунтувалися на зміні зовнішніх морфологічних ознак рослини, виникнення тератологічних змін, тобто змін зовнішнього вигляду, зростання та розвитку рослин. Дослідженнями з приуроченості рослинності до певних видів порід займалося багато вчених. Широкі дослідження у цьому напрямі дали основу виділення специфічних флор: кальцієвої, галофільної та інших.

Масив міської рослинності є досить чутливою спільнотою, яка може бути використана в оцінці якості природного міського середовища в умовах багаторічного техногенного впливу. Відомо, що у багаторічних рослин забруднюючі речовини (ЗР) викликають зміни розмірів, форми, кількості органів, напрям зростання пагонів чи зміну плодючості. Життєвий стан рослинного компонента урбоекосистеми певною мірою характеризує вплив на неї природних чи антропогенних факторів та умов середовища та може застосовуватися для їх оцінки.

Біологічна система (фітоценоз) реагує на вплив середовища в цілому, при цьому амплітуда коливань фізіологічної толерантності модифікується внутрішнім станом системи – умовами харчування, віком, генетично контрольованою стійкістю. Міська рослинність як біоіндикаторний показник в умовах хронічних антропогенних навантажень може реагувати навіть на відносно слабкі дії внаслідок кумулятивного ефекту; реакції можуть виявитися при накопиченні деяких критичних значень сумарних дозових навантажень [8, 9]. Відбиваючи рівень забруднення довкілля, рослинний компонент вказує шляхи та місця скупчень токсикантів на досліджуваній території.

Життєвий стан рослинності як прояв відповіді на вплив зовнішніх факторів середовища можна вважати **кумулятивним біоіндикаційним показником**, так як багаторічна рослинність поступово накопичує антропогенну дію, що значно перевищує нормальний рівень у природі, без видимих змін.

Комплексне вивчення стану рослинного компонента природного середовища м. Одеси в умовах тривалого техногенного забруднення з метою оцінки ризику та прогнозування подальшої екологічної ситуації ведеться з 2001 року і включає інвентаризацію та фітопатологічне обстеження зеленого фонду [10, 11]. Інвентаризацію зелених насаджень із визначенням видового складу, чисельності та віку дерев здійснювали у м. Одесі за методиками [12, 13].

Найчастіше застосовувані на практиці методи біоіндикації поруч із картографуванням криптогамів враховують морфологічні зміни вищих рослин. Перевагою методу є насамперед незначні витрати при спостереженні та оцінці явищ. Вимірювання найчастіше можуть проводитися без спеціальних лабораторій та навченого персоналу. Для деяких стресових факторів вже випробувані та іноді спеціально підібрані різні морфологічні індикатори, за допомогою яких можлива коротка або довготривала індикація як при низьких, так і при високих дозах. Сучасні дослідження приділяють головну увагу стандартизації тест матеріалу та умов його застосування.

У ряді країн морфологічні індикатори використовують у національній системі моніторингу. За допомогою методів біоіндикації, заснованих на морфології рослин, отримано більшість картосхем антропогенного впливу на території. Морфологічні методи індикації знаходять застосування при селекції стійких ліній лісових, плодових і декоративних рослин. Зміна забарвлення листя є у більшості випадків неспецифічною реакцією на різні стресори. Хлороз - бліде забарвлення листя між жилками, наприклад, у рослин на відвалах, що залишаються після видобутку важких металів, або соснової хвої при слабкому впливі різних шкідливих газів; пожовтіння країв чи певних ділянок листя. Некрози – відмирання обмежених ділянок тканини – важливі симптоми ушкоджень при індикації, іноді досить специфічні. Слід розрізняти: точкові та плямисті некрози, міжжилкові некрози, крайові некрози, верхівкові некрози, некрози навколоплідника [14, 15].

З урахуванням загальних принципів біоіндикації будь-який ефект може бути використаний як індикаторна ознака лише тоді, коли відповідний

параметр-системи швидко та чутливо реагує на зміну будь-якого параметра середовища. Фізіологічні, біохімічні і особливо ферментні аналізи, як правило, складні і пов'язані з певними вимірювальними пристроями. Так, забруднення повітря чітко виявляється лише тоді, коли його вплив явно перевершує вплив усіх інших факторів середовища [16]. З іншого боку, біоіндикація на першому рівні з метою ранньої діагностики необхідна всюди в областях зі ступенем забруднення від низького до середнього, де спостерігати видимі ушкодження тестів - організмів ще неможливо [17].

Екологічну оцінку таксонів біосфери проводять на підставі типу та щільності організмів в екосистемах, їх просторового розподілу. Певну інформацію про вплив складу середовища можна отримати на підставі хімічного елементного складу золи органів та тканин організмів.

Оцінка впливу антропогенного забруднення навколишнього середовища на рівні біологічних систем ґрунтується на співвідношенні доза - ефект, де біологічні системи прямо або опосередковано відображають у своїх реакціях у відповідь характер і ступінь антропогенного впливу, будучи, таким чином, індикаторами цього впливу [18, 19].

Реакція живого організму дозволяє оцінити антропогенний вплив на середовище проживання у показниках, що мають біологічний сенс, а найчастіше і таких, які можна перенести на людину. Фізичні фактори або хімічні сполуки, впливаючи на середовище, іноді дуже модифікуються факторами живої і неживої природи; їхній остаточний вплив не завжди легко передбачати. А біоіндикатори дають точну, інтегральну картину, яка враховує і ті «скидання» забруднювачів, які могла пропустити, переглянути контрольна екологічна служба, яка періодично проводить вимірювання параметрів середовища.

Одним із показників стану природного середовища та впливу забруднюючих речовин є зниження життєздатності та фертильності пилку рослин. Насіннева продуктивність - один із найбільш важливих показників, що характеризують роль виду у фітоценозі. Величина насінневої продуктивності є

виразом адаптації рослин до умов середовища. Реакція пилку на дію фізичних та хімічних факторів може бути різною. Ряд дослідників встановили, що мікроелементи та УФ-радіація в малих дозах стимулюють ростові процеси, при високих дозах їх пригнічують [17].

Одним з чинників, що визначає популяційний рівень репродукції рослин, є загальна щільність популяції. При її зміні в окремих особин змінюються розмір, висота, кількість квітконосів. При цьому окремі репродуктивні структури особин реагують на щільність слабо, інші - високопластичні [20, 21].

Репродуктивний процес залежить від вікової структури популяції [22, 23]. Зниження репродуктивної діяльності рослин під впливом промислових забруднювачів обумовлено безпосереднім ураженням токсикантами репродуктивних органів [24, 25].

Відзначається різке зниження або повна відсутність природного відновлення цінопопуляцій, на прикладі сосни звичайної [26, 27], (модрини і берези пухнастої [28], кульбаби лікарської [29, 30, 31]. У зоні максимального забруднення негативний вплив на генеративні процеси може спричинити відсутність природного відновлення [32].

Слід також зупинитися на використанні морфометричних параметрів організмів. Один з них - флуктуююча асиметрія (ФА), яка використовується при аналізі рослин, земноводних, риб та гризунів. [33, 34].

Для оцінки стану живих організмів в умовах токсичного забруднення середовища останнім часом використовують метод оцінки асиметрії білатеральних ознак, заснований на іманентній характеристиці живих організмів – симетрії мірних чи кількісних ознак. Вихідним є положення, що мінімальний рівень ФА повинен мати місце лише за оптимальних умов розвитку. При стресових впливах цей показник зростає, відбиваючи відхилення у процесі онтогенезу. Передбачається відома генетично задана норма розвитку, а будь-яке відхилення ознаки від симетричності означає відхилення від цієї норми. Традиційний підхід до оцінки ФА в популяційній вибірці заснований на обчисленні середнього значення або частоти появи асиметричних ознак [35-37].

Андроновим В.А. із співавт. [35] запропоновано систему бальної оцінки, що дозволяє оцінити стан довкілля за рівнем стабільності розвитку ФА індикаторних видів. Слід наголосити на неспецифічності відхилень стабільності розвитку організмів у відношенні до діючих несприятливих факторів середовища. За даними [35] висока ФА у дрібних ссавців (полівки, бурозубки) та різноманітних видів рослинності відзначена в умовах інтенсивного впливу гірничодобувних галузей промисловості (відвали, дренажні полігони тощо).

Широко поширений останнім часом морфогенетичний підхід заснований на оцінці внутрішньоіндивідуальної мінливості морфологічних структур - флуктуючої асиметрії. Незначні ненаправлені різниці між правою та лівою сторонами листової пластини є результатом помилок під час індивідуального розвитку організму. При зростаючому техногенному впливі рівень асиметрії збільшується [37]. Біологічний моніторинг з використанням методу аналізу асиметрії листя дозволяє оцінювати стан навколишнього середовища та прояв поєднання морфофізіологічних особливостей рослин з екологічною обстановкою.

Хімічні елементи, розподілені в об'єктах довкілля, є найважливішим виявом природних глобальних та регіональних біогеохімічних циклів. Рослини, представляючи рівень продуцентів і володіючи вибірковістю процесів поглинання, подібно до геохімічного насоса (за висловом В.М. Гольдшмідта, 1938) «перекачують» макро- і мікроелементи з ґрунту в біологічний кругообіг [1,3,13]. Популяції живих організмів, зокрема рослинні об'єкти, що відображають розподіл хімічних елементів за трофічними рівнями, беручи участь у стабілізації середовища, як у ролі своєрідних біогеохімічних бар'єрів, так і як їх накопичувачів у харчових ланцюгах. Відбувається своєрідний «геохімічний відбір», що визначається неоднаковою біологічною доступністю форм хімічних сполук у ґрунтах, специфікою зональних типів рослинності, вибірковістю процесів поглинання хімічних елементів та їх сполук рослинами та тваринами. Особливості хімічного складу рослин та тварин дають свого роду

біогеохімічний портрет окремих природних та техногенних екосистем, що відображає їх біогеохімічну своєрідність [38].

На відміну від основних хімічних компонентів біоти, концентрації розсіяних елементів динамічно змінюються у живих організмах у відповідь на зміну зовнішніх умов. Це явище, оперативно відбиває своєрідність окремих ландшафтів і рівень антропогенного навантаження, може бути використано для моніторингу стану природних екосистем [38-40].

Антропогенна трансформація природного середовища, у т.ч. її хімічне забруднення неминує веде до деформації цих обмінних процесів, насамперед, за рахунок вибіркового накопичення хімічних елементів окремими компонентами екосистем та зміни їхньої продуктивності [41]. Живі організми як найбільш динамічна компонента ландшафту завжди реагують на будь-яку зміну в ньому, навіть за відсутності видимих порушень в інших складових. Надходження високих концентрацій хімічних речовин у довкілля відбивається на елементному складі рослинності.

У зв'язку з розвитком високочутливих методів визначення мікроелементного складу природних середовищ стало можливим проаналізувати та дослідити широкий спектр хімічних елементів (Барановська, 2003). Одним із таких методів є високочутливий ядерно-фізичний інструментальний метод нейтронно-активаційного аналізу (ІНАА) з опроміненням тепловими нейтронами. ІНАА має низку переваг порівняно з іншими методами. У цьому методі відсутня хімічна підготовка проби, що виключає похибки з допомогою привнесу чи видалення елементів разом із реактивами [42].

Хімічний вплив людини на біосферу в даний час носить глобальний характер, у зв'язку з чим актуальним стали питання локального, регіонального та глобального забруднення біосфери багатьма токсичними (за високої концентрації) речовинами, у тому числі важкими металами. Все зростаючий «металевий прес» на біосферу стає таким чином постійно діючим екологічним фактором. В останні десятиліття до процесу міграції важких металів у

природному середовищі інтенсивно включилася антропогенна діяльність людства. Кількість хімічних елементів, що надходять у навколишнє середовище в результаті техногенезу, у ряді випадків значно перевищують рівень їх природного надходження [43].

Наявність різноманітних шляхів надходження важких металів у рослини передбачає існування двох провідних факторів формування елементного хімічного складу рослин: генетичного та екологічного. Частина участі кожного змінюється залежно від змін умов середовища. Відповідно до геохімічної обстановки фітоценозів трофічним вимогам рослин їх елементний склад в основному відображає роботу генетичного контролю. У таких умовах витримується вибіркоче та характерне для цього виду поглинання іонів металів рослинними тканинами [41]. Екологічний фактор перешкоджає цьому в тих випадках, коли довкілля збагачено рухливими формами важких металів [40].

Вплив важких металів на живі організми дуже різноманітний. Це зумовлено, по-перше, хімічними особливостями металів, по-друге, ставленням до них організмів і, по-третє, умовами довкілля [44].

Підвищені концентрації важких металів у рослинності та організмі людини мають негативний вплив. Дослідження щодо впливу підвищених концентрацій ВМ на біоту відображені в роботах [40, 41, 45, 46]. Так, гіпервміст свинцю (Pb) в рослинах викликає пригнічення дихання та пригнічення процесу фотосинтезу; збільшення вмісту кадмію та зменшення надходження цинку, кальцію, фосфору, сірки, зниження врожайності, погіршення якості рослинницької продукції. Зовнішні симптоми - поява темно-зеленого листя, скручування старого листя, хирляве листя. При високих концентраціях свинцю в живому організмі (у людини та тваринах) спостерігається підвищення смертності від серцево-судинних захворювань, зростання загальної захворюваності, зміни у легенях дітей, ураження органів кровотворення, нервової та серцево-судинної системи, печінки, нирок, порушення перебігу вагітності, пологів, менструального циклу,

мертвонароджуваності, вроджених каліцтв, пригнічення активності багатьох ферментів, порушення процесів метаболізму.

Порушення активності ферментів, процесів транспірації та фіксації CO_2 , гальмування фотосинтезу, пригнічення біологічного відновлення NO_2 до NO , утруднення надходження та метаболізму в рослинах ряду елементів живлення. Зовнішні симптоми – затримка росту, пошкодження кореневої системи, хлороз листя. Всі ці перелічені реакції спостерігається за підвищеної концентрації кадмію (Cd) у рослинних об'єктах. Вміст кадмію в організмі людини викликає порушення функцій нирок, інгібування синтезу ДНК, білків і нуклеїнових кислот, зниження активності ферментів, уповільнення надходження та обміну інших мікроелементів (Cu, Fe), що може викликати їх дефіцит в організмі.

Високий вміст цинку (Zn) у рослинності викликає хлороз молодого листя. Характерні аномалії в організмі людини при високих концентраціях цинку – це зміна морфологічного складу крові, злоякісні утворення, променеві хвороби; у тварин – зменшення приросту живої маси, депресія у поведінці, можливість абортів.

Реакція рослин на підвищені концентрації хрому (Cr) проявляється погіршенням росту і розвитку рослин, в'яненням надземної частини, пошкодженням кореневої системи, хлорозом молодого листя, різким зниженням вмісту в рослинах більшості незамінних макро- і мікроелементів (K, P, Fe, Mn, Si тощо), для людини і тварин - зміною імунологічної реакції організму, зниженням репаративного процесу в клітинах, пригніченням ферментів, ураженням печінки.

При досить високих концентраціях металів бар'єрна функція може порушуватися, коефіцієнт накопичення (КН) стабілізується, при цьому підвищення концентрацій металів в ґрунтах веде до пропорційного накопичення їх корінням рослин.

Зрозуміти механізм розвитку певних біогеохімічних ендемій дозволяє комплексне вивчення ланцюжка «гірські породи - ґрунт - вода - рослини -

тварини - людина». Біогеохімічний харчовий ланцюг відображає міграцію хімічних елементів і поживних речовин у трофічному ланцюгу (рис.1.1).



Рис. 1.1. Міграція хімічних елементів і поживних речовин по трофічному ланцюгу

Інтенсивність засвоєння організмом мікроелементів залежить від багатьох факторів. Є система гомеостазу мікроелементів в організмі, яка підтримується завдяки механізмам функціонування, що сформувалися в процесі еволюції. Виділяють такі: вибірковість поглинання МЕ, вибірковість концентрації у певних органах, тканинах і деяких органелах клітини, селективність елімінації МЕ. Однак у деяких регіонах відхилення концентрацій елементів у природних середовищах настільки великі, що надлишок, який виник у організмі, не може бути подоланий з допомогою зазначених механізмів. Наслідком є різні мікроелементози (МТОЗи).

Власне біогеохімічні методи є дослідження хімічного складу різних об'єктів живої природи (рослинність, тварини тощо). З цих методів найпоширенішим є фітогеохімічний. Так, наприклад, було показано високий вміст цинку в галмейній фіалці, що росте на галмейних ґрунтах в районах родовищ цинку; барію - в рослинах, що ростуть на ґрунтах з баритом; берилію - в рослинах з районів, багатих на турмалін тощо.

З іншого боку, було з'ясовано, що існує закономірне вибіркоче накопичення рослинами певного виду деяких хімічних елементів незалежно від

місця їхнього зростання. У силу толерантності ряду рослин до впливу хімічних факторів навколишнього середовища та наявності адаптивних форм, підвищені концентрації елементів не завжди призводять до виникнення специфічної морфологічної мінливості. Тому більшого розвитку отримали біогеохімічні методи дослідження, засновані на визначенні хімічного складу рослинності з одночасним вивченням хімічного складу ґрунтів. Завдяки розвитку цих методів, які доповнюють комплекс досліджень, що проводяться при пошуку родовищ корисних копалин, стали відомі багато механізмів накопичення в рослинності різних макро- та мікроелементів.

Таким чином, вже до початку 20 століття було накопичено значний матеріал як геоботанічного, так і хімічного характеру, який вказував на тісний взаємозв'язок між рослинністю та навколишнім середовищем. Можливість застосування біогеохімії для пошуків родовищ нікелю, кобальту, міді, хрому, свинцю, молібдену, селену та інших елементів наголошувалося в роботах багатьох авторів [38, 44, 45].

Сучасні основи біогеохімічного методу пошуків закладено у роботах [4, 7, 13, 18, 19, 33, 38 та ін]. Накопичено значний позитивний досвід його застосування [40, 41, 43, 44 та ін]. Застосування біогеохімічного методу сприяло відкриттю низки родовищ. Так, у Британській Колумбії (Канада) шляхом аналізу хвої та гілок дерев виявили молібденове родовище Ендако та мідно-молібденове Бетлехем, а на південному - сході США група невеликих родовищ урану відкрита в результаті аналізу золи астрагалів, гілок.

У результаті вивчення вмісту і співвідношення різних елементів в ґрунті і рослині при проведенні біогеохімічної зйомки, було встановлено, що, наприклад, в районах родовищ силікатного нікелю відношення $Co:Ni:Cu$ в ґрунтах і рослинних організмах складає 1:15:3. Роботи Жовинського Е. Я. та Крюченко Н. О. [47] показали можливість прогнозування мідних і цинкових родовищ по відношенню $Cu:Zn$ в золі рослин.

Ці та інші роботи показали, що хімічні елементи вибірково накопичуються тими чи іншими рослинами, а рівень їх накопичення в різних

органах може істотно відрізнятись. Встановлено вибіркового характеру накопичення урану рослинами, виражений в ряду убування: виноград > омела > яблука > кріп як 2800:6,78:5,06: 0,956 мг/кг золи. Берилій і цирконій переважно накопичуються в коренях порівняно зі стеблами і листям 80:69 і 80:44 відповідно.

Більш того, в різних ландшафтних і кліматичних умовах в одних і тих же рослинах хімічні елементи накопичуються по-різному. Це є певним обмеженням використання методу біогеохімії для широкого застосування в пошуковій геохімії.

Накопичення важких металів рослинами відображають наступні показники: концентрації елементів, інтенсивність їх біологічного поглинання. Дані показники визначаються, в свою чергу, фізіологічними факторами: фаза вегетації, досліджуваний орган рослини, а також систематичне положення - сімейство, рід, вид рослини.

Більшість методів хімічного аналізу орієнтовані на кількісну оцінку концентрацій певних елементів і їх з'єднань, що робить необхідним априорі знати склад забруднюючих речовин в навколишньому середовищі. Інший підхід заснований на аналізі відповідних реакцій тварин, рослин або мікроорганізмів, які зазнали впливу в місті. Розвинені в рамках біоіндикаційного підходу, методи дозволяють отримати пряму інформацію про небезпеку для біоти всієї сукупності факторів, в тому числі і тих, які не відслідковують служби, контролюючі рівень техногенного забруднення середовища.

Географічна своєрідність біогеохімічних циклів виявляється при порівнянні фонових рівнів хімічних елементів та живих організмів у різних регіонах [25]. Необхідно вчасно виявляти зумовлену антропогенними стресорами деградацію екосистем, щоб зміни життєво важливих параметрів довкілля людини не зайшли занадто далеко. Людина як ланка харчового ланцюга в екосистемі реагує на трансформацію довкілля специфічними реакціями.

Сучасний стан міських зелених насаджень відображає високу ступінь впливу негативних антропогенних факторів, властивих урбанізованим територіям, закономірно призводять до ослаблення деревної рослинності, передчасного старіння, ураження хворобами і шкідниками і до загибелі насаджень. Збір і систематизація інформації про ступінь забруднення ґрунту та ґрунтових вод токсичними елементами і сполуками, а також реакції на них деревних рослин в міських умовах є актуальною екологічною проблемою урболандшафтів.

Актуальним питанням сучасної фітоценології є вивчення факторів і процесів антропогенної трансформації рослинного покриву в конкретних ділянках порушень. Рослини дозволяють оцінити антропогенний вплив на середовище їх проживання, дають точну, інтегральну картину, яка відображає всі чинники забруднень.

Вивчення змін навколишнього середовища через біологічні системи та їх реакції дозволяє судити про біологічний вплив антропогенних стресорів з нового боку, недоступного методам, пов'язаним з фізичними чи хімічними змінами у природі. При цьому вдається встановлювати довгострокові тенденції і буферну здатність біологічних систем щодо різноманітних і переважно одночасно діючих порушуючих чинників.

Антропогенні забруднюючі речовини - токсиканти - включаються в міграційні процеси і негативно впливають на біотичну складову природного середовища [41]. Одним із найбільш значущих у біосфері факторів антропогенного походження є забруднення різних середовищ. Ступінь впливу забруднюючих речовин на екосистему значною мірою залежить від форми знаходження хімічних елементів, що визначає токсичність, біодоступність, міграційну здатність їх сполук [41, 42].

Перспективність біоіндикації пов'язана ще і з тим, що зростання техногенного навантаження позначається на стані здоров'я людини. Численними прикладами було показано, що методологічні підходи, розроблені

при біогеохімічних дослідженнях, можуть з успіхом використовуватися при вивченні навколишнього середовища і вплив її на здоров'я людини.

Використання в якості індикатора живих об'єктів найбільш яскраво відображає ступінь впливу і прискорює реакцію, спрямовану на його зниження. Вивчення індикаторних властивостей і регіональних геохімічних особливостей живих організмів актуально в даний час ще і в зв'язку з пошуками нових параметрів екологічного нормування території. Біоіндикація, яка розглядає реакцію біосистем на стресори, в сукупності з екотоксикологією, створює діагностичну базу для аналізу антропогенних змін екосистем.

Екодіагностика створює основу для формування цілого ряду напрямів прикладної екології, одним із яких є отримання екологічних нормативів. Проблеми нормування навантажень на екосистеми обговорюються у науковому світі вже понад два десятиліття, проте жодна з наявних концепцій не дозволяє відповісти на всі питання, що виникають у практиці [39, 43, 46 та ін.].

Суб'єктом оцінки норми екосистеми може бути тільки людина, хоча ця точка зору не є загальноприйнятою, оскільки для самої системи будь-який її стан «нормальний». Такий підхід до проблеми було розвинено у роботах [1, 3, 7, 13 та ін.].

Зв'язок між станом популяційного здоров'я населення і біогеохімічної структури території дозволяє говорити про можливість і необхідність розробки параметрів екологічного нормування на основі вивчення цієї структури як в природних ландшафтах, так і на антропогенно - змінених територіях. Ступінь зміни екосистем під впливом підприємств з різними технологічними циклами неможливо оцінити без попереднього подання про геохімічні особливості природних і біологічних середовищ локальних територій, регіонів. Оскільки зміна біогеохімічних циклів відбувається в просторі і в часі, остільки і параметри екологічного нормування повинні бути пов'язані з геохімічними особливостями природних середовищ і змінюватися залежно від їх антропогенної трансформації.

Таким чином, біоіндикація території за мікроелементним складом і морфологічними показниками біосубстратів може з успіхом застосовуватися в біогеохімічній екології та в екологічному нормуванні територій для оцінки забруднення екосистем техногенними потоками мінеральної речовини під впливом антропогенного впливу промислових виробництв.

Цей метод- метод біогеохімічної експертизи, набуває особливої значущості в даний час на локальному рівні, оскільки в результаті діяльності місцевих промислових об'єктів відбувається різка зміна геохімічної обстановки на порівняно невеликих територіях, внаслідок формування локальних техногенних аномалій.

Техногенне розсіювання металів не так відбивається на загальнопланетарному забрудненні, скільки вражає обмежені площі. На ділянках локального забруднення глибоко уражається біота, створюються ситуації, небезпечні для населення. Врахування закономірностей геохімії розсіяних елементів необхідне для передбачення та попередження небажаних наслідків. Усередині великих природних біогеохімічних провінцій можуть формуватися природно-техногенні біогеохімічні зони, у тому числі радіогеохімічні, як, наприклад, у районах функціонування підприємств ядерно-паливного циклу.

Вивчення таких локальних утворень є дуже важливим завданням, а використання як індикаторів високочутливих живих організмів та їх мікроелементний склад - досить перспективним підходом.

1.2 Природні умови, ресурси та ландшафтні особливості географічного району

Адміністративно-географічна характеристика району дослідження. Одеса - одне з найбільших міст України, важливий транспортний, індустріальний, науковий, культурний і курортний центр з населенням 1011,0 тис. осіб (на 01.01.2023). Одеська область займає територію Північно-Західного

Причорномор'я від гирла Дунаю до Тилігульського лиману (довжина морської берегової лінії в межах області перевищує 300 км) і тягнеться від моря на північ, в глиб суші на 200-250 км.

На півночі Одеська область межує з Вінницькою та Кіровоградською, на сході - з Миколаївською областями, на заході - з Республікою Молдова, на південному заході - частина державного кордону України з Румунією. Усього в межах області пролягають 1362 кілометри державного кордону. Площа Одеської області складає 5,5 % території України (33,3 тис. кв. км). Північна частина області розташована в лісостеповій, а південна - в степовій зоні. У ґрунтовому покриві переважають звичайні та південні чорноземи. Середньорічна температура коливається від +8,2 °С на півночі до +10,8 °С на півдні. Тривалість вегетаційного періоду від 180 до 210 діб. Середньорічна кількість опадів - від 340 мм на півдні області, до 460 мм на півночі.

Земельні ресурси Одеської області (3331,4 тис. га) характеризуються надзвичайно високим рівнем освоєння. Найбільшою є питома вага земель сільськогосподарського призначення 2660,4 тис. га, з них рілля – 2074,4 тис. га. У структурі земель сільськогосподарські угіддя займають 79,9 відсотків, у тому числі рілля – 62,3 відсотків. Землі житлової та громадської забудови займають 53,1 тис. га.

Довжина морських і лиманних узбережь від гирла річки Дунай до Тилігульського лиману сягає 300 км. На території області знаходяться прісноводні озера - Кагул, Ялпуг, Катлабух, солоні озера - Сасик, Шагани, Алібей, Бурнас, а також Хаджибейський і Куяльницький лимани, відомі своїми лікувальними грязями. Водопостачання Одеської області здійснюється як з поверхневих джерел, так і за рахунок підземних джерел.

Природні умови та ресурси. Лісів на Одещині мало. Загальна площа лісового фонду становить 204 тис. га (майже 1% території). Характерні діброви з дуба звичайного і дуба скельного, клена, граба, береста, явора, ясена, липи, вільхи, черешні, груші, яблуні. У підліску — клен татарський, глід, терен, ліщина, крушина, бузина, шипшина. На заплавах річок поширені гаї з осики,

тополі, верби та кущів чорної вільхи, у плавнях Дунаю та Дністра — вербові ліси з тополею та вільхою.

Тваринний світ краю належить до Українського степового зоогеографічного округу, для якого характерне переважання степових видів фауни, зокрема птахів. Серед риб промислове значення мають сардина, хамса, анчоус, ставрида, оселедець дунайський тощо.

Одещина відносно бідна природними ресурсами. Її частка у природно-ресурсному потенціалі України становить лише 3,7%. Разом з тим область має значні земельні ресурси, виділяється своїми рекреаційними ресурсами (клімат, море, лікувальні грязі, мінеральні джерела, рапа лиманів і моря), біологічними ресурсами моря, лиманів, великих річок, високоцінними біосферними ресурсами, представленими унікальними і своєрідними природними комплексами (плавні, коси, пересипи), екосистемами та біоценозами.

Мінеральні ресурси. Мінерально-сировинна база області майже на 80 % складається із сировини для виробництва будівельних матеріалів. Найбільш важливими видами є: цементна сировина, керамзитова сировина, камінь будівельний, вапняк для опіку, піски.

Найбільше розповсюдження мають тверді нерудні корисні копалини місцевого значення: піски, суглинки, гравій, галька, граніти, які використовуються як будівельні матеріали чи сировина для їх виробництва.

За даними Причорноморського ДРГП на території області налічується 145 родовищ корисних копалин, що застосовуються у будівництві та знаходяться на Державному балансі родовищ корисних копалин, з яких розробляються лише 45 родовищ.

З інших корисних копалин виявлені чи попередньо розвідані нафта, природний газ, залізна руда, фосфорити, кольорові метали, золото, кам'яне та буре вугілля, лікувальні грязі та ін. Але на сьогодні багато з них непривабливі для промислової розробки (невелика кількість запасів, дорогі пошукові роботи).

Рельєф. Геологічна будова території області відносно проста. Більшу частину її займає Південно-Українська монокліналь, крайня північна частина

області розташована на південних схилах Українського кристалічного щита, а південно-західний край області приурочений до Придобруджинського прогину.

Рельєф території рівнинний на півдні - низовинно-рівнинний. Більша частина території області розташована в межах Причорноморської низовини, яка має рівнинний, подекуди пологохвилястий рельєф з абсолютними висотами від 150-160 м на півночі, до 20-30 м на півдні. Поверхня території складена лісами, розчленована долинами, балками та ярами, глибина яких зменшується з півночі на південь від 60-80 м до 10-20 м.

Північно-західна частина області розміщена на відрогах Подільської височини, що має найбільші абсолютні висоти території (до 288 м) з глибоким - до 80-100 м ерозійним долинно-яружним розчленуванням. Північно-східний край області розташований на відрогах Придніпровської височини з абсолютними висотами до 160-200 м та глибинами розчленування до 80-100 м. На південному заході територія області приурочена до південних схилів Центрально-молдавської рівнини з абсолютними відмітками поверхні до 100-140 м над рівнем моря.

Вздовж морського узбережжя розвинені акумулятивні форми рельєфу: дельти (у гирлах річок), коси, пересипи, пляжі. Частина морських берегів є абразійною, такою, що зазнає руйнування морським прибоєм.

Клімат. Клімат Одещини помірно континентальний з жарким сухим літом, м'якою малосніжною нестійкою зимою. Пересічна температура січня змінюється в межах області від $-5,0^{\circ}$ на півночі до $-1,8^{\circ}$ на південному заході, липня, відповідно, - від $+21,0^{\circ}$ до $+22,9^{\circ}$. Безморозний період триває 130-150 днів на півночі, до 166-208 - на півдні. Період активної вегетації (з середньодобовими температурами понад 10°) становить 170-190 днів. Сума активних температур - головний показник ресурсів тепла для сільського господарства, коливається від 2500° (на півночі) до 3400° (на південному заході області).

Середньорічна сума опадів змінюється в межах області від 500 мм на півночі до 380 мм - на південному сході (південна частина Комінтернівського

району). Більша частина опадів припадає на теплу пору року і часто випадає у вигляді злив. Відносна вологість повітря становить 85-86% взимку та 62-63% влітку. На морському узбережжі ці показники помітно вищі: 88-90% взимку та 76-78% влітку.

Серед несприятливих кліматичних явищ для Одещини характерні суховії (гарячі вітри) та пилові бурі (повторюваність - 3-8 днів на рік), грози (20-26 днів), град (2 дні), посухи, на морському узбережжі - тумани (20-30 днів на рік).

Поверхневі води. Територією Одещини протікають 225 річок, всі вони належать басейну Чорного моря. Серед них Дунай (його Кілійське гирло), Дністер з притокою Кучурган, Південний Буг з притоками Савранкою та Кодимою. В області багато малих річок, які влітку пересихають: Великий і Малий Куяльник, Тилігул, Когильник, Сарата та ін. Живлення річок переважно дощове, під час весняної повені проходить близько 80% їх річного стоку.

Інший характер живлення має Дністер, який бере свій початок у Карпатах. Він так само має весняну повінь, але літні й осінні дощі у Карпатах зумовлюють його більш рівномірний стік протягом року, що дуже важливо для забезпечення водою Одеси та її міст-супутинків.

У заплавах Дунаю та Дністра розташовані великі прісноводні озера: Кагул, Ялпуг, Катлабуг, Китай, Кугурлуй, Кучурган, Саф'ян. На жаль, екологічний стан цих водойм незадовільний. Так, великі замори риби спостерігались в озері Ялпуг у 1988, 1994 та 1995 роках. Придунайські озера — природні резервуари дорогоцінної у степовій зоні прісної води — потребують оздоровлення та захисту.

У межах області розміщені 15 лиманів, що займають пониззя великих річкових долин. У 1978 р. Сасицький лиман був відгороджений дамбою від моря та опріснений дунайською водою. Кількаразове “промивання” Сасику не дало очікуваного результату: вода в лимані залишилась солонуватою, малопридатною для зрошення.

Морське мілководдя, що прилягає до узбережжя, називають шельфом. В межах області близько 40 тис. км² морського шельфу з глибинами від 0 до 180

м. Морські припливи та відпливи тут практично відсутні. Море замерзає не кожний рік. У суворі зими крига на морі може досягати 70-90 см, суцільна крига простягається на 20-30 км вглиб моря. В гирлових зонах Дунаю та Дністра морська вода має низьку солоність (6-7%), у той же час солоність звичайної морської води коливається в межах 10-18,5%.

Характеристика ґрунтового покриву. Ґрунти області різноманітні. Розміщення їх має яскраво виражений зональний характер. Ґрунтовий шар області сформувався на лісових породах, ґрунти представлені в основному чорноземами. В північній лісостеповій частині Одеської області ґрунтовий шар досить різноманітний, але більшу частину цієї території покривають опідзолені чорноземи та їх реградовані різновиди. В багатьох місцях зустрічаються сірі лісові ґрунти.

У степовій зоні – малогумусні чорноземи, які простягаються на південь до лінії Болград – Тарутине – Роздільна – Березівка. До півдня від цієї лінії поширені чорноземи південні й темно-каштанові слабосолонцюваті ґрунти.

На приморських косах і пересипах формуються дерново-пісчані ґрунти, в дельтах річок Дунай та Дністер – дерново-глеєві, мулово-глеєві та торфovo-глеєві ґрунти.

Рослинність. Значне місце у флорі області належить водній рослинності. Вона представлена невикоріненими вільноплаваючими, викоріненими зануреними, викоріненими з плаваючими листками та повітряноводними формами. Зазвичай зустрічаються тостера (морська трава), рдест, філофора (червона водорість), харові та інші водорості. В товщі води також численні дуже дрібні одноклітинні водорості (фітопланктон). Особливо розвинені діатомові водорості та динофлагелянти. Чисельність і біомаса планктонних водоростей найбільш висока в поверхневому шарі води, досягає в літній період декількох десятків мільйонів клітин на літр води.

Область має велику кількість рослин, в тому числі рідкісні, які занесені до Червоної книги України. Із «червонокнижних» видів тут охороняються, зокрема, сальвінія плаваюча, водяний горіх плаваючий, плавун щитолистий,

меч-трава болотна, альдрованда пухирчата, зозулинець болотний, коручка болотна і чемерицеподібна, білоцвіт літній, гвоздика бессарабська, ковила дніпровська, золотобородник цикадовий тощо.

1.3 Екологічні проблеми м. Одеси та прилеглих територій

Забруднення атмосферного повітря стаціонарними і пересувними джерелами. В останні роки відмічається збільшення обсягу викидів стаціонарними джерелами. Майже три чверті усіх викидів забруднюючих речовин Одещини (70,4%) спричинено підприємствами постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря, а 15,9% – підприємствами переробної промисловості.

Залишається гострою проблема забруднення повітря пересувними джерелами, особливо – автомобільним транспортом. Надходження шкідливих речовин від автотранспорту домінує над викидами від стаціонарних джерел та становить 72% від загальної кількості забруднення, що потрапляє в атмосферне повітря.

Майже 40% загальної кількості викинутих забруднюючих речовин від транспорту перепадає на Одесу. Підвищення рівня забруднення атмосферного повітря відмічається вздовж автомагістралей. Концентрація забруднюючих речовин в атмосферному повітрі та на ґрунті перевищує граничнодопустимі рівні у п'ять-сім разів. Населення міст Одещини зазнає ризику розвитку хвороб, пов'язаних із забрудненням повітря. Таке становище формується у результаті наступних складових:

- значне зростання кількості автотранспорту;
- незадовільний технічний стан авто через його значний вік;
- низька якість пального;
- відсутність оптимальних транспортних розв'язок (транзитний транспорт проходить через міста, що значно збільшує їх загазованість);

- наявність на території області великої кількості АЗС, призначених для заправлення бензином та дизельним паливом).

Виснаження та втрата родючості ґрунтів. Спостерігається тенденція зниження збору урожаю зернових та зернобобових культур та соняшнику на 5-7% щорічно через недотримання системи сівозмін, недостатнє внесення органічних та мінеральних добрив, порушення технології вирощування сільгоспкультур, погіршення стану основних агроландшафтів.

Забруднення і засмічення навколишнього середовища побутовими відходами. Відсутність належної системи санітарної очистки населених пунктів, яка б забезпечувала регулярний вивіз і знешкодження побутових відходів, та низька екологічна свідомість населення призводить до утворення великої кількості несанкціонованих сміттєзвалищ. Гострою проблемою є питання незадовільного стану майже всіх полігонів та порушень правил їхньої експлуатації відповідно до норм чинного законодавства. Сміттєзвалища не відповідають нормам екологічної безпеки та потребують реконструкції відповідно до нормативно-правових актів. Сортувальних ліній та інших технологій з перероблення твердих побутових відходів в Одеській області немає.

Зношеність мереж та технічного устаткування. Значна частина водопровідно-каналізаційних споруд Одещини (насосних станцій та агрегатів, очисних споруд та водоканалізаційних мереж) відпрацювала нормативний строк експлуатації, що призводить до підвищених витрат електричної енергії та збільшення собівартості перекачування води і стоків. Загальна протяжність водопровідних мереж області становить 9,13 тис. км, з яких у зношеному та аварійному стані перебуває близько 39 відсотків їх загальної довжини. Довжина каналізаційних мереж сягає 1,88 тис. км, з яких потребують реконструкції більше 45 відсотків їх протяжності.

Незадовільний стан очисних споруд. Вони потребують ремонту або реконструкції. В деяких населених пунктах Одеського регіону взагалі відсутнє водовідведення та очисні споруди.

Забруднення водних басейнів. Обсяг забруднених стічних вод, які скидаються у водні об'єкти, складає 4,2% від загальнодержавного показника. Об'єм скинутих неочищених стічних вод у поверхневій водній мережі Одещини становить 41,95 млн м³. Цей показник з роками зростає у зв'язку з незадовільним станом наявних очисних споруд в населених пунктах Одеської області.

Недостатній моніторинг. Реалізація права людини на сприятливе для її здоров'я й добробуту навколишнє природне середовище є головною метою сталого розвитку України, у зв'язку з цим виникає необхідність в організації і подальшому вдосконаленні моніторингу довкілля. Це дозволить підвищити ефективність заходів, що вживаються для запобігання, мінімізації та ліквідації небезпечних наслідків антропогенного навантаження. Основними недоліками існуючої системи моніторингу атмосферного повітря Одеської області на сьогодні є:

- відсутність узгодженості та уніфікованості інформаційних технологій, недостатнє забезпечення мереж засобами інформаційного обміну і, як наслідок, низька оперативність у наданні інформації користувачам;

- відсутність єдиної комплексної мережі спостережень регіонального рівня, до складу якої мають входити мережі суб'єктів моніторингу, мережа автоматизованих постів та центр збору та обробки інформації за результатами моніторингу;

- недостатній рівень технічного та методичного забезпечення функціонування мереж спостережень.

Таким чином, з наведених матеріалів видно, що на території м. Одеси є численні джерела надходження забруднених речовин, що надають поєднану дію на біологічні об'єкти.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Пробовідбір і пробопідготовка. Відповідно до поставленої в роботі мети та завдань були обрані об'єкти і методи дослідження (табл. 2.1).

На території м. Одеси були виділені 6 ділянок, згруповані з урахуванням віддаленості від основних джерел забруднення - промзони міста (ПАТ «Енні-фудз», ПП «Дід Василь», ПАТ «Нове діло» ЗАТ «Одесакондитер», ЗАТ «Одеський консервний завод», ТОВ «Одеський олійноекстракційний завод», ЗАТ «Одесавинпром».

В якості фонові ділянки було розглянуто: с. Алтестово, що знаходиться на відстані 35 км на північний захід.

Збір матеріалу.

Для дослідження методом флуктуаційної асиметрії збір листя липи звичайної виконували тільки з середньовікових дерев. Вибірку листя виконували з 10 близько зростаючих дерев по 10 листків з кожного, тобто з однієї точки збору - по 100 листів. Листя беруть з нижньої частини крони, на рівні піднятої руки, з максимальної кількості доступних гілок (різного напрямку - північ, південь, захід і схід). Кожна вибірка забезпечується етикеткою (дата, час, місце збору тощо). Для тривалого зберігання використовують фіксацію - спирт, розведений на 1/3 гліцерином або водою. Одночасно з відбором проб проводять візуальну оцінку стану рослин і відзначають наявність ознак фітотоксичної дії.

При зборі листя тополі для хімічного аналізу використана стандартна методика: листя зрізають ножом методом випадкової вибірки на рівні витягнутої руки (по кілька листів з різною боку дерева). Пробу укладають в поліетиленову плівку, вкладають етикетку, в якій вказані вид дерева, дата і місце збору.

Схеми розташування точок відбору проб для вивчення прояву стерильності пилку кульбаби лікарської (*Taraxum officinale s. L.*), аналізу

флуктуаційної асиметрії липи звичайної (*Tilia cordata*) на території м. Одеси відображені на рисунках в наступних розділах.

У даній роботі був застосований комплексний методичний підхід, що включає біоіндикаційні методи (методи аналізу стерильності пилку *Taraxum officinale*, флуктуаційної асиметрії листа *Tilia cordata*, оцінки життєвого стану 5-ти масових видів дерев).

Методи біоіндикації дозволяють вивчати реакцію біоти на техногенне забруднення.

Перспективним біоіндикаційним методом в аналізі стану навколишнього середовища загальноновизнаний цитогенетичний метод аналізу фертильності/стерильності. Для біоіндикації комплексу несприятливих факторів, що призводять до збоїв в процесі дозрівання пилку, використовуються популяції трав'янистих рослин, що мешкають в природних умовах.

Проведено дослідження репродуктивних особливостей рослин, які ростуть в градієнті токсичного навантаження. Фертильність свіжозібраного пилку визначали з використанням стандартної ацетокармінової методики [1,3].

Меристема, а також утворені з неї генеративні органи, зокрема чоловіча генеративная сфера, найбільш чутливі до токсичної дії промислових забруднювачів [29, 30 та ін.]. При вивченні реакції чоловічого гаметофіту на вплив зовнішніх факторів прийнято розрізняти здатність до запліднення (фертильність) і життєздатність пилку. Фертильність передбачає здатність чоловічого гаметофіту викликати повне запліднення. Життєздатність пилку розглядається, як здатність його до зростання на відповідних тканинах маточки.

Аналіз асиметрії листа липи звичайної *Tilia cordata*, проведено з використанням методу ФА.

Таблиця 2.1 – Методи та методи дослідження

№	Об'єкт	Орган або тканина	Кількість проб	Вид аналізу (метод дослідження)	Місце відбору проб
1	Липа звичайна <i>Tilia cordata</i>	Листкова пластинка	більше 400 листків з 40 дерев	Флуктуаційна асиметрія (ФА)	м. Одеса с. Алтестово
3	Кульбаба лікарська <i>Taraxum officinale s. L.</i>	Пилок	близько 200 зерен	Аналіз стерильності пилкових клітин	м. Одеса с. Алтестово
4	Масові види дерев: липи звичайної <i>Tilia cordata</i> , тополі чорної <i>Populus nigra L.</i> , сосни звичайної <i>Pinus silvestris L.</i> , явора <i>Acer pseudoplatanus</i> , клена звичайного <i>Acer platanoides</i> .	Зовнішні прояви і загальний стан деревостану	300 дерев	Оцінка життєвого стану	м. Одеса

Для обробки зібраного матеріалу використовували: лінійку, циркуль-вимірвач, транспорир. З одного листа знімають показники за 5-ти параметрами лівого і правого боку аркуша (рис. 2.1).

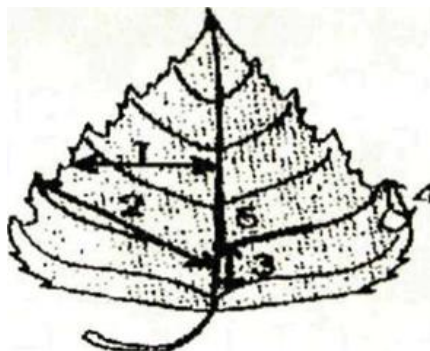


Рис 2.1 - Параметри листка липи

1. - ширина половинки листа. Для вимірювання лист складають навпіл, прикладаючи верхівку листа до основи, потім розгинають і по утвореній складці роблять виміри.

2. - довжина другої жилки другого порядку від основи листка.

3. - відстань між основами першої і другої жилок другого порядку.

4. - відстань між кінцями цих жилок.

5. - кут між головною жилкою і другий від заснування, жилкою другого порядку.

Перші чотири параметри знімають циркулем-вимірником, кут між жилками вимірюють транспориром. При вимірюванні кута транспорир розташовують так, щоб центр підстави віконця транспортира знаходився на місці відгалуження другої жилки другого порядку. Так як жилки не прямолінійні, а звивисті, то кут вимірюють наступним чином: ділянку центральної жилки, що знаходиться в межах віконця транспортира, поєднують з центром транспортира, який дорівнює 90° , а ділянку жилки другого порядку продовжують до градусних значень транспортира, використовуючи лінійку.

Дані вимірювання заносять в таблицю «Значення вимірювань» (табл. 2.2; 2.3).

Таблиця 2.2 - Значення вимірювань

Місце відбору:	Виконавці:				
№ листка	1 ознака	2 ознака	3 ознака	4 ознака	5 ознака

При занесенні даних в комп'ютер для зберігання і математичної обробки, використовують програму Microsoft Excel. Показник, що характеризує ступінь асиметричності, розраховується для всіх листків зібраних з однієї точки відбору проб.

Таблиця 2.3. - Допоміжна таблиця для обчислення ознак

№ листка	1 ознака	2 ознака	3 ознака	4 ознака	5 ознака	Середня відносна відмінність за ознаками

Для оцінки стану навколишнього середовища за рівнем стабільності розвитку флуктуаційної асиметрії (ФА) індикаторних видів застосували 5-бальну шкалу відхилень від норми, в якій 1 бал - умовна норма, а 5 балів - критичний стан (табл. 2.4.), запропоновану [32].

Таблиця 2.4. - Бальні значення показника асиметричності

Бал	Значення показника асиметричності
1	до 0,055
2	0,055-0,060
3	0,060-0,065
4	0,065-0,070
5	більше 0,070

Аналіз життєвого стану і фітопатології масових видів дерев у міських посадках проведений на основі матеріалів, наданих головним інженером КП «Міськзелентрест» зібраних в 2023 р. на досліджуваній території м. Одеси.

Чисельність рослин (кількість) визначали шляхом перерахунку особин кожного виду. Насадження піддавалися поділу на одновікові та різновікові. Якщо вік хвойних дерев коливався в межах одного класу віку (10-20 років), насадження вважалося одновіковим, якщо ці коливання виходили за зазначені межі - різновіковими.

При аналізі життєвого стану дерев використовували стандартну класифікацію, з виділенням 6 класів станів (табл. 2.5).

На основі цієї класифікації було виділено 3 групи:

- 1 група - задовільна (включає 1,2 життєвий стан),
- 2 група - незадовільна (включає 3,4 життєвий стан),
- 3 група - критична (включає 5,6 життєвий стан).

Таблиця 2.5 Діагностика життєвого стану дерев

Категорія життєвого стану	Загальна конфігурація крони	Стан гілок другого порядку	Лінійний приріст побігів	Стан хвої або листків
1	2	3	4	5
1. Умовно здорові дерева	Густа, нормально розвинута крона, втрата хвої і листків до 10%.	Сухі гілки другого порядку відсутні.	Довжина пагонів і річні прирости в нормі	Хвоя сосни зберігається до 4 років. Хвоя і листя звичайного кольору і розмірів.
2. Слабо пошкоджені дерева	Крона дерев розріджена, втрата хвої і листя становить до 11-25%, довжина крони скорочується на 10%.	Доля сухих гілок другого порядку не більше 20%.	Лінійний приріст пагонів знижується на 20-25%.	Аномалії розмірів листя і хвої.
3. Середньо пошкоджені дерева	Крони помітно розріджені, втрата хвої і листя становить 26-60%	Частка сухих гілок другого порядку 21-50%. Починається всихання дерев.	Лінійний приріст знижується на 26-75%, з'являється кривизна пагонів	Помітна частка листя або хвої має аномальні ознаки.
4. Сильно пошкоджені дерева	Явно просвічуючі крони, втрата листя або хвої становить 60%. Суховершинність, довжини крони скорочується на 40%.	Більше 50% сухих гілок. Велика кількість фітофагів.	Річні пагони вкорочені (нагадують розетки). Яскраво виражена кривизна пагонів.	Хвоя зберігається 1-2 роки. Листя малих розмірів, швидко жовтіють.

1	2	3	4	5
5. Свіжий сухостій	Дерева без зелені. Загальні обриси крони ще вгадуються.	Усі гілки сухі	Збереження гілок дрібного порядку	Хвоя опала, однак, може зберігатися
6. Старий сухостій	Загиблі кілька років тому, загальний обрис крони вже не вгадується	Зберігаються найбільш товсті гілки.	Відсутні пагони дрібного порядку	Відсутні

РОЗДІЛ 3

БІОІНДИКАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ В ОЦІНЦІ ЯКОСТІ ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА М. ОДЕСИ

3.1. Репродуктивний потенціал трав'яної рослинності (на прикладі кульбаби звичайної *Taraxacum officinale s.l.*)

У комплексній біоіндикаційній оцінці екологічного стану м. Одеси використовували перспективний цитогенетичний метод аналізу стерильності пилку. Аналіз репродуктивного потенціалу проведено на пилкових зернах кульбаби лікарської *Taraxacum officinale s.l.*, багаторічній трав'янистій рослині, яка повсюдно зустрічається на території м. Одеса.

Рослини в найбільшій мірі схильні до впливу техногенних факторів, оскільки ведуть прикріплений спосіб життя і повинні адаптуватися до суворих умов. У роботах основоположників еволюційного вчення антропогенного стресу як еволюційного та адаптаційного фактору відводилася незначна роль. Хоча адаптація до умов навколишнього середовища була центральною ідеєю еволюційної теорії Дарвіна, сам він вважав що всередині міжвидова конкуренція набагато важливіша з еволюційної точки зору, ніж екстремальні умови середовища. Роль мікроеволюційних процесів у відповідній реакції природних популяцій на низькорівневий техногенний вплив залишається не до кінця зрозумілою, проте в даний час можна вважати доведеним, що такі дії здатні змінювати їх генетичну структуру.

Цитогенетичний метод аналізу стерильності застосовувався в дослідженнях для аналізу життєздатності і стерильності пилку, дозволив з'ясувати причини виникнення порушень в мейозі у мутантів озимої пшениці. Індивідуальний підхід у вивченні фертильності пилку в роботах [29, 31] у гібридних рослин дозволив виявити істотний поліморфізм за цією ознакою у всіх досліджених гібридних комбінаціях.

Пилкові зерна, необхідні для запилення рослин, є мікроскопічно дрібними тілами, у великій кількості здатні наповнити собою гнізда пильовика. Пилкові зерна розглядали при збільшенні x 7200 (рис. 3.1.1).

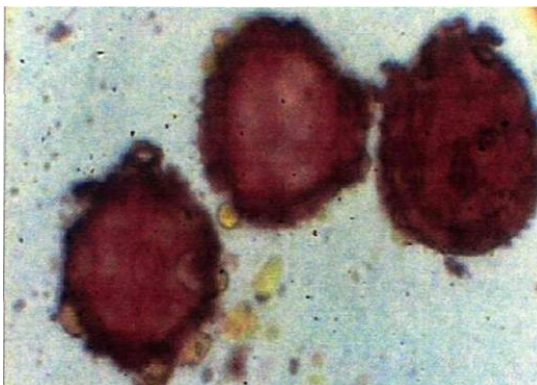


Рис 3.1.1 Пилкові клітини *Taraxacum officinale s.l.* x7200.

Вміст пилкових зерен представлено двома клітинами: одна - більша, вегетативна, має власне ядро, а інша, генеративна, сочевицеподібна, яка не має целюлозної оболонки, знаходиться збоку.

Кожна половинка пильовика має зазвичай два пилкових гнізда. У цих гніздах із спороутворюючої тканини після поділу її клітин утворюються спори, що отримали назву мікроспори. Пилкові гнізда одночасно і є мікроспорангіями - органами, в яких утворюються мікроспори. Вихідні клітини для мікроспор діляться таким чином, що відбувається редукція числа хромосом, тому в ядрах спор набір хромосом гаплоїдний. Кожна спора має дві оболонки, зовнішню і внутрішню.

У квіткових рослин мікроспори не покидають материнської особини, а починають проростати всередині мікроспорангія (пилкового гнізда), де вони утворилися. Клітина мікроспори ділиться, в результаті розвивається пилкок, що складається з двох клітин - вегетативної та генеративної, з трьох - вегетативної і двох сперміїв, що утворилися в результаті поділу генеративної клітини. Клітини пилку знаходяться під оболонками, що покривали першу спору. На більш потужній зовнішній оболонці пилку є всякого роду скульптурні утворення: шипики, горбки, зубчики, валики тощо. Форма пилку і структура її оболонки є постійною для даного виду рослини.

На території м. Одеси стерильність пилку виражена в діапазоні 15,8 - 89,7 (в середньому 48,2) стерильних на 300 пилкових клітин, що порівняно з фоном (3,12 стерильних клітин на 300) вище в 5,1- 28,8 разів, в середньому - в 15,4 рази.

Всього розглянуто пилкових клітин на фоновій ділянці близько 300. На території міста більше 800 пилкових зерен.

В ході аналізу були виділені наступні 3 групи частоти зустрічання стерильних пилкових зерен:

1 група - 5-12 стерильних клітин на 300 пилкових зерен;

2 група - 13-20 стерильних клітин на 300 пилкових зерен;

3 група - 21-29 стерильних клітин на 300 пилкових зерен за основу був узятий показник $K_f = 3,12$ стерильних клітин.

Таблиця 3.1.1 - Стерильність пилку кульбаби *Taraxacum officinale s.l.*, ділянка 1

№	Місце відбору	На 300 пилкових зернах	у відношенні до фону (с. Алтестово)	3 групи за частотою зустрічання
1	Пляж СБУ	28,9	9,26	1
2	Пляж Чкаловський	15,8	5,06	1
3	Провулок Кренкеля	43,0	13,8	2
4	Провулок Санаторний	49,4	15,8	2
5	Пляж «Отрада»	31,8	10,2	1
6	Провулок Каркашадзе	26,5	8,5	1
7	Провулок Дунаєва	89,7	28,7	3
8	Провулок Верещагіна	55,9	17,9	2
	Середнє значення	42,62	28,7-5,1 /13,65	

Просторовий розподіл стерильності на території м. Одеса носить нерівномірний плямистий характер (рис. 3.1.2). Виділяються локальні ділянки з максимальними значеннями показника стерильності в південно-західній частині та в північно-західній частині міста.

Проведено аналіз декількох показників стерильності: кількість стерильних на 300 клітин, коефіцієнт стерильності у відношенні до фону, частота народження стерильних клітин на ділянках міста (табл. 3.1.1- 3.1.6).

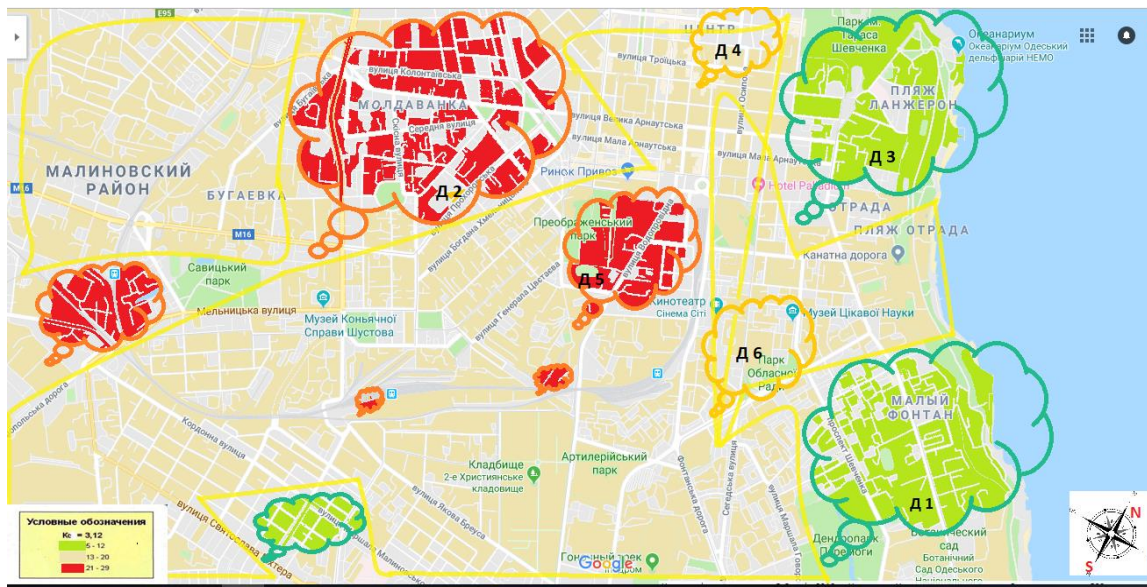


Рис. 3.1.2 - Стерильність пилку *Taraxacum officinale* s.l. на території м. Одеси, на 300 клітин

Ділянка 1 розташована в східній частині міста, включає Одеський ботанічний сад, пляжі, трасу здоров'я і межує з Чорним морем.

Діапазон стерильності пилку виражений від 15,8 до 55,9 (на 300 клітин), в середньому складаючи 42,62 (табл. 3.1.1). Середній показник перевищує фоновий в 13,65 раз (діапазон 5,1 - 28,7 разів). Усередині ділянки найбільш сприятливим місцем є пляж «Чкаловський» (5,06). Неблагополучне місце з репродуктивним показником (28,7) для популяції кульбаби звичайної – провулок Дунаєва, розташований на відносно близькій відстані від проспекта Шевченка.

Ділянка 2 розташована в західній частині міста, межує з південно-західною промзоною. Діапазон стерильності пилку виражений від 43,8 до 84,6, в середньому складаючи 66,9 (на 300 клітин). У відношенні до фону показник перевищує в 21,3 разів (в діапазоні 5,5-27,0). Усередині ділянки найбільш сприятливим місцем є Михайлівська площа, а найбільш неблагополучним - вул. Бугаївська (табл. 3.1.2).

Таблиця 3.1.2 - Стерильність пилку кульбаби *Taraxacum officinale s.l.*, ділянка 2

№	Місце відбору	На 300 пилкових зернах	у відношенні до фону (с. Алтестово)	3 групи за частотою зустрічання
1	вул. Голосівська	43,8	14,0	2
2	вул. Колонтаївська	71,6	22,9	3
3	Михайлівська площа	52,8	16,9	2
4	вул. Середня	82,7	26,5	3
5	вул. Бугаївська	84,6	27,0	3
6	вул. Степова	65,0	20,8	2
7	вул. Розкидайлівська	68,3	21,8	3
	Середнє значення	66,9	27,0-5,5 /21,3	

Ділянка 3 розташована в південно-східній частині міста. Діапазон стерильності пилку виражений, від 17,1 до 81,6 раз в середньому становить 42,6 (на 300 клітин), у відношенні до фону показник перевищує фоновий на 13,6, варіювання склало від 5,5 до 26,1 (табл. 3.3). У середині ділянки найбільш сприятливим місцем (7,1) є Парк Шевченка, а найбільш неблагополучним (26,1) - вул. Маразліївська.

Таблиця 3.1.3 - Стерильність пилку кульбаби *Taraxacum officinale s.l.*, ділянка 3

№	Місце відбору	На 300 пилкових зернах	у відношенні до фону (с. Алтестово)	3 групи за частотою зустрічання
1	Парк Шевченка	22,4	7,1	1
2	Обсерваторний провулок	29,8	9,5	1
3	Одеський Лунапарк	45,7	14,6	2
4	Вул. Маразліївська	81,6	26,1	3
5	Вул. Леонтовича	66,6	21,3	3
6	Пляж Ланжерон	19	5,5	1
7	Вул. Віри Інбер	35,0	11,2	1
	Середнє значення	42,6	26,1-5,5 /13,6	

Ділянка 4 розташована в південній частині міста. Діапазон стерильності пилку виражений, від 34,5 до 79,9 раз в середньому становить 49,48 (на 300 клітин), по відношенню до фону показник перевищує фоновий на 15,82 (табл. 3.1.4).

Таблиця 3.1.4 - Стерильність пилку кульбаби *Taraxacum officinale s.l.*, ділянка 4

№	Місце відбору	На 300 пилкових зернах	у відношенні до фону (с. Алтестово)	3 групи за частотою зустрічання
1	Стамбульський парк	34,5	11,0	1
2	Міський парк	36,6	11,7	1
3	Польський узвіз	79,9	25,6	3
4	вул. Приморська	36,5	11,7	1
5	вул. Грецька	59,9	19,1	2
	Середнє значення	49,48	25,6-11,0 /15,82	

У середині ділянки найбільш сприятливим місцем є Стамбульський парк (11,0), а найбільш неблагополучним Польський узвіз (25,6). На ділянці при розгляді по відношенню до фону виявлено коливання від 11,0 до 19,1.

Таблиця 3.1.5.- Стерильність пилку кульбаби *Taraxacum officinale s.l.*, ділянка 5

№	Місце відбору	На 300 пилкових зернах	у відношенні до фону (с. Алтестово)	3 групи за частотою зустрічання
1	Вул. Генерала Цветаєва	34,4	11,0	1
2	Вул. Велика Арнаутська	39,0	12,5	1
3	Преображенський парк	22,5	7,2	1
4	вул. Артилерійська	67,7	21,7	3
5	вул. Косівська	47,4	15,1	2
6	вул. Авіаційна	55,4	17,7	2
7	Люстдорфська дорога	80,6	25,8	3
	Середнє значення	49,57	25,8-7,2 / 15,85	

Ділянка 5 розташована в південно-західній частині міста. Діапазон стерильності пилку виражений, від 22,5 до 80,6, в середньому становить 49,57 (на 300 клітин), по відношенню до фону показник перевищує фоновий на 15,85 (табл. 3.1.5), Найбільш сприятливим місцем (7,2) на даній ділянці, є Преображенський парк, а найбільш неблагополучним (25,8) Люстдорфська дорога. На ділянці при розгляді по відношенню до фону виявлено коливання від 7,2 до 25,8.

Ділянка 6 розташована в центральній частині міста. Діапазон стерильності пилку виражений, від 18,3 до 61,4, в середньому становить 49,3 (на 300 клітин), по відношенню до фону показник перевищує фоновий на 14,04. У середині ділянки найбільш сприятливим місцем (5,9) є Старосінний сквер, а самим неблагополучним перехрестя (19,6) вул. Гагаріна і проспект Шевченка (табл. 3.1.6) На ділянці при розгляді по відношенню до фону виявлено коливання від 5,9 до 19,6.

Таблиця 3.1.6 - Стерильність пилку кульбаби *Taraxacum officinale s.l.* ділянка 6

№	Місце відбору	На 300 пилкових зернах	у відношенні до фону (с. Алтестово)	3 групи за частотою зустрічання
1	Вул. Водопровідна	52,7	16,9	2
2	Старосінний сквер	18,3	5,9	1
3	Вул. Мечнікова	51,1	16,3	2
4	Вул.Пушкінська	41,9	13,4	2
5	Проспект Шевченка (перехрестя вул. Гагаріна)	61,4	19,6	2
6	Вул. Піроговська	40,5	13,0	2
7	Вул. Канатна	41,4	13,2	2
	Середнє значення	43,9	19,6-5,9 /14,04	

Порівняльний аналіз стерильності пилку *Taraxacum officinale s.l.* на території м. Одеси, показав, що:

на ділянці 1 (східна частина міста) діапазон стерильності пилку виражений від 15,8 до 89,7, в середньому становить 42,6 (на 300 клітин). У відношенні до фону показник перевищує в 13,7 разів, варіюючи від 5,1 до 28,7 разів.

Ділянка 2 (західна частина міста). Діапазон стерильності пилку виражений, від 43,8 до 84,6, в середньому становить 66,9, перевищує фоновий в 21,3 разів, варіюючи від 5,5 до 27,0 разів.

Ділянка 3 (південно-східна частина міста). Діапазон стерильності пилку виражений від 19,0 до 81,6, в середньому становить 42,6, у відношенні до фону показник перевищує фоновий в 13,6 разів, варіюючи від 5,5 до 26,1.

Ділянка 4 (південна частина міста). Діапазон стерильності пилку виражений, від 34,5 до 79,9, в середньому становить 49,5, у відношенні до фону показник перевищує в 15,8 разів, варіюючи від 11,0 до 25,6 разів.

Ділянка 5 (північно-західна частина міста). Діапазон стерильності пилку виражений від 22,5 до 80,6, в середньому становить 49,6, у відношенні до фону показник перевищує в 15,9 разів, варіюючи від 7,2 до 25,8 разів.

Ділянка 6 (центральна частина міста). Діапазон стерильності пилку виражений від 18,3 до 61,4 в середньому - 43,9, у відношенні до фону показник перевищує в 14,04 раз, варіюючи від 5,9 до 19; 6 разів.

На всій території міста Одеси відзначений високий рівень стерильності пилку *Taraxacum officinale s.l.* від 42,6 до 66,9 (на 300 зернах).

Дані показники відображені при аналізі стерильності на ділянках (табл. 3.1.2.-3.1.6), у відношенні до фону від 13,6 до 21,3 (табл. 3.1.7, рис. 3.1.3).

Таблиця 3.1.7 - Стерильні пилкові зерна кульбаби *Taraxacum officinale s.l.* на території м. Одеси (на ділянках)

Ділянка	Кількість стерильних пилкових зерен	
	на 300 пилкових зернах	по відношенню до фону (с. Алтестово)
1	42,62	13,65
2	66,9	21,3
3	42,6	13,6
4	49,48	15,82
5	49,57	15,85
6	43,9	14,04
Сер. у місті	49,18	15,71

Показник абсолютної стерильності у місті становить 49,18 (на 300 клітин), тобто, вище фонового. Коефіцієнт стерильності (щодо фону, Кс) у місті становить 15,71, в діапазоні від 13,6 до 21,3. Стерильність *Taraxacum officinale* виражена нерівномірно і проявляється на ділянках міста в наступному ряду убудання 2 > 5 > 4 > 6 > 1 > 3.

Найбільш пригноблений пилкок відзначений в західній частині міста, в безпосередній близькості до південно-західної промислової зони.

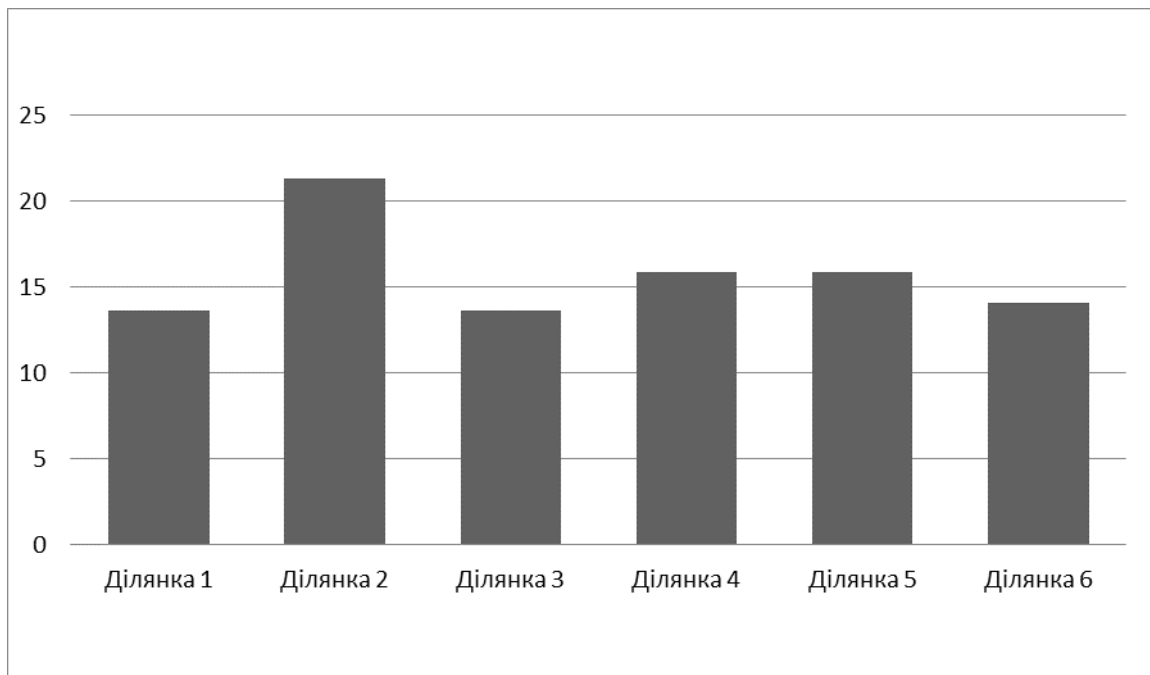


Рис. 3.1.3 Прояв стерильності пилкових зерен кульбаби *Taraxacum officinale s.l.* на ділянках на території м. Одеси

Дані показники відображені при аналізі стерильності на ділянках (табл. 3.1.2.-3.1.6).

На основі отриманих даних була складена карта-схема (рис. 3.1.2). На якій виражені аномальні ділянки прояву стерильності пилку, осередки стерильності. Найбільш неблагополучною (21-29 фонових значень) є західна частина міста, територія ділянки 2. Осередки пригнобленого пилку зустрічаються в центральній частині міста, на перехрестях вулиці Гагаріна та проспекту Шевченка а також в західній частині міста (вул. Бугаївська). Високу стерильність в західній частині міста можна пояснити безпосередньою близькістю до південно-західної промислової зони, а стерильність на перетині пр. Шевченка - вул. Гагаріна пов'язана з насиченим потоком автотранспорту.

При аналізі декількох показників стерильності проведено ранжування ділянок за екологічним показником для існування популяцій *Taraxacum officinale*, яке виражене в ряду убубання: 2 > 5 > 4 > 6 > 1 > 3 (табл. 3.1.8).

Таблиця 3.1.8 Показники стерильності пилку на території м. Одеси

Ділянки	Абсолютна кількість стерильних клітин (на 300)	За частотою стерильності 3 степені	Максимальне K_{ϕ}	Ранг
1	5	3	5	5
2	1	1	1	1
3	Б	2	6	6
4	3	3	3	3
5	2	2	2	2
6	4	4	4	4

Таким чином:

1. Застосування методу аналізу стерильності пилку *Taraxacum officinale* s.l. виявило неблагополучну ситуацію в стані репродуктивного потенціалу. Перевищення даного показника по місту щодо фонового значення становить від 5 до 29 разів, в середньому 15,3 рази.

2. Середнє значення стерильності пилку у місті становить 48,2 (діапазон 15,8-89,7), а середнє значення по фону становить 3,12 (на 300 пилкових зернах).

3. На території міста виявлено неоднорідний плямистий характер прояву стерильності, найбільш неблагополучною є західна ділянка та ділянки на перетині пр. Шевченка - вул. Гагаріна. Стерильність проявляється в ряду убубання по ділянках: 2 > 5 > 4 > 6 > 1 > 3.

4. Метод аналізу стерильності пилку може бути рекомендований для проведення біокомоніторинга м. Одеси, як чутливий, нескладний у виконанні та універсальний для різних квітучих рослин.

3.2 Зонування території міста за показниками асиметрії листя липи звичайної *Tilia cordata*

Сучасне промислове місто відчуває зростаюче навантаження на природне середовище. З метою оцінки екологічних ризиків необхідна розробка критеріїв для оцінки якості навколишнього середовища за показниками порушень стабільності розвитку рослинних організмів. Широке поширення набув

останнім часом морфогенетичний підхід, заснований на оцінці внутрішньо-індивідуальної мінливості морфологічних структур - флуктуаційної асиметрії. Незначні відмінності між правою і лівою сторонами листової пластинки є результатом помилок в ході індивідуального розвитку організму. При зростаючому техногенному впливі рівень асиметрії збільшується.

Біологічний моніторинг з використанням методу асиметрії листя дозволяє побічно оцінювати стан навколишнього середовища і прояв пов'язаності морфофізіологічних особливостей, рослин з екологічною обстановкою.

Метод оцінки асиметрії білатеральних ознак, заснований на іманентній характеристиці живих організмів - симетрії мірних або кількісних ознак має місце лише при оптимальних умовах розвитку. При стресових впливах цей показник зростає, відображаючи відхилення в процесі онтогенезу. Передбачається відома генетично задана норма розвитку, а будь-які відхилення, ознаки від симетричності означають відхилення від цієї норми. Традиційний підхід до оцінки ФА в популяційній вибірці заснований на обчисленні середнього значення або частоти виникнення асиметричних ознак. [1, 3, 12, 34, 37]

При безсумнівній перспективності використання методу ФА в біоіндикаційних дослідженнях залишається відкритим питанням про екотоксикологічну значущість отриманих показників. Наявність відхилень у розвитку ще однозначно не визначає долю організму, в тому числі і таку найважливішу характеристику, як репродуктивний успіх особини. Повною мірою це відноситься до зміни життєздатності популяцій індикаторних видів, в яких визначено підвищений рівень ФА.

У цьому дослідженні біоіндикаційний показник асиметричності листя, вивчений на прикладі липи звичайної (*Tilia cordata*) в умовах м. Одеси на 33 точкам збору і відображений в декількох показниках: ставлення асиметрії до середнього значення по м. Одеса і до фону.

Територіальний розподіл показника асиметрії листових пластин *Tilia cordata*, відображено на карті-схемі (рис. 3.2.1).

Досліджений матеріал за характером асиметрії згрупований умовно в 5 груп відповідно до класифікації [1]:

- 1 гр. до 0.055 у.о. - умовна норма;
- 2 гр. до 0.060 у.о. - слабка асиметрія;
- 3 гр. до 0.065 у.о. - середня асиметрія;
- 4 гр. до 0.070 у.о. - сильна асиметрія;
- 5 гр. більше 0.070 у.о. - критична асиметрія.



Рис. 3.2.1 Карта-схема просторового розподілу показника асиметрії *Tilia cordata*, у м. Одеса

Основна територія характеризується поширенням показника асиметрії 1 групи тобто нормальної асиметрії листя липи. Чітко виражена область поширення нормальної асиметрії (1 гр.): північний схід, північ, південний схід і майже вся південно-західна частина міста (рис. 3.2.1).

Асиметрія слабого ступеня (2 гр.) проявляється у вигляді аномалії в південно-східній, східній, західній частині, а також спостерігається в центральній частині міста.

Середній ступінь асиметрії (3 гр.) виділяється окремими ділянками в північно-західній, західній, східній і південній частині міської території.

Сильна ступінь асиметрії (4 гр.) була виявлена в західній частині міста та ближче до сходу.

З метою вибору фону були взяті зразки з кількох віддалених від Одеси в різних напрямках ділянок з урахуванням домінуючого вітру (табл. 3.2.1):

Таблиця 3.2.1 - Показник асиметрії листя *Tilia cordata*

№	Місце відбору	Показник асиметрії	Степінь асиметрії
1.	Алтестово	0,0419	1 гр.
2.	Чорноморськ	0,0450	1 гр.
3	Овідіополь	0,0491	1 гр.
4	м. Одеса	0,0547	1-2 гр.

Всі отримані дані з трьох місць відповідають умовній нормі (1 гр., до 0,055 у.о.) за школою Захарова В.М. Надалі за умовний фон нами прийнятий найменший показник з с. Алтестово (0,0419).

Для оцінки ступеня прояву асиметрії в техногенних умовах в м. Одеса проведено порівняльний аналіз даного показника у місті з фоновією ділянкою. В середньому асиметрія по місту Одеса (0,0547) перевищує даний показник до фону в 1,3 рази (табл. 3.2.2, рис. 3.2.2).

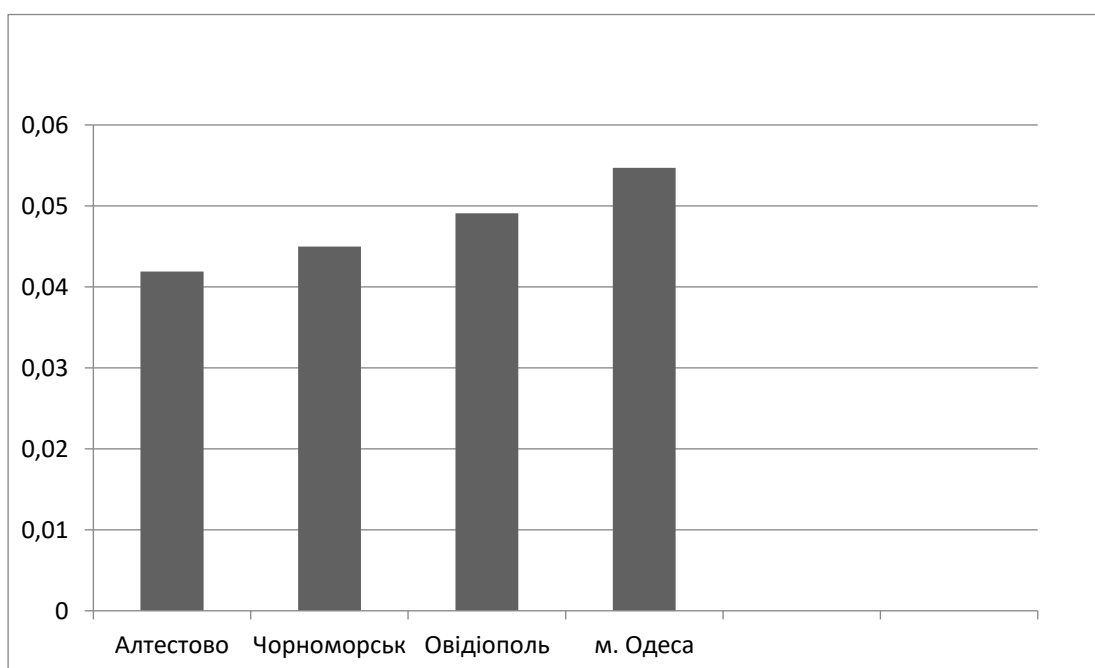


Рис 3.2.2 - Асиметрія листя у м. Одеса і фоновим ділянкам

Прояв асиметрії листя липи *Tilia cordata* у точках збору на території міста розглянуто порівняно з фоновими показниками. Спостерігаємо збільшення асиметрії листя липи *Tilia cordata* від 1,00 до 1,59 рази (табл. 3.2.1, рис. 3.2.3).

Невелике перевищення фону від 1,0 до 1,14 рази спостерігається в північній, північно-східній та південно-західній частині міста у вигляді плям. В основній частині міста асиметрія досягає великих величин (1,15 -1,29 фону) - центральна частина міста, схід і захід. Перевищення фону від 1,3 до 1,4 рази спостерігаються локальними плямами на північному сході, північно-західній частині, східній і в південній частині. Найбільший прояв асиметрії листя від 1,4 до 1,6 разів у відношенні до фону зазначено як в східній, так і в західній частині міста, а також в центральній міській зоні.

Розглянуто розподіл асиметрії на окремих ділянках міста (табл. 3.2.2).



Рис. 3.2.3 - Асиметрія листя липи звичайної (у відношенні до фону) на території м. Одеси

Середній показник асиметрії на ділянці № 1 складає - 0,05795 (2 гр.). Тільки на одній вулиці (Пестеля) значення асиметрії виражено умовною

нормою. Слабка асиметрія спостерігається на вулицях: Скісна, Колонтаївська. Середня асиметрія проявляється на вулицях: Болгарська і Промислова.

Середнє значення асиметрії на ділянці № 2 становить - 0,053 (умовна норма). Слабка асиметрія проявилася (0,056) на вулицях (Радісна, Героїв Крут, Маршала Малиновського, Двінська). Умовна норма виражена на вулицях Кордонна і Житомирська (0,047 і 0,049).

Показник середнього значення на ділянці №3 становить 0,056 (слабка асиметрія). На перехресті Середньофонтанська - Краснова спостерігається асиметрія в рамках умовної норми. Слабка асиметрія проявляється на вулицях: Косівська, Транспортна, Шота Руставелі. Середня асиметрія відзначена в Старосінному сквері (0,064).

Аналіз показав, що в рамках умовної норми проявляється асиметрія на вулиці Леонтовича. Слабка асиметрія виражена на вулиці Осипова. Сильна асиметрія у місту проявляється в Парку Шевченка. Середнє значення показників асиметрії на ділянці № 4 становить 0,056 (слабка асиметрія).

Середнє значення показника асиметрії на ділянці становить 0,052. В районі прибережної зони від Аркадії до Ланжерону значення асиметрії листя відповідають умовній нормі, на решті території ділянки (№5) спостерігається слабка асиметрія.

В цілому ділянка № 6 має середній показник асиметрії - 0,053, що відповідає умовній нормі. На вулицях Сегедська, Армійська, Літературна значення асиметрії рівні нормі. На вулицях Академічна, провулок Курортний, Французький бульвар спостерігається слабка асиметрія листя липи. Середня асиметрія відзначена на проспекті Шевченка.

При порівнянні показників асиметрії липи на 6 ділянках м. Одеси виявлена найбільша асиметрія на 1 ділянці (табл. 3.2.2, рис. 3.2.4). Зниження асиметрії спостерігається пна ділянках: 4 і 3. На ділянках: 2, 6, 5 показник в рамках норми.

Таблиця 3.2.2 - Показники асиметрії на території м. Одеси

№ ділянки	Середні значення асиметрії	№ групи за Захаровим	У відношенні до фону
1	0,058	2гр.	1,38
2	0,053	Норма -1 гр.	1,27
3	0,056	2 гр.	1,32
4	0,056	2 гр.	1,33
5	0,052	Норма 1 гр.	1,25
6	0,053	Норма 1 гр.	1,26

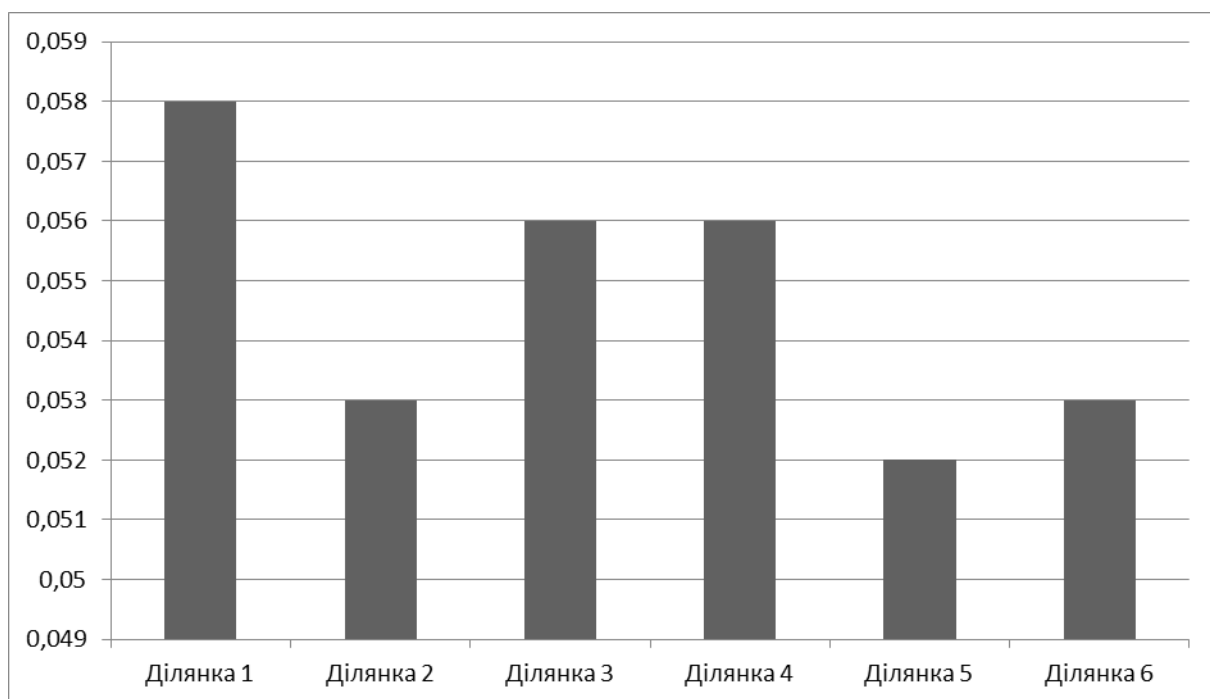


Рис 3.2.4 - Прояв асиметрії на ділянках м. Одеса

На всіх ділянках міста відзначено стійке перевищення асиметрії над фоновим значенням, ряд убунання виражений: 1 > 4 > 3 > 2 > 6 > 5. Перевищення фонових значень встановлено в 1,18 - 1,38 разів.

Деревостан липи з показниками асиметрії 3 і 4 гр. тобто середня і сильна асиметрія приурочені до вулиць з хорошим озелененням (табл. 3.2.3). Ці ділянки, що знаходяться в різних місцях міста, представляють собою рекреаційні зони з щільним і численним деревостаном. Це паркові зони міста,

які є буфером, затримують основні пилові потоки і токсичні компоненти на листовій поверхні.

Таблиця 3.2.3 - Прояв аномальної асиметрії листя липи звичайної *Tilia cordata*, на території м. Одеси

Місце відбору	Показники асиметрії	Група	Відношення до фону	№ ділянки
Савицький парк	0.064	3гр.	1,53	1
Преображенський парк	0.065	3гр.	1,54	1
Парк Шевченка	0.064	3гр.	1,53	3
Парк обласної ради	0.067	4гр.	1,59	4
Парк Перемоги	0.065	4гр.	1,56	4
Артилерійський парк	0.062	3гр.	1,47	6

Ступінь ранжування досліджених ділянок м. Одеси за проявом максимальної флуктуаційної асиметрії виражений в ряду убутання: 1 = 4 > 3 > 2 = 6 > 4

Таким чином, застосування методу аналізу асиметрії листя липи звичайної дозволило виявити нерівномірність рівня флуктуаційної асиметрії на території м. Одеси.

Поширення аномалії носить плямистий характер, найбільше вони виражені на ділянках 1, 4, 3 (захід, південь, центр).

Повсюдно у місті відзначено перевищення асиметрії порівняно з фоновими показниками від 1,12 - 1,59 раз (фон – селище Алтестово). Найбільш високі прояви асиметрії (3, 4 гр.) виражені на ділянках з щільними деревними посадками, в паркових зонах міста, які є буфером, що затримують основні пилові потоки і токсичні компоненти на листовій поверхні.

Використаний в даній роботі метод асиметрії листя дозволяє побічно оцінювати забруднення повітря, ступінь і небезпеку впливу комплексу техногенних забруднювачів на зелений фонд міської екосистеми.

В цілому застосування даного методу в екомоніторингу довкілля має практичне значення для оцінки характеру антропогенного і техногенного впливу на рослинний компонент урбоекосистеми.

3.3 Життєвий стан масових видів дерев в техногенних умовах м. Одеси

У підрозділі наведені результати дослідження життєвого стану 5 масових видів дерев на території м. Одеси в умовах багаторічного техногенного пресингу. Вивчено стан посадок: липи звичайної (*Tilia cordata*), тополі чорної (*Populus nigra* L.), сосни звичайної (*Pinus silvestris* L.), явору (*Acer pseudoplatanus*), клена звичайного (*Acer platanoides*). Основна частина міських посадок представлена перестійними деревами, вік яких перевищує 40 років. На обстеженій території м. Одеси умовно виділили 5 ділянок: північно-східна, і південно-східна частини міста, промислова зона: західна і північно-західна зона.

На основі класифікації [3] були виділені 3 групи життєвого стану:

1 група - задовільний життєвий стан (умовно здорові дерева, не більше 20% слабо пошкоджених дерев);

2 група - незадовільний життєвий стан (середньо пошкоджені дерева, не більше 50% пошкоджених дерев);

3 група - критичний життєвий стан (свіжий і старий сухостій).

3.3.1. Аналіз життєвого стану липи звичайної (*Tilia cordata*)

Кількість липи звичайної на всіх ділянках м. Одеси становить 326; з них найбільшу кількість дерев 260 дерев (79,8%) характеризується задовільним станом (табл. 3.3.1); найменша кількість – 21, що становить 6,3% дерев - в критичному стані.

Таблиця 3.3.1 - Життєвий стан липи звичайної (*Tilia cordata*)

№ ділянки	Кількість дерев	Життєвий стан					
		задовільний		незадовільний		критичний	
		кіль-ть	%	кіль-ть	%	кіль-ть	%
Східна частина	161	139	86,5	15	9,36	7	4,3
Північна частина	3	3	87,5	1	12,5	-	-
Південно-східна частина	102	94	93,2	7	6,92	1	0,77
Північно-західна промзона	26	20	74,4	6	25,5	1	1,52
Західна промзона	32	4	12,9	16	49,0	12	38,0
Разом	326	260	79,8	45	13,8	21	6,3

На південній ділянці спостерігається велика частина деревостану липи звичайної (86,5%) в задовільному стані, найменша частина - в критичному стані (4,3%).

У західній частині міста в задовільному стані липи звичайної знаходиться 87,5%, в незадовільному - 12,5%. Південно-східна частина міста знаходиться в підвітряній частині міста, що, можливо, впливає на невисокий відсоток дерев з критичними показниками (0,77%). На даній ділянці посадки липи звичайної - здорові (93,2%).

У промислових зонах міста різко зростає ступінь пригноблених дерев. Так, в північно-західній промзоні чверть деревостану липи - в незадовільному і критичному стані (25,5% і 1,5% відповідно). Західна промислова зона міста характеризується найбільш високими показниками критичного і незадовільного стану (49% і 38% відповідно). Цей район можна вважати самим неблагополучним, що можна пов'язати з техногенним впливом численних промислових підприємств.

Таким чином, прояв задовільного стану у липи на території Одеси виражено в ряду убунання: південно східна частина> північна частина> східна частина> північно-західна промзона> західна промзона. Незадовільний стан проявляється в ряду: західна промзона> північно-західна промзона> північна частина> східна частина> південно-східна частина. Критичний стан відображено так: західна промзона> східна частина міста> північно-західна промзона> південно-східна частина> північна частина.

Ступінь неблагополуччя липи звичайної в обстежених районах м. Одеси виражена в ряду убунання: західна промзона> північно-західна промзона> східна частина> північна частина> південно-східна частина міста (табл. 3.3.2).

В цілому у м. Одеса відзначено, що липа звичайна характеризується переважно задовільним станом. Тобто, даний вид в міських посадках є досить життєздатним, оскільки 79,8% деревостану липи знаходиться в задовільному стані. В селітебній частині м. Одеса з розглянутої вибірки лип (2675 рослин) 88,6% дерев знаходяться в хорошому стані, а в промзонах (592 рослин) тільки

40% здорові. Екологічне ранжування міста станом липи виявило найбільш неблагополучну ситуацію в західній та північно-західній промислових зонах.

Таблиця 3.3.2 - Екологічне ранжування за ступенем неблагополуччя липи звичайної (*Tilia cordata*)

Ділянки	Показники	Бал	Ранг
Західна промзона	1+ 1+ 1/3	1	1
Північно-західна промзона	2 + 2+3 /3	3	2
Східна частина	3+4+2/3	3	3
Північна часть	4 + 3 + 5 / 3	4	4
Південно-східна частина	5 + 5 + 4 / 3	4,6	5

3.3.2 Аналіз життєвого стану клена звичайного (*Acer platanoides*)

Загальна кількість клена звичайного на досліджуваних ділянках становить 2299 дерев, з них 1151 (50,0%) деревостану знаходиться в задовільному стані, 734 дерев (31,9%) в незадовільному стані, 414 дерев (18,0%) в критичному стані (табл. 3.3.3).

Таблиця 3.3.3 - Життєвий стан клена звичайного (*Acer platanoides*)

№ ділянки	Кіл-ть дерев	Життєвий стан					
		задовільний		незадовільний		критичний	
		кіл-ть	%	кіл-ть	%	кіл-ть	%
Східна частина міста	219	168	76,6	49	22,6	1	0,72
Північна частина	47	34	70,4	13	26,2	2	3,35
Південно-східна частина міста	621	345	88,3	45	11,4	2311	37,2
Північно-західна промзона	733	477	65,0	212	28,9	439	5,9
Західна промзона	678	127	18,7	415	61,2	1358	20,0
Всього	2299	1151	50,0	734	31,9	414	18,0

Східна частина міста: Найбільша кількість клена звичайного 76,6% знаходиться в задовільному стані, 22,6% в незадовільному стані, і найменше 0,72% в критичному стані.

Північна частина міста: 70,4% деревостану знаходиться в задовільному стані, 26,2% в незадовільному стані і найменшу кількість 3,35% в критичному стані.

Південно-східна частина міста: найбільш сприятлива ситуація в задовільному стані 88,3% деревостану, 11,4% клена звичайного знаходиться в незадовільному стані.

Північно-західна промислова зона міста: характеризується, що 65,0% клена знаходиться в задовільному стані і 5,9% в критичному стані

Західна промислова зона міста: відзначено, що 61,2% клена знаходиться в незадовільному стані, 18,7% в задовільному стані.

За задовільним станом: в південно-східній частині міста 88,3% клена звичайного, в східній частині міста - 76,6%, в північній частині - 70,4%, в північно-західній промисловій зоні - 65,0%, в західній промисловій зоні - 18,7%. За незадовільним станом: в західній промисловій зоні 61,2% деревостану, в північно-західній промисловій зоні - 28,9%, в північній частині - 26,2%, в східній частині - 22,6%, в південно-східній частині міста - 11,4%.

За критичним станом: в південно-східній частині міста - 37,2% клена звичайного знаходиться в критичному стані, в західній промисловій зоні - 20,0%, в північно-західній промисловій зоні - 5,9%, в північній частині міста - 3,35 % і найменше становить східна частина міста - 0,72%.

Проведено екологічне ранжування за ступенем пригніченості клена звичайного на території м. Одеси за рівнем зменшення. За задовільним станом ступінь ранжування виглядає наступним чином: західна промислова зона <північно-західна промислова зона <північна частина <східна частина <південно східна частина.

За незадовільним станом: західна промислова зона> північно-західна промислова зона> північна частина> східна частина> південно-східна частина.

За критичним станом ступінь ранжування виглядає наступним чином: східна частина> північна частина> північно-західна промислова зона> західна промислова зона> південно-східна частина.

Таким чином, ступінь неблагополуччя *Acer platanoides* в обстежених районах міста виражена в ряду убування: північно-західна промзона > західна промзона > північна частина > східна частина > південно-східна частина міста (табл. 3.3.4).

Таблиця 3.3.4 - Екологічне ранжування за ступенем неблагополуччя клена звичайного (*Acer platanoides*)

Ділянки	Показники	Бал	Ранг
Західна промзона	1+1+4/3	2	2
Північно-західна промзона	1+1+3/3	1,6	1
Східна частина	4+4+1/3	3	4
Північна частина	3+3+2/3	2,6	3
Південно-східна частина	5+5+5/3	5	5

3.3.3 Аналіз життєвого стану сосни звичайної (*Pinus silvestris* L.) на території м. Одеси

Загальна кількість сосни звичайної становить 1472, з них в задовільному стані 714 дерев (48,5%), кількість в незадовільному стані складає 675 дерево (45,8%), 83 дерева (5,6%) в критичному стані (табл. 3.3.5).

У східній частині міста спостерігається, що 81,7% - деревостану знаходиться в задовільному стані, 17,5% - в незадовільному і найменшу кількість 0,81% - сосни звичайної в критичному стані.

Таблиця 3.3.5 - Житєвий стан сосни звичайної *Pinus silvestris* L.

№ ділянки	Кількість дерев	Життєвий стан					
		задовільний		незадовільний		критичний	
		кіль-ть	%	кіль-ть	%	кіль-ть	%
Східна частина міста	329	269	81,7	57	17,5	2	0,8
Північна частина	6	4	65,6	2	31,3	1	3,1
Південно-східна частина міста	784	270	37,0	447	62	66	8,5
Північно-західна промзона	151	24	15,8	125	82,8	2	1,3
Західна промзона	201	146	72,7	43	21,3	12	5,8
Всього	1472	714	48,5	675	45,8	83	5,6

Північна частина міста характеризується найбільшою кількістю 65,6% - сосни звичайної, яка знаходиться в задовільному стані, 31,3% - в незадовільному стані, 3,1% - в критичному стані.

В південно-східній частині міста більша кількість 62,0% - знаходиться в незадовільному стані, 37,0% - в задовільному стані, 8,5% - в критичному стані. Північно-західна промислова зона міста найбільш несприятлива ситуація спостерігається 82,8% - в незадовільному стані, потім 15,8% - в задовільному стані, мінімальна кількість 1,3% - в критичному стані.

Західна промислова зона міста на цій ділянці складає більш сприятлива ситуація 72,7% - в задовільному стані сосни звичайної, 21,3% - в незадовільному стані, 5,8% - в критичному стані.

За задовільним станом: На підставі отриманих даних зазначено, що 81,7%, - в східній частині міста, 72,7% - в західній промисловій зоні, 65,6%, - в північній частині, 37,0% - в південно-східній частині, 15,8% - в північно-західній промисловій зоні.

За задовільним станом: На підставі отриманих даних зазначено, що 81,7%, - в східній частині міста, 72,7% - в західній промисловій зоні, 65,6%, - в північній частині, 37,0% - в південно-східній частині, 15,8% - в північно-західній промисловій зоні.

За незадовільним станом: В незадовільному стані 82,8% - в північно-західній промисловій зоні, 62,0% - в південно-східній частині міста, 31,3% - в північній частині, 21,3% - в західній промисловій зоні, 11, 5% - в східній частині міста. За критичним станом: 8,5% - в південно-східній частині міста, 5,87% - в західній промисловій зоні, 3,1% - в північній частині міста, 1,3% - в північно-західній промисловій зоні, 0,81% - в східній частині міста.

Таким чином, за ступенем наростання критичного стану сосни звичайної вивчені ділянки можна розглядати в певному порядку. Проведено екологічне ранжування за ступенем пригніченості сосни звичайної на території м. Одеси за рівнем зменшення.

За задовільним станом ступінь ранжування виглядає наступним чином: північно-західна промислова зона <південно-східна частина <північна частина <західна промислова зона <східна частина.

За незадовільним станом: північно-західна промзона> південно-східна частина> північна частина> західна промислова зона> східна частина.

За критичним станом: східна частина> північно-західна промислова зона> північна частина> західна промислова зона> південно - східна частина.

Таким чином, ступінь неблагополуччя в обстежених районах м. Одеси виражений в ряду убунання: північно-західна промзона> південно-східна частина міста> східна частина> північна частина> західна промзона (табл. 3.3.6).

Таблиця 3.3.6 - Екологічне ранжування за ступенем неблагополуччя сосни звичайної *Pinus silvestris* L.

Ділянки	Показники	Бал	Ранг
Західна промзона	4+4+4/3	4	4
Північно-західна промзона	1+1+2/3	1,3	1
Східна частина	5+5+1/3	3,6	3
Північна частина	3+3+3/3	4	4
Південно-східна частина	2+2+5/3	3	2

3.3.4 Аналіз життєвого стану явору (*Acer pseudoplatanus*)

Загальна кількість явору становить 1008, з них в задовільному стані 467 примірників (46,2%), в незадовільному стані - 462 (45,8%), в критичному - 78 (7,8%) (табл. 3.3.7).

Східна частина міста характеризується найбільшою кількістю 61,9% явору, знаходиться в задовільному стані, а найменше 2,6% в критичному стані. Північна частина міста: на цій ділянці спостерігається найбільша кількість деревостану в задовільному стані 69,0%, в незадовільному стані 26,7%, в критичному стані 4,15%. Південно-східна частина міста: характеризується

найбільш сприятливою ситуацією 19,2% деревостану, знаходиться в задовільному стані, 42,8%) знаходиться в критичному стані.

Таблиця 3.3.7 - Життєвий стан явору (*Acer pseudoplatanus*)

№ ділянки	Кіл-ть дерев	Життєвий стан					
		задовільний		незадовільний		критичний	
		кіл-ть	%	кіл-ть	%	кіл-ть	%
Східна частина міста	57	35	61,9	20	35,4	2	2,6
Північна частина	38	26	69,0	10	26,7	1	4,15
Південно-східна частина міста	100	46	79,2	11	19,7	43	42,8
Північно-західна промзона	58	21	37,3	36	61,3	1	13,6
Західна промзона	752	336	44,6	384	51,0	31	4,22
Всього	1008	467	46,2	462	45,8	78	7,8

Північно-західна промислова зона міста: на даній ділянці спостерігається, що 61,3% явору знаходиться в незадовільному стані.

Західна промислова зона міста: як і в східній промисловій зоні, відзначено більшу кількість дерев, які знаходяться в незадовільному стані 51,0% .

За задовільним станом: на підставі отриманих даних зазначено, що в задовільному стані знаходиться 79,2% дерев в південно-східній частині міста, 69,0% - в північній частині, 61,9% - в східній частині, а найменше 44,6% - в західній промзоні і 37,3% в північно-західній промзоні.

За незадовільним станом: спостерігається 61,3% деревостану в північно-західній промзоні, 51,0% - в західній промзоні; 35,4% - в східній частині; 26,7% - в північній частині міста; 19,7% - в південно-східній.

За критичним станом: найбільш несприятлива ситуація відзначена в південно-східній частині міста, де 42,8% деревостану знаходиться в критичному стані, 13,6% - в північно-західній промзоні, 4,22% - в західній промзоні, 4,15% - в північній частині і 2,6% - в східній частині міста.

За ступенем наростання критичного стану (в результаті техногенного впливу) вивчені ділянки можна розглянути в певному порядку. Проведено екологічне ранжування за ступенем пригніченості явору на території м. Одеси за рівнем зменшення.

За задовільним станом виділено ряд: північно-західна промзона <західна промзона <східна частина <північна частина <південно східна частина. За незадовільним станом: північно-західна промзона> західна промзона> східна частина> північна частина> південно- східна частина.

За критичним станом: південно-східна частина> північно-західна промзона> західна промзона> північна частина> східна частина.

Таким чином, ступінь неблагополуччя явору в обстежених районах м. Одеси виражена в ряду убунання: північно-західна промзона> західна промзона> східна частина> південно-східна частина міста> північна частина (табл. 3.3.8)

Таблиця 3.3.8 - Екологічне ранжування за ступенем неблагополуччя явору (*Acer pseudoplatanus*)

Ділянки	Показники	Бал	Ранг
Західна промзона	2+2+3/3	2,3	2
Північно-західна промзона	1+1+2/3	1,3	1
Східна частина	3+3+5/3	3,6	3
Північна частина	4+4+4/3	4	4
Південно-східна частина	5+5+1/3	3,6	3

3.3.5 Аналіз життєвого стану Тополі чорної (*Populus nigra*) на території м. Одеси

Всього на досліджуваних ділянках міста загальна кількість тополі чорної склала - 2219 дерев, з них в задовільному стані знаходиться 1248 (56,2%), в незадовільному 565 (25,4%), в критичному стані 406 (18,3%) (табл. 3.3.9).

Східна частина міста характеризується: 74,2% тополі чорної знаходиться в задовільному стані, а найменша кількість 1,05% в критичному стані.

Північна частина міста характеризується тим, що 67,4% деревостану знаходиться в задовільному стані, 29,7% в незадовільному, а 2,8% в критичному стані.

Південно-східна частина міста — найбільш сприятлива ситуація 83,5% знаходиться в задовільному стані, найменша кількість знаходиться в задовільному і в критичному стані 11,8% і 5,1%. Північно-західна промислова зона міста: найбільша кількість тополі чорної знаходиться в незадовільному і в критичному стані (31,29%)

Західна промислова зона міста: в задовільному стані 71,9%, в незадовільному 14,7%, в критичному стані 13,1%.

Таблиця 3.3.9 - Життєвий стан тополі чорної (*Populus nigra*)

№ ділянки	Кількість дерев	Життєвий стан					
		задовільний		задовільний		критичний	
		кіль-ть	%	кіль-ть	%	кіль-ть	%
Східна частина міста	85	63	74,2	21	33,3	1	1,05
Північна частина міста	17	12	67,4	5	29,7	1	2,85
Південно-східна частина міста	759	215	83,5	254	11,8	289	5,15
Північно-західна промзона	615	423	68,6	175	28,4	17	2,89
Західна промзона	742	534	71,9	109	14,7	97	13,1
Всього	2219	1248	56,2	564	25,4	406	18,3

За задовільним станом спостерігається наступне: 83,5% тополі чорної - в південно-східній частині міста, 74,2% - в східній частині міста, 71,9% - в західній промисловій зоні, 68,6% - в північно-західній промисловій зоні, 61,4% - в північній частині.

За незадовільним станом: незадовільний стан характеризується наступним чином: 33,3% тополі чорної знаходиться в східній частині міста; 29,7% - в північній частині; 28,4% - північно-західна промислова зона, 14,7% - в західній промисловій зоні, 11,8%. - в південно-східній частині міста.

За критичним станом: найбільш несприятлива ситуація відзначена в західній промисловій зоні де - 13,1% деревостану знаходиться в пригніченому

стані, потім 5,1% тополі чорної - в південно-східній частині, 2,89% - у північно-західній промисловій зоні, 2,8% - в північній частині і найменше 1,05% - в східній частині міста.

Проведено екологічне ранжування за ступенем пригніченості тополі чорної на території м. Одеси. За задовільним станом: північна частина <північно-західна промислова зона <західна промислова зона <східна частина <південно-східна частина.

За незадовільним станом ступінь ранжування виглядає наступним чином: східна частина> північна частина> північно-західна промзона> західна промислова зона> південно-східна частина.

За критичним станом ступінь ранжування виглядає наступним чином: західна промислова зона> південно-східна частина> північно-західна промислова зона> північна частина> східна частина.

Таблиця 3.3.10 - Екологічне ранжування за ступенем неблагополуччя тополі чорної (*Populus nigra*)

Ділянки	Показники	Бал	Ранг
Західна промзона	3+4+1/3	2,6	2
Північно-західна промзона	2+3+3/3	2,6	2
Східна частина	4+1+5/3	3,3	3
Північна частина	1+2+4/3	2,3	1
Південно-східна частина	5+5+2/3	4	4

Таким чином, ступінь неблагополуччя *Populus nigra* в обстежених районах м. Одеси виражена в ряду убубання: північна частина> західна промзона> північно-західна промзона> східна частина> південно-східна частина міста (табл. 3.3.10).

3.4 Аналіз життєвого стану п'яти масових видів дерев

Комплексне вивчення стану рослинного компонента природного середовища м. Одеси в умовах тривалого техногенного забруднення з метою оцінки ризику і прогнозування подальшої екологічної ситуації ведеться з 2015

року і включає в себе інвентаризацію та фітопатологічне обстеження зеленого фонду (Каденова А.Б. та ін., 2015; Каденова і ін., 2015; Шаймарданова, 2015; Шаймарданова і ін., 2015). Як встановлено авторами міські посадки в Одесі вражені різними хворобами. Для липи звичайної характерні: всихання гілок (збудник *Cytospora betulina* Ehr.) - 1,4%, бактеріальна водянка (збудник - бактерія *Erwinia multivora*) - 0,2%. Для сосни звичайної - смоляний рак (збудник - *Peridermium pini* Lev. Et Kleb) - 10,4%, шютте звичайне (збудник - *Lophodermium pinastri* Chev) - 1,03%. Для явору - голландська хвороба ільмових (збудник - гриб *Graphium ulmi* Schw.) - 87,7%. Для клена звичайного - всихання гілок або крайовий некроз (збудник - гриб *Nectria cinnabarina* Fr.) - 12,4%, чорна плямистість листя клена (збудник - гриб *Rhytisma acerinum* Fr.) - 0,54%. Для тополі чорної - цитоспороз (збудник - *Cytospora chrysosperma* Fr.) - 1,55%, мокрий виразково-судинний рак (збудник - бактерія *Pseudomonas remifaciens* Konig) - 0,19%.

Загальна кількість обстеженого деревостану в м. Одеса становить понад 10 тисяч рослин. Масовість дерев в міських посадках (%) виражена в ряду убунання: клен звичайний> тополя чорна> сосна звичайна> явір> липа звичайна (табл. 3.4.1).

Таблиця 3.4.1 - Характеристика життєвого стану масових видів дерев м. Одеси

Вид	Всього		Життєвий стан					
			задовільний		незадовільний		критичний	
	кіль-ть	%	кіль-ть	%	кіль-ть	%	кіль-ть	%
Липа звичайна	326	4,4	260	79,8	45	13,8	21	6,3
Сосна звичайна	1472	20,1	714	48,5	675	45,8	83	5,6
Тополя чорна	2219	30,2	1248	56,2	564	25,4	406	18,3
Явір	1008	13,7	467	46,2	462	45,8	78	7,8
Клен звичайний	2299	31,3	1151	50,0	734	31,9	414	18,0
Всього	10948		3841	52,4	2481	33,8	1002	13,6

З обстежених посадок здоровими є 52,4% і майже половина (47,6%) - в незадовільному і критичному стані (33,8%) і 13,6% відповідно).

Було виявлено, що задовільний стан в порядку убування виражено в ряду: липа звичайна (79,8%)> тополя чорна (56,2%)> клен (50,0%)> сосна звичайна (48,5%)> явір (46,2%);

Незадовільний стан максимально виражений у сосни звичайної (45,8%) і явору (45,8%), в меншій мірі: клен (31,9%), тополя чорна (25,4%), липа звичайна (3, 8%). Критичний стан виражено: тополя чорна (18,3%), клен (18,0%), явір (7,8%), липа звичайна (6,3%>), сосна звичайна (5,62%).

На території м. Одеси найбільш стійкою до негативного техногенного впливу та адаптованої до умов, що склалися з п'яти масових видів є липа звичайна, а найменш - явір.

Ступінь ранжування обстежених ділянок м. Одеси за пригніченістю дерев виражена в ряду убування: північно-західна промзона> західна промзона> східна частина> північна частина> південно-східна частина (табл. 3.4.2).

Ранжування по екологічній стійкості вивчених видів, проведено з урахуванням показників життєвого стану та захворюваності 5 масових видів дерев визначило наступний ряд убування: липа звичайна - тополя чорна - сосна звичайна - клен звичайний - явір.

Таблиця 3.4.2 - Екологічне ранжування ділянок м. Одеси

Ділянки	Показники	Бал	Ранг
Західна промзона	1+2+2+4+2/5	2,2	2
Північно-західна промзона	2+1+1+1+2/5	1,4	1
Східна частина	3+3+4+3+3/5	3,2	3
Північна частина	4+4+3+4+1/5	3,2	3
Південно-східна частина	5+3+5+2+4/5	3,8	4

Причинами масового гноблення дерев є природно-техногенні фактори. До техногенних факторів забруднень можна віднести аерогенні викиди

підприємств. Забруднення ґрунтів м. Одеси носить поліметальний характер і розподіляється мозаїчно, утворюючи осередки. Ґрунти центральної (селітебної) зони мають допустимий рівень забруднення, а ґрунти західної і північно-західної промзон характеризуються високим ступенем забруднення.

Аналіз просторового розподілу пригноблених дерев виявив нерівномірність захворюваності і приуроченість неблагополучних за проявами життєвого стану дерев до ділянок, наближених до західної і північно-західної промзон міста. Отримані дані узгоджуються з дослідженнями [41-43], що встановили мозаїчне; високого ступеня забруднення ґрунтів і снігового покриву в даних промислових зонах м. Одеси. За середнім сумарним коефіцієнтом забруднення на території міста визначено такий ряд: західна промзона > північно-західна промзона > центральна (селітебна) зона .

Відповідно до домінуючого південного і південно-східного вітру велика частина деревостану, розташована в береговій частині міста, прилеглої до Чорного моря, може служити бар'єром для вітрового перенесення пилу. Цим можна пояснити найбільше екологічне неблагополуччя для дерев в південній частині міста. Західна і північно-західна промзони також несприятливі для деревостану в зв'язку з багаторічним техногенним навантаженням.

Таким чином, на території м. Одеси найбільш стійкою до негативного техногенного впливу та адаптованої до умов, що склалися з п'яти масових видів є липа звичайна, а найменш - явір. Один рівень стійкості мають тополя, клен і сосна. Показники життєвого стану дерев і фітопатологічного стану необхідно включити в комплексний екомоніторинг м. Одеси як індикаторні показники рівня екологічного стану природного середовища міста.

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Безпека праці в хімічних лабораторіях

Безпека праці в хімічних лабораторіях. Роботи в хімічних лабораторіях повинні виконуватися з урахуванням вимог НПАОП 73.1-1.06-77 “Основні правила безпечної роботи в хімічних лабораторіях” [48].

Всі роботи, пов'язані з виділенням шкідливих парів чи газів, повинні проводитися під витяжними шафами. Забороняється проводити такі роботи при несправній або не увімкнутій вентиляції. Категорично забороняється зберігання будь-яких реактивів без етикеток з назвами речовин. Неприпустимо захарашувати коридори і проходи в лабораторіях, а також підходи до засобів пожежогасіння. Забороняється зберігати і приймати в хімічній лабораторії їжу.

При роботі у вечірній і нічний час в лабораторіях повинні знаходитися не менше двох осіб, при цьому одна з них призначається головною.

Співробітники, що приступають до нового виду вогнебезпечної або вибухонебезпечної роботи, повинні отримати попередній інструктаж з техніки безпеки (ТБ), охорони праці (ОП) та пожежної безпеки (ПБ) від свого керівника.

Особливі вимоги пред'являються до зберігання речовин. Загальний запас одночасно зберігаючихся в кожному приміщенні вогнебезпечних рідин не повинен перевищувати одноденної потреби. Основний запас цих речовин має зберігатися на спеціальних складах. Неприпустимо зберігання горючих рідин у поліетиленовому посуді.

Отруйні сильнодіючі речовини такі як миш'як та його сполуки, синильна кислота і її солі та інші повинні зберігатися в спеціально відведеному місці в опломбованій шафі або в залізному ящику під замком. Судини з отруйними речовинами повинні мати яскраві етикетки з чітким написом "Отрута!" і назвою речовини. Відповідальність за зберігання, облік і витрачання сильнодіючих отруйних речовин (СДОР) покладається на особу, призначену наказом по підприємству (установі, організації).

4.2 Основні заходи пожежної профілактики в науково-дослідних лабораторіях

У звичайних умовах горіння являє собою процес окислення або з'єднання горючої речовини з киснем повітря, що супроводжується виділенням тепла і світла. Однак деякі речовини, наприклад, стиснений ацетилен, озон, вибухові речовини, можуть вибухати і без кисню повітря з утворенням тепла та полум'я, тобто горіння може бути не тільки реакцією окислення, але і розкладання. Відомо також, що водень й деякі метали можуть горіти в атмосфері хлору, мідь – у парах сірки, магній – в двоокисі вуглецю.

Також пожежонебезпечними є горючі речовини в пилоподібному стані. Осілий на обладнанні або виступаючих частинах конструкцій будівель пил може тліти й горіти. Зважений пил (аерозоль) здатний утворювати вибухонебезпечну суміш. Будьякий пил адсорбує гази, і, в тому числі, складові повітря. З часом в шарі повітря, адсорбованому порошинами, підвищується вміст кисню, що полегшує процес окислення і займання пилу. Швидкість реакції горіння зростає із збільшенням питомої поверхні пилу. Тому при визначенні ступеня небезпеки пилу, що знаходиться у виробничому приміщенні, в першу чергу, необхідно враховувати здатність пилу утворювати з повітрям вибухонебезпечні суміші, а також чутливість таких сумішей до різних джерел займання. Нижні концентраційні межі запалення пилоповітряних сумішей на хімічних підприємствах коливаються для більшості речовин від 2,5 г/м³ до 30 г/м³. Високі концентрації пилу можуть спостерігатися тільки всередині хімічних апаратів або в дуже сильно запиленому приміщенні. Для запобігання вибуху пилоповітряних сумішей або зменшення руйнуючої дії такого вибуху на апаратах (бункерах, млинах, сепараторах) встановлюються розривні мембрани, а також пристрої для подачі в пилепроводи інертних газів (двоокисі вуглецю або водяної пари) [54].

Тверді речовини, особливо вугілля, здатні на своїй поверхні адсорбувати повітря. У пористу речовину при сильно розвинутій поверхні в адсорбованому шарі повітря, збагаченого киснем, швидкість окислювальної реакції сильно

зростає. Якщо тепловіддача в навколишнє середовище порівняно мала, то в цій речовині різко підвищується температура, і окислювальний процес сильно прискорюється.

Самозайманням називається явище різкого збільшення швидкості екзотермічних реакцій, що призводять до виникнення горіння речовини при відсутності джерел запалювання. Чим нижче температура, при якій починається процес самозаймання, тим речовина більш небезпечна. Такі процеси можуть починатися вже при температурах 10-20°C. Речовини, схильні до самозаймання, діляться на 4 групи: I – речовини рослинного походження (часто це недосушені продукти рослинництва (сіно, солома), в яких при температурі 60-70°C відбуваються біологічні процеси, що переходять в хімічні процеси окислення, які закінчуються самозаймання); II – торф і копалини вугілля; III – мастила і жири (найбільш небезпечне ляна олія. Особливу небезпеку представляють тканини (спецодяг), обтиральні матеріали, на які потрапили рослинні олії. Через великі поверхні волокон тканини, на якій тонким шаром розподілено мастило, різко прискорюється реакція окислення, що супроводжується виділенням тепла. Через малу теплопровідність тканин процес нагрівання починається вже при 10–15°C і через 3–4 години може закінчитися самозаймання.); IV – хімічні речовини і суміші, які, в свою чергу, діляться на 3 підгрупи: а) речовини, займисті при зіткненні з повітрям (білий фосфор, цинкова і алюмінієва пудра, деревне вугілля); б) речовини, займисті при зіткненні з водою (лужні метали, карбід кальцію та ін., при їх взаємодії з водою утворюються горючі гази, самозаймисті за рахунок теплоти реакції); в) окислювачі, що викликають запалення при змішуванні з ними органічних речовин (кисень, азотна кислота, марганцево-кислий калій, селітра, хлорне вапно).

РОЗДІЛ 5 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

Під час воєнного стану основним завданням є збереження життя людей. Оскільки в лабораторіях працюють та навчаються студенти то існує ймовірність повітряної небезпеки та інших загроз зі сторони загарбника. Рішення задач з оцінки захисту персоналу навчального закладу в надзвичайних ситуаціях є досить актуальним.

Проведемо оцінку захисту персоналу навчального закладу в надзвичайних ситуаціях.

Оцінити, чи забезпечується надійний захист персоналу в наявній захисній споруді під час можливих аварій. Вихідні дані для розрахунку:

1. Чисельність персоналу навчального корпусу – 420 осіб.
2. Характеристика сховища:
 - а) площа приміщень для тих, хто укривається – 178 м²;
 - б) площа допоміжних приміщень – 46 м²;
 - в) висота приміщень – 3 м.
3. Кількість ФВК (фільтровентиляційний комплект) – 3 шт.
4. Аварійний запас води – 2650 л.
5. Максимальна запланована тривалість перебування людей у сховищі – 2 доби.

1. Оцінюємо місткість захисної споруди. Розраховуємо місткість сховища за площею (M_n):

$$M_n = S_{\text{укр}} / S_1 = 178 / 0,4 = 445 \text{ осіб}$$

де $S_{\text{укр}}$ - площа приміщення для тих, хто укривається, м²;

S_1 - норма площі на одну особу, м² ($S_1=0,5$ м² - якщо висота приміщення становить 2,15...2,9 м²; $S_1=0,4$ м² - якщо висота приміщення становить понад 2,9 м²).

Місткість сховища за об'ємом (M_o) визначаємо за формулою:

$$M_o = \frac{(S_{\text{укр}} + S_{\text{доп}})}{V_1} \cdot h = \frac{(178 + 46)}{1,5} \cdot 3 = 448 \text{ осіб}$$

де $S_{\text{доп}}$ - сумарна площа допоміжних приміщень у зоні герметизації, м²;

h - висота приміщень, м;

V_1 - норма об'єму приміщення на одну особу ($V_1=1,5\text{м}^3$).

Місткість сховища визначаємо за меншим значенням M_n та M_o , відповідно в даному сховищі можуть укритись 445 осіб. Таким чином, сховище здатне укрити 420 осіб, які знаходяться в навчальному корпусі.

2. Оцінюємо можливості системи забезпечення сховища повітрям.

Система забезпечення сховища повітрям працює, як правило, у двох режимах:

режим I - чиста вентиляція (зовнішнє повітря очищується від пилу, в тому числі і від радіоактивного, на сітчастих фільтрах, змащених веретенною олією);

режим II - фільтровентиляція (повітря додатково пропускається через фільтри-поглиначі для очищення від хімічних отруйних речовин, бактеріальних засобів і радіоактивного пилу).

У сховищах, розташованих у пожежонебезпечних районах, у зонах катастрофічного затоплення, на радіаційно та хімічно небезпечних об'єктах, передбачається *режим III* - повна ізоляція або регенерація з подаванням кисню з балонів у сховище.

Реалізація зазначених режимів здійснюється за допомогою фільтровентиляційних комплектів (ФВК). Продуктивність одного фільтровентиляційного комплексу становить:

- в режимі I – 1200 м³/год.;
- в режимі I – 300 м³/год.
- в режимі I – один ФВК забезпечує повітрям 150 осіб.

Для режимів I та II встановлені норми подачі повітря на одну особу, м³/год.:

- в режимі I – 10 м³/год.;
- в режимі I – 2 м³/год.

Відповідно до вихідних даних, система подачі повітря повинна забезпечити всі три режими роботи.

В режимі I повітрям можуть бути забезпечені:

$$N_I = \frac{n \cdot g_I}{W_I} = \frac{3 \cdot 1200}{10} = 360 \text{ осіб.}$$

де n - кількість ФВК у сховищі; g_I - продуктивність одного ФВК в режимі I, м³/год.;

W_I - норма повітря на одну людину в режимі I, м³/год.

В режимі II повітрям можуть бути забезпечені:

$$N_{II} = \frac{n \cdot g_{II}}{W_{II}} = \frac{3 \cdot 300}{2} = 450 \text{ осіб.}$$

В режимі III повітрям можуть бути забезпечені:

$$N_{III} = 150 \cdot n = 150 \cdot 3 = 450 \text{ осіб.}$$

Таким чином, в режимі I, відповідно до норм, не забезпечено повітрям 60 осіб (420-360=60 осіб).

3. Оцінюємо достатність аварійного запасу води. У захисних спорудах передбачається здійснювати водозабезпечення від зовнішньої водопровідної мережі. На випадок виходу із ладу водопроводу в сховищах передбачається режим аварійного запасу питної води з розрахунку 3 л на одну людину на добу, а для санітарно-гігієнічних потреб – 4 л на одну людину на весь розрахунковий період перебування. Як правило, запас води створюється на 3 доби.

Визначаємо, скільки осіб може бути забезпечено наявним аварійним запасом води:

$$N_B = \frac{B}{B_1 \cdot T_{\max}} = \frac{2650}{3 \cdot 2} = 441 \text{ особа}$$

де B – сумарний аварійний запас води, л;

B_1 – норма води на добу на одну особу (3 л/добу);

T_{\max} – максимальна запланована тривалість перебування людей у сховищі, діб.

Таким чином, зазначеного аварійного запасу води достатньо для забезпечення працюючого персоналу.

Результати розрахунків представляємо у вигляді табл. 5.1.

Таблиця 5.1 - Оцінка захисту персоналу навчального закладу в надзвичайних ситуаціях

Чисельність персоналу	Місткість сховища		Постачання повітрям			Аварійний запас води
	M_n , осіб	M_o , осіб	N_I , осіб	N_{II} , осіб	N_{III} , осіб	
420	445	448	360	450	450	441

Отже, сховище не забезпечує надійного захисту персоналу закладу під час можливої аварії, оскільки під час роботи системи подачі повітря в режимі I не витримуються норми повітропостачання. Для підвищення надійності захисту потрібно додатково подавати повітря в режимі I в об'ємі 600 м³/год. (60 чол. · 10 м³/год.) шляхом встановлення одного додаткового фільтровентиляційного комплексу.

ВИСНОВКИ

1. Виявлена неблагополучна ситуація в стані репродуктивного потенціалу трав'яної рослинності (на прикладі кульбаби лікарської *Taraxacum officinale* s.L). Показник стерильності пилку *T. officinale* у місті (Кс) перевищує фонове значення від 5 до 29 разів, в середньому - в 15,3 рази. На території міста встановлено неоднорідний характер прояву стерильності, найбільш неблагополучними є ділянки в західній і північно-західній частині міста.

2. Встановлено високий рівень флуктуаційної асиметрії (ФА) листя липи звичайної *Tilia cordata*, на території м. Одеси. Повсюдно відзначено перевищення показника ФА порівняно з фоновим від 1,25 до 1,38 разів. Поширення ФА носить локально-осередковий характер, найбільш виражені аномалії в південній, центральній і західній частинах міста. Найбільш високий прояв асиметрії (3 і 4 гр.) виражено у вигляді фокусів на ділянках з щільними деревними посадками.

3. Районування території м. Одеси за показником життєвого стану 5 масових видів дерев відображено в ряду убубання: північно-західна промзона> західна промзона> східна частина> північна частина> південно-східна частина. Ранжування за екологічною стійкістю 5 масових видів дерев представлено в ряду убубання: липа звичайна> тополя чорна> клен = сосна звичайна> явір. Для висаджування в техногенно-агресивному міському середовищі найбільш придатні липа звичайна, тополя чорна, клен, сосна звичайна як адаптовані до несприятливих зовнішніх впливів види.

4. Екологічне районування за сумою показників демонструє найбільш екологічно неблагополучні ділянки у південно-західній та східній частині міста, що відображає стійкий підвищений рівень техногенного навантаження на території м. Одеси.

ПРОПОЗИЦІЇ

Для оцінки якості природного середовища промислового міста рекомендується використовувати у біоекологічному моніторингу комплекс біоіндикаційних методів, що включають: аналіз стерильності пилку трав'яних рослин, флуктуруючу асиметрію листя берези та життєвий стан масових видів дерев.

Розроблені карти-схеми розподілу біоіндикаційних показників, з виділеними екологічно напруженими ділянками на території м. Одеси, рекомендовані природоохоронним структурам м. Одеси для організації практичного оздоровлення природного середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Нікіфоров В.В. Біоіндикація та біотестування: навчальний посібник. Кременчук: Видавництво ПП Щербатих О.В., 2016. 76 с.
2. Васько О. В., Гудим В. О., Рожак Г. О. Застосування експериментального мутагенезу в селекції рослин. *Селекція і насінництво*, 2015, 107: 8-18.
3. Стецюк Л. М. Використання методів біоіндикації та біотестування для оцінки стану водних екосистем. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Сер.: Сільськогосподарські науки*. 2013. № 2. С. 175-181.
4. Жовинський Е. Я., Ккюченко Н. О. Перспективи розвитку пошукової геохімії. *Геохімія та рудоутворення*, 2009. № 27. С. 120-123.
5. Смірнов О. Є., Таран Н. Ю. Фітотоксичні ефекти алюмінію та механізми алюморезистентності вищих рослин. *Фізіологія рослин і генетика*. 2013. № 45. С. 281-289.
6. Яцук І. П. та ін. Особливості забезпечення мікроелементами ґрунтів України. *Агроекологічний журнал*. 2015. № 4. С. 63-69.
7. Кураєва І. В. та ін. Біогеохімічні критерії оцінки екологічного стану ґрунтового покриву міських агломерацій. *Пошукова та екологічна геохімія*. 2015. №1. С. 3-8.
8. Войціцький В. М. та ін. Надходження і міграція важких металів наземними та водними екосистемами. *Biological Resources & Nature Management*. 2019. №11.
9. Чалая О. С. Еколого-біологічні особливості виробництва свинини за умов надлишку в раціоні важких металів : дис. ... канд. с.-г. наук : [спец]. 03.00.16. – Екологія / Ольга Сергіївна Чалая ; Харківська державна зооветеринарна академія . Харків : ХДЗВА, 2013. 196 с. Режим доступу: <http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/5936>
10. Буценко Л. Бактеріальна виразка-небезпечна хвороба каштана кінського в Європі. *Вісник аграрної науки* 2021. №99.10. С. 38-44.

11. Явний М. І., Пузріна Н. В. Бактеріальна хвороба в'яза шорсткого *Ulmus glabra Huds.* в насадженнях Київського Полісся України. *Мікробіологічний журнал*. 2018. № 1. С. 67-76.

12. Методичні вказівки для проведення лабораторних робіт з дисципліни «Лісова фітопатологія» для студентів вищих навчальних закладів III – IV рівнів акредитації спеціальності 6.205 – «Лісове господарство» /уклад.: А.В.Мигаль, С.С.Чепур. – Ужгород: Вид-во УжНУ «Говерла», 2020. 53 с.

13. Приступа І.В. Основи геоботаніки та фітоценології: навч. посіб. для студентів біологічного факультету напрямів підготовки «Садово-паркове господарство», «Біологія». Запоріжжя : ЗНУ, 2017. 110 с.

14. Тюпова Т. та ін. Відповіді на оксидаційний стрес у наземних молюсків як біомаркери для оцінки впливу токсикантів. *Biota. Human. Technology*. 2023. № 1.

15. Гродзинська Г. та ін. Макроміцети-біоіндикатори забруднення радіоцезієм лісових екосистем України. *Вісник Національної академії наук України*. 2008 № 9. С. 26-37.

16. Benqart H. W. Bioindikation von Luftverunreinigungen durch Photosynthese in einem massig belasteten Gebiet. *Angew. Bot.* 1989. № 55. P. 187-194.

17. Rabe R. Bioindication of air pollution by chlorophyll destruction in plant leaves. *Oikos*. 2000. № 34. P. 163-167.

18. Василькевич, О. І. Хімія навколишнього середовища. Хімія органічних сполук. Частина 1. Основні класи та будова органічних сполук [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 101 «Екологія» / О. І. Василькевич, О. В. Кофанова, О. Є. Кофанов ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 92 с.

19. Замай Ж. В. Хімія навколишнього середовища. Частина 1. Загальна хімія : навч. посіб. для здобувачів першого рівня вищої освіти за спеціальністю 101 – Екологія. Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2020. 124 с.

20. Watkinson A.R. Plant population dynamics. *Plant ecology*. - Oxford, 2006. P. 137-184.
21. Царик Й. В. Популяційна екологія. Керування популяціями: Навчальний посібник. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2004. 101 с.
22. Шиндер О. та ін. Адвентивні види роду *Lonicera* (Caprifoliaceae) у флорі Правобережної України. *Наукові записки НаУКМА. Біологія і екологія*. 2020. № 3. С. 58-65.
23. Перебойчук О. П., Музичук Г. М. Репродуктивна здатність деяких видів роду *Anemone L.* в умовах культури. *Інтродукція рослин*. 2015. № 2. С. 52-60.
24. Нікітіна О. В. Екологічна оцінка ступеня забруднення чорнозему опідзоленого радіоактивними нуклідами за тривалого землекористування. *Агробіологія*. 2021. С. 217.
25. Петровська М. Екологічна токсикологія: навч.-метод. посібник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2014. 116 с.
26. Павленко С. М., Зима О. Г. Антропогенні зміни лісових масивів під впливом діяльності промислових підприємств. *Системи обробки інформації*. 2010. № 5. С. 242-245.
27. Распопіна С. П., Ворон В. П. Ґрунти соснових лісів в умовах промислового забруднення. *Ґрунтознавство*, 2006. № 3-4. С. 45-49.
28. Сосновська І. Б. *Аналіз аеротехногенного забруднення м. Вінниця*. 2022. PhD Thesis. Національний авіаційний університет.
29. Гришко В., Сіліч І. Деякі особливості формування насіння *Taraxacum officinale Wigg.* в умовах різного рівня забруднення. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*, 2015. № 70. С. 122-129.
30. Комарова І. О. *Taraxacum officinale Wigg* як об'єкт біоіндикаційних досліджень в умовах Криворіжжя. *Екологічний вісник Криворіжжя*, 2016. № 2. С. 53-56.
31. Тищенко А. Р., Спрягайло О. А. Використання кульбаби лікарської (*taraxacum officinale l.*) для індикації стану урбанізованого

середовища. *Актуальні проблеми природничих і гуманітарних наук у дослідженнях молодих учених «Родзинка–2019»/XXI Всеукраїнська наукова конференція молодих учених*, 2019. С. 191-193.

32. Коваленко І. М. Лісова екологія з основами лісовідновлення та лісорозведення : підручник [Електронний ресурс]. Суми: ПФ Видавництво “Університетська книга”, 2018. 240 с.

33. Тараненко Д. Д. Ландшафтно-геохімічна оцінка екологічного стану урбанізованих територій: кваліфікаційна робота бакалавра: спец. 101 – Екологія; наук. кер. Л. В. Головань. Харків: ДБТУ, 2023. 81 с.

34. Федорова Г. В. Використання метода флуктуючої асиметрії риб для визначення якості вод їх мешкання. *Альманах науки*. 2017. №4. С. 5-7.

35. Андронов В.А. Заповідна справа: навч. посіб. Х.: НУЦЗУ, 2013. 204 с.

36. Демченко В. О. Теоретичні та практичні аспекти проблеми використання риб в якості індикаторів стану гідроекосистем (на прикладі Азовського моря). *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія*, 2011. № 2.47. С. 26-31.

37. Легета У. В. Оцінка екологічного стану території Чернівецької області за інтегральним показником флуктуючої асиметрії (на прикладі *Tussilago farfara* L.). Зб. наук. праць «Природничий альманах». *Сер. Біол. науки.* – Херсон, 2009. Вип. 13. С. 98–105.

38. Федорова Г.В. Біогеохімія : навч. посіб. Одеськ. Держ-ний екол-ний ун-т, Одеса: ТЕС, 2015. 284 с.

39. Назаренко Н. М., Лоза І. М., Стадник А. П. Аналіз рослинності лісових екосистем на осолоділих ґрунтах терас малих річок північного Степу України. *Агроекологічний журнал*, 2011. № 2. С. 8-13.

40. Мадані М.М. Вплив урбоекосистем на фітонцидну активність деревних рослин. *Аграрні інновації*. 2021. № 8. С. 56-60. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.8.8>

41. Мадані М.М. Оцінка антиоксидантного потенціалу рослин

урбоекосистем в умовах антропогенного забруднення ґрунту. *Аграрні інновації*. 2022. №11. С.50-59. <https://doi.org/10.32848/agrар.innov.2022.11.7>

42. Войтюк Ю. Ю. Геохімія важких металів в об'єктах довкілля техногенно забруднених територій України (за матеріалами наукового повідомлення на засіданні Президії НАН України 17 червня 2015 р.). *Вісник НАН України*, 2015.

43. Мадані М.М. Оцінка стану ґрунту урбанізованих територій за ефектом бактерицидного впливу на бактерії *Bacillus subtilis*. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 130. С. 457-464. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.63>

44. Хацевич О.М. Біонеорганічна хімія: навчал. посіб. Факультет природничих наук; Прикарпатський національний університет ім. Василя Стефаника. Івано-Франківськ, 2020. 121 с.

45. Щербаченко О. І. Важкі метали як токсичний фактор забруднення природного середовища. Стійкість і адаптація рослин до їх впливу. *Наукові записки Державного природознавчого музею*, 2014. № 30. С. 157.

46. Грициняк І. І., Колесник Н. Л. Біологічне значення та токсичність важких металів для біоти прісноводних водойм (огляд). *Рибогосподарська наука України*, 2014. № 2. С. 31-45.

47. Жовинський Е. Я., Крюченко Н. О. Перспективи розвитку пошукової геохімії. *Геохімія та рудоутворення*, 2009. № 27. С. 120-123.

48. Гогіташвілі Г. Г., Карчевські Є.-Т., Лапін В. М. Управління охороною праці та ризиком за міжнародними стандартами: Навч. посіб. – К.: Знання, 2007. – 367 с.