МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
(УНУС)

Факультет плодоовочівництва, екології та захисту рослин
Кафедра екології та безпеки життєдіяльності

Допущено до захисту
«___» (_____) 2023 року
Зав. кафедри, к. с.-г. н., доцент
_____Ольга ВАСИЛЕНКО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти бакалавр

БІОІНДИКАЦІЯ ЗАБРУДНЕННЯ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ КУЛЬБАБИ ЛІКАРСЬКОЇ

Виконанала: студентка 4 курсу, групи 41-ек
спеціальності 101 Екологія
ТРИГУБЕНКО Аліна Олександрівна

Керівник: НІКІТІНА Ольга, к. с.-г. н., доцент

Умань – 2023

ЗМІСТ

ВСТУП 3

РОЗДІЛ 1. ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ ЯКОСТІ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА ЗА ВИКОРИСТАННЯМ БІОІНДИКАЦІЇ Ї (огляд літератури) 5

1.1 Фітоіндикаційні дослідження у системі моніторингу навколишнього середовища 5

1.2 Вплив антропогенного навантаження на зміни морфологічних ознак кульбаби лікарської 12

РОЗДІЛ 2. УМОВИ, ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ 13

2.1 Умови проведення досліджень 13

2.2 Характеристика об'єкту досліджень 14

2. 3 Методика проведення досліджень 15

РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ 15

3.1 Дослідження стану атмосфери м. Черкаси з використанням пилкових зерен кульбаби лікарської 17

3.2 Використання морфологічних ознак кульбаби лікарської для визначення стану атмосферного середовища м. Черкаси 18

ВИСНОВКИ 21

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 22

ДОДАТКИ 25

ВСТУП

На сьогоднішній день дослідження, пов’язані з міським середовищем, теоретичними та прикладними екологічними проблемами, що випливають з цього досить актуальні, тому що міста стали основним середовищем існування для людини.Оостанні десятиліття характризуються інтенсивним насиченням довкілля міст пилоподібними і газоподібними відходами автотранспортних засобів та промислових підприємств [1]. Це призводить до зниження якості умов існування людини та усіх живих організмів, зростання загрози для здоров'я населення, порушення клімату на різних рівнях. Екологічна антропогенна трансформація зумовила необхідність використання комплексного підходу до оцінки в екологічного стану природних і міських екосистем.

Тому досить гостро постала потреба в раціональних та науково-обгрунтованих заходах, щодо вирішення питання забруднення атмосфери і підтримання оптимальниxx умов життя, праці й відпочинку людей та біосфери в цілому [2].

Актуальність теми.

Проаналізувавши науково-технічну літературу можна зробити висновок, що для індикації рівня атропогенного впливу кульбаба лікарська мало використовувалась. При цьому вона є досить поширеною та невибагливою придорожньою рослиною, вона відповідає усім критеріям, які пред’являються до рослини-індикатора.

Об’єкт дослідження – кульбаба лікарська (Taraxacum officinale).

Предмет дослідження – стан атмосферного повітря у м. Черкаси

Мета роботи: дослідження стану повітряного середовища міста Черкаси за використанням методу біоіндикації за допомогою кульбаби лікарської.

Для досягнення поставленої мети вирішували наступні *завдання*: провести дослідження щодо біоіндикаційних можливостей використання парметрів маси рослин, довжини листкової пластинки кульбаби лікарської на ділянках з різним ступенем забруднення; встановити біоіндикаційні

можливості застосування морфологічних відмінностей пилку кульбаби лікарської.

Апробація результатів роботи проводилась на Студенській науково-практичній конференції

Структура та обсяг дипломної роботи. Загальний обсяг роботи становить 25 сторінок комп'ютерного тексту. Дипломна робота складається з вступу, 3 розділів, висновків та 1 додатка. Список використаних джерел нараховує 23 джерела.

РОЗДІЛ 1.
ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ ЯКОСТІ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА ЗА ВИКОРИСТАННЯМ БІОІНДИКАЦІЇ Ї (огляд літератури)

1.1 Фітоіндикаційні дослідження у системі моніторингу навколишнього середовища

Екологічна антропогенна трансформація зумовила необхідність використання комплексного підходу до оцінки в екологічний стан природних і міських екосистем.

Екологічний моніторинг включає дві основні групи методів – біомоніторингові та аналітичні, або фізико-хімічні. Перший передбачає вивчення екосистем певної території за допомогою живих організми – комахи, ракоподібні, рослини та мікроорганізми, Аналітичні методи є альтернативними і використовуються для вивчення якості абіотичного середовища – повітря, ґрунту, водних ресурсів. Проводиться аналіз якості неорганічних проб в лабораторних умовах з використанням обладнання і хімічних реактивів, що є ресурсомістким. Основними забруднювачами повітря є оксиди азоту, вуглецю та сірки, пил неорганічного походження, а також вуглеводні, на які припадає 90–98 % обсягу всіх шкідливих речовини [3, 4]. Домінуючими грунтовими токсикантами є важкі метали, доступність яких для рослин підвищується при підвищенні кислотності ґрунту [2]. Водні ресурси

зазнають серйозних змін у ланцюгах харчування, що проявляється в загибелі водних організмів через забруднення нафтопродуктами [3, 5, 6].

З метою моніторингу та прогнозування екологічної ситуації в навколишньому середовищі використовуються види-біоіндикатори, у яких змінюються їх життєві параметри, відображаючи стан території їх існування. Можна проводити біомоніторингові дослідження як у природному середовищі, так і в лабораторії. У першому випадку проводиться біологічна індикація, в другий – біологічне тестування.

Біомоніторингові дослідження можуть проводитися на всіх рівнях організації біосистеми від молекулярного до біогеоценотичного. Рослини є одними з найбільш інформативних об'єктів дослідження в системі екомоніторингу. Вони прості у використанні, придатні для вирощування в природних у природних та штучних умовах, фіксовані та найбільш економічні. Фітоіндикація сьогодні має наступний пріоритетні напрямки досліджень – бріоіндикація, об’єктом якої є мохи, ліхеноіндикація – об’єктом яких – це лишайники, а дендроіндикація – об’єктом яких є деревні рослини.

Деревні насадження унікальні організм з точки зору біоіндикації, оскільки вони мають декілька переваги перед іншими біологічними системами. Зокрема, дерева виконують фітомеліоративну функцію, велику площу фотосинтезуючих органів, що дозволяє деревним рослинам ефективно поглинати токсиканти з навколишнього середовища і виконувати асиміляційну роль [6, 7].

Виклики, з якими стикається сучасна наука про навколишнє середовище, потребує контролю викликаних змін середовища антропогенною діяльністю та пошуком ефективних і економічно виправданих способі подолання екологічних забруднень. У цьому плані рослини не тільки первинні реципієнти комплексного антропогенного впливу, що можуть бути використані як фітоіндикатори стану навколишнього середовища, але також завдяки унікальним метаболічним процесам детоксикації токсикантів, перетворючи їх на біологічно безпечні продукти. В цьому випадку трав'янисті та деревні рослини мають певну особливість в плані використання їх для фітоіндикації та фіторемедіації. Це пов'язано з будовою їх вегетативної частини, особливостями розмноження та онтогенезу, розмірами тіла [6,9, 10].

За специфікою поглинання забруднюючих речовин рослини поділяються на фітоіндикатори, фітоелімінатори та фітоакумулятори. Найбільш чутливими до змін умов середовища є фітоіндикатори, а фітоакумулятори найбільш стійкі. Елімінатори займають займають проміжне положення, їх характеризує той факт, що вони вибірково поглинають

токсиканти з навколишнє середовище. Деякі з досліджених видів рослин використовується як засіб для очищення забрудненого навколишнього середовища [11].

У них накопичують токсичні речовини у великих кількостях без видимих ознак порушення функціонування. Це пояснюється наявністю

потужних захисних механізмів рослинних організмів проти негативного впливу токсикантів. Зокрема, хелаторні білки металотіонеїну захоплюють метали і роблять їх недоступними для рослин. Здатність рослин поглинати та детоксикувати токсичні компоненти нафти відноситься до специфічного метаболізму лікувального виду. Такі організми, не жертвуючи собою, перетворюють вуглеводні до нетоксичних сполук – води та вуглекислого газу [11; 12; 13; 14].

Фітоіндикаційні дослідження охоплюють процеси життєдіяльності рослин, які мають найменший прояв навіть на молекулярному рівні. Метаболічні зміни є перші невидимі реакції організму на зміни умови його існування. Рослини реагують адаптивно або відбуваються деструктивні зміни в залежності від впливу, ступені, тривалості до ушкоджуючого фактора. Прикладом індикаційного параметра, що використовується в молекулярному рівні ієрархії біосистем рослини є швидкість процесів біосинтезу та фотосинтетичної діяльності [14, 15].

Пристосувальні реакції деяких видів свідчать про широкий індивідуальний потенціал і генетично зумовлену стійкість до несприятливих умов та пластичність середовища [6, 16].

За умов екологічного забруднення, відбувається зниження фотосинтезуючої функції рослин, зменшення концентрації зелених пігментів та підвищення вмісту каротиноїдів. Це прискорює старіння клітин і всього організму.

Контакт з токсикантами навколишнього середовища призводить до деградації хлорофілів, руйнування білкових комплексів і утворення вільних

радикалів. Зокрема, важкі метали замінюють метали в активному центрі ферментів, що блокує діяльність останнього [15; 16].

Використання комплексного фітоіндикаційного підходу до оцінки якості навколишнього середовища дозволяє не тільки визначити рівень екологічної небезпеки конкретної території, а також визначити перспективні види в біоіндикації та біоремедіації. Фітоіндикаційні дослідження є перспективниим, інформативним і ефективним методом екологічного моніторингу. Вивчення процесів життя на різних рівнях організації рослин дає повну картину їх адаптаційних можливостей до умов існування. Таким чином, можна використовувати в озеленення територій різні рослини за їх фітомеліоративними характеристиками. Це дозволить одночасно виправити найменші зміни в екологічному стані навколишнього середовища за допомогою індикаторних рослин і відновити оптимальне функціонування екосистем, порушених антропогенною діяльністю [17].

Через інтенсивну діяльність людини міські території швидко зазнали значних трансформацій. Щільна забудова, швидке розширення транспорту і промисловості призвели до змін у всіх елементах природного середовища (порушення водирежими, що змінюють морфологію місцевості, мікрокліматичні зміни) і підвищення рівня забруднення.

Забруднюючі речовини, що викидаються в атмосферу, в т.ч важкі метали, накопичуються в ґрунті, звідки вони проникають на подальші трофічні рівні і безпосередньо впливають на живі організми, в тому числі на водорості, гриби і рослини [2, 8, 18].

У містах рослини відіграють важливу роль як так званий фільтр, який очищає повітря від забруднюючих речовин, а для людини вони є важливою лінією захисту від спричиненого забруднення іонами металів, що потрапляють у навколишнє середовище від антропогенних або геологічних процесів.

Один з основних методів біологічного моніторингу полягає у використанні біоіндикаторів на основі спостереження за окремими особами або реакцією до окремих факторів [10, 19].

Спостереження можуть застосовуватися на різних рівнях організація – від субклітинної до ландшафтної, такі як зміни морфології, клітинної структури, обмінно-біохімічних процесів, ступінь накопичення, поведінка або структура популяції [9, 19, 20].

Біоіндикаційні методи зазвичай використовуються в оцінці рівня чистоти навколишнього середовища. Різноманітні типи рослин використовуються як популярні індикатори забруднення, від мохів і лишайників до дерев.

Інтерес до фітоіндикаторів викликає той факт, що рослини швидко реагують на хімічні зміни в екологічному сиані [4, 7, 21].

Серед польових рослин як біоіндикатор використовується кульбаба лікарська (Taraxacum officinale Web.). Характеризується високим відносним коефіцієнтом кумуляції деяких забруднень. Його використання включає оцінку навколишнього середовища забруднення оксидами сірки, поліциклічним ароматичними вуглеводнями та важкі метали [3-14]. Кульбаба – рослина, яка щороку утворює нове листя; це дуже важливо при диференціації забруднювачів атмосфери і ґрунту. Кульбаба відповідає всім критеріям прийнятий за фітоіндикатори [15]: широко поширена географічно, характеризується відносно високою стійкістю до шкідливих речовин навколишнього середовища, показує кореляцію між рівнем забруднення в певному елементі середовища (повітря, ґрунт) і концентрацією цієї речовини в тканинах рослин.

Засвоюваність важких металів рослинами залежить від багатьох факторів, таких як: вміст елементів у ґрунті, взаємодія між собою та здатність самої рослини до вибіркового поглинання певних металів [16]. Велика фітоакумуляція Cd і Zn [17] і відносно погане поглинання Pb рослинами вказують літературні дані.

Міське середовище особливо сприйнятливе до всіляких забруднень. Пил і гази потрапляють в атмосферу внаслідок виробничих процесів і транспортування. В результаті осадження шкідливі речовини потрапляють в

ґрунти і тим самим змінюють їх фізико-хімічні показники. Високі концентрації важких металів є серйозною загрозою для міських ґрунтів. Важкі метали належать до групи неорганічних речовин, які дуже стійкі до всіх видів нейтралізації [22].

Міста – це специфічні екосистеми з обмеженими механізмами саморегулювання, які виконують важливі економічні, соціальні та культурні функції. Ось чому, питання, пов'язані із забрудненням міських ґрунтів важкими металами є проаналізовано багатьма вченими [6, 23].

Біоіндикатори, завдяки легкості адаптації до різних умов навколишнього середовища і відносно низькій вартості біологічних тестів рекомендовано для оцінки рівня забруднення ґрунтів або атмосфери.

Відбір рослин для біомоніторингу є ключовим елементом визначення доцільності проведених досліджень. Для біомоніторингу рекомендується використовувати вищі рослини, так як вони мають можливість визначати реальний вплив антропогенних факторів на стан навколишнього середовища, а особливо концентрації важких металів.

Дають дослідження ґрунтів, надземних і підземних частин рослин можливість справедливої оцінки якості природного середовища. Родина Asteraceae є визнаною групою рослин, які використовуються в біомоніторингу [6, 7]. Одним із відомих біоіндикаторів є T. officinale agg. який має підвищена здатність накопичувати важкі метали [14].

Переваги вуличної рослинності для якості міського середовища включають пом’якшення ефекту острова тепла, регулювання клімату [1–3], видалення забруднення повітря через поглинання газоподібних забруднюючих речовин [4–6], управління зливовими водами [7], непрямі вплив на здоров'я людини [8], красу та естетичну цінність [9]. Рослинний покрив може також служать індикатором ступеня затінення поверхні [10,11].

Надземна рослинність може служити індикатором перетворення сонячної енергії в рослини [12]. Вулична рослинність піддається сильному

стресу від впливу навколишнього середовища через своє розташування та поганий догляд.

Сила, тривалість і швидкість прогресування стресу також впливають на фізіологічні реакції рослини, а також про стадію її розвитку та чутливість до різних компонентів середовища [16–18].

Фенологія виду залежить від погодних умов, які відрізняються в окремих кліматичних зонах у різних географічних зонах [19]. Зміни кліматичних умов мають найбільш сильний вплив на річну сезонну динаміку багаторічних рослин [20,21]. Тому Taraxacum officinale F. H. Wigg. (кульбаба звичайна) можна використовувати як фенологічний показник [19,22]. Вона може рости в широкому діапазоні типів ґрунтів, у широкому діапазоні pH ґрунту, вона стійка до посухи та адаптується до широкого діапазону інтенсивності світла та тіні [23].

Відомо, що фенотипова пластичність у T. officinale збільшує її здатність колонізувати широкий спектр середовищ існування. З іншого боку, життєздатність рослин є складним явищем, спричиненим різними факторами та оцінюваними фізіологічними параметрами за допомогою різних діагностичних методів [20]. Гравіметричний метод, який був описаний як оптимальний з точки зору надійності та простоти, залишається широко використовуваним [21–23].

Аналіз органів кульбаби можна використовувати для диференціації забруднювачів атмосфери та забруднювачів ґрунту [2]. У той час як деякі дослідження роблять висновок, що в листі та корінні можуть відображатися статистично значущі кореляції вмісту металу [3], інші дослідження не знаходять чіткої співвідношення між концентраціями в листі та ґрунті [4].

Дослідження вказують на те, що метали накопичувалися переважно в коренях, а також і в надземних тканини. Це ефективний і дешевий метод фіторемедіації забруднених ділянок, а також зниження ризику ерозії.

Деякі дослідження свідчать про сприятливий вплив мобілізації твердих частинок на кульбабою лікарською [6].

1.2 Вплив антропогенного навантаження на зміни морфологічних ознак кульбаби лікарської

Під впливом токсичних речовин у рослин спостерігаються зміни в анатомічних та морфологічних ознаках. Ці зміни особливо впливають на клітини, що діляться та володіють високою чутливістю до несприятливих факторів. При антропогенному впливі в статевих клітинах рослини зростає кількість мутацій та зростає кількість стерильних клітин [1].

Репродуктивна функція рослин є чутливим індикатором на стресовий вплив. Ученими відмічено, що зміни, які відбуваються у чоловічих та жіночих гаметофітах у результаті впливу техногенного навантаження, особливо при впливі сірки та сполук азоту. Реакція чоловічих гаметофітів на стресові ситуації виражається у зменшенні продукції та зростанні стерильності. При значному антропогенному впливі (забрудненні атмосферного повітря) в клітинах зародкових мішків зростає кількість мутацій та хромосомних аберацій [3].

Пилок належить до генеративної клітин рослин, які порівнюються з клітинами тварин, і навіть людини. Тому їх вивчення з такої точки зору може дати зрозуміти як вирішити багато проблем, що пов'язані із здоров'ям. Встановлено, що значна кількість тератоморфних (з патологію в розвитку) пилкових зерен – від 45 до 100% – зареєстровано на територіях, де високий рівень загазованості транспортними викидами, присутня велика кількість промислових підприємств та спостерігається перевищення в ґрунтах ГДК цинку, свинцю та кадмію. При цьому відсоток природного поліморфізму пилкових зерен в екологічно сприятливих умовах не перевищує 5 -–10, інколи – 20% [14, 18]. При цьому, чим екологічна обстановка гірше, тим вищий відсоток патологічно розвинутого пилку і навпаки.

РОЗДІЛ 2.
УМОВИ, ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Умови проведення досліджень

До антропогенних джерел забруднення токсичними речовинами атмосферного повітря в м. Черкаси належать очисні споруди (12,7 %), неорганізовані стаціонарні джерела (5,8 %), пересувні засоби (33,0 %) та організовані стаціонарні джерела (48,5 %). Велика дольова частка в сумарному забрудненні атмосферного повітря м. Черкаси припадає на підприємства, що знаходяться в 2-х промислових зонах (східний та південний промислові вузли). На східному розташовані підприємтва: ВАТ «Черкаський лакофарбовий, ВАТ «Черкаське хімволокно», завод «Аврора» та ТОВ «Черкаський ДОК»; на південному – ВАТ «Азот». На валовий викид токсичних речовин даних промислових зонприпадає 95,3 % від всього обсягу викидів підприємств м. Черкаси [2].

Ділянки для дослідження обиралися з врахуванням розташування промислових вузлів, з різними антропогенними навантаженнями.

Ділянка 1. Знаходиться в районі 700-річчя, за адресою вул. Вербовецького. Дана територія розміщення біля житлового масиву, тут вплив транспорту та інших джерел забруднення незначниймінімальний. На ділянці присутні огородження житлових будинків, що перешкоджає перенесенню великих об'ємів мас повітря.

Ділянка 2. Знаходится в парку 30-річчя Перемоги, на вулиці Смілянській, неподалік проїжджої частини. Тут присутній значний вплив автотранспорту. По цій вуцлиці проїжджає за годину приблизно 370 одиниць автотранспорту.

Ділянка 3. Знаходиться в районі ЗАТ «Азот» по вулиці Першотравневій. На цьому підприємстві розміщено 237 джерел викидів токсичних речовин в атмосферне повітря, 10 з яких обладнані очисними спорудами. Рух на цій

території достатньо інтенсивний – повз підприємства проїжджає близько160 одиниць за годину.

2.2 Характеристика об’єкту досліджень

Кульбаба лікарська (T. officinale) — трав'яниста, повсюдно поширена, широколистяна і багаторічна рослина родини айстрових. Росте в регіонах світу з помірним кліматом, на галявинах, узбіччях доріг, на збурених берегах річок, на полях та інших ділянках зі стихійною рослинністю. T. officinale є дуже поширеним видом, чудово адаптовані до будь-якого субстрату. T. officinale класифікується як денна нейтральна рослина.

T. officinale є дуже мінливим видом навіть у невеликих географічних районах і має алелопатичні властивості, які можуть знижувати схожість інших рослин [1]. Дуже велика кількість насіння можна знайти в ґрунті. Більшість пилкових зерен абортивні та стерильні, як і насіння розвиваються без запліднення.

Рослина має висоту 10–40 см, довгий стрижневий, гіллястий корінь. Стебло квітки безлисте, порожнисте, зверху павутинясте, з поодинокими кошиками.

Листки у рослини завдовжки до 20 см розміщені у прикореневій розетці, численні та притиснуті до ґрунту, перистороздільні або перистолопатеві. Кошики суцвіття великі (до 20–25 мм в довжину), мають дзвоникувату багаторядну обгортку, у якої зовнішні листочки відігнуті донизу. У жолобках на листі збирається волога, яка направляються струмками до коренів.

Рослини мають голе квітколоже, квітки язичкові, мають яскраво-жовте або світло-жовте забарвлення. П'ять тичинок, одна маточка, один стовпчик, який має дволопатеву приймочку, нижня зав'язь.

Головка кульбаби – це не окрема квітка, а «кошик» з квітами, квітки якого мають вигляд трубочок з п'ятьма пелюстками.

У другій половині дня і у вологу погоду суцвіття-кошики закриваються, що забезпечує зберігання пилку від намокання.

Плідом є світла веретеноподібна циліндрична сім'янка, довжина якої до 3 мм, гострозубчаста зверху, з багаторядним білуватим чубком.

Квітне кульбаба з травня по липень; сім'янки дозріваютьблизько місяця після початку цвітіння. Часто відбувається протягом літа повторне цвітіння та плодоношення.

Кульбаба володіє великою здатністю до розповсюдження. Коли плоди-сім'янки дозрівають, то зверху розправляють парасолькою білі волоски, які летять як парашути за вітром. З одного кошика квіток виходить близько двохсот насінин. Якщо припустити, що кожна кульбаба займає приблизно площу 20 квадратних сантиметрів, то десяте покоління, при умові, що усі рослини виживали б, вони б зайняли площу в п'ятнадцять разів більшу, ніж поверхня Землі.

2.3. Методика проведення досліджень

В основі методики по визначення стерильності пилкових зерен рослини покладено визначення звикористанням йодної реакції крохмалю, якщо він в наявності, то це вказує на те, що зерна життєздатні (синє забарвлення). Життєздатність та нежиттєздатність пилкових зерен можна розрізнити за вмістом крохмалю. Якщо пилкове зерно життєздатне, то воно містить його сліди крохмалю , або повністю заповнене ним. В інших випадках забарвлення може варіювати від темно-пурпурового до чорного. Після здійснення аналізу (час витримки 30 хвилин) підраховують кількість забарвлених і незабарвлених зерен (в трикратному повторі). Далі необхідно визначити середнє та процентне співвідношення стерильних та життєздатних зерен пилку

Методика проведення дослідження складалася із таких етапів:

– підготовка обладнання (піпетки, мікроскоп, препарувальні голки, предметні та покрівельні скельця);

– приготування слабкого йодного розчину, що використовується для забарвлення пилку (для цього необхідно 2 мл 5%-ної йоду та 10 мл води);

– для вилучення з квіток пилку застосовують препарувальні голки, потім його поміщають на предметне скло;

– після цього з допомогою піпетки на пилок наносять краплі розчину йоду та перемішують його препарувальною голкою, так щоб усі пилкові зерна опинилися в розчині;

– підраховують кількості життєздатих та абортивних зерен, визначають відсоток нормальних та ненормальних зерен.

Отже, дана методика достатньо надійна, швидка, проста у використанні, вона дозволяє одержувати достовірні результати.

РОЗДІЛ 3.
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Дослідження стану атмосфери м. Черкаси з використанням пилкових зерен кульбаби лікарської

У залежності від району збирання рослин, ступінь забруднення атмосферного повітря різний, тому зерна пилку можуть якісно пізнитися. Виділяють пилкові зерна: ненормальні (стерильні) та нормальні.

Таблица 1

Відмінності нормальних від ненормальних (стерильних) пилкових зерен

Відмінності	Нормальні пилкові зерна	Ненормальні (стерильні) пилкові зерна
Інтенсивність забарвлення йодним розчином	Забарвлення інтенсивне	Забарвлення слабке або відсутнє
Розмір	Однакові	Неоднакові
Форма	Однакові	Неправильна форма (неоднакові)

Дослідження по визначенню стерильності зерен пилку проводили протягом 2-хроків. Результати, що отримали наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Результати дослідження стерильності пилкових зерен

Місце відбору проб	Рік	Кількість пилкових зерен в полі зору	Кількість забарвлених зерен	Кількість не незабарвлених зерен	Відсоток забарвлених зерен	Відсоток незабарвлених зерен
Район 700-річчя	2023	25	21	4	84	12
		38	34	4	89,5	10,5
		9	6	3	66,7	33,3
	2022	28	23	5	85,1	14,9
		23	18	5	78,3	21,7
		20	17	3	85	15
30-річчя Парк Перемоги	2023	18	14	4	77,8	22,2
		21	14	7	66,7	33,3
		27	17	10	62,9	37,1
	2022	18	13	5	72,2	27,8
		12	5	7	41,7	58,3
		26	21	5	80,8	19,2
ЗАТ «Азот»	2023	20	13	7	65	35
		23	11	12	47,8	52,2
		19	12	7	63,2	36,8
	2022	23	12	11	52,2	47,8
		18	11	7	61,1	38,9
		25	14	11	56,0	44,0

Проаналізувавши отримані дані можна зробити висновок, що в зоні, де є максимальний вплив підприємств та автотранспорту зростає кількість стерильних рослин. Так, на території поблизу ВАТ “Азот” даний показник

склав 38,9 –47,8 % у 2022 році та 35– 52,2 % у 2023 році, а на ділянці, де зафіксований значний рух автотранспорту (вулиця Смілянська), дольова участь стерильних зерен склала відповідно 22,2–37, 1 % та 19,2–58,3 % . На ділянці біля житлового масиву відсоток неправильних зерен становив 14,– 21,7 % і 10,5–33,5 %. Відсоток стерильних пилкових зерен в 2023 році зріс у середньому на 2,2 % у порівнянні із минулим роком. Найнижчий рівень забруднення встановлено на ділянці поблизу житлового масиву по вулиці Вербовецького. А найвища кількість рослин із пилковими зернами, нездатними до розмноження, зафіксовано на території, де присутній негативний вплив і від промислового підприємства і від автотранспорту. А ділянка, яка піддається в основному впливу автотранспорту, характеризується дещо нижчою кількістю рослин із стерильними зернами.

3.2 Використання морфологічних ознак кульбаби лікарської для визначення стану атмосферного середовища м. Черкаси

Після того як було відібрано проби, провели дослідження на рахунок зовнішнього вигляду рослин. З цією метою зважли кожну рослину, виміряли довжину листя, розраховавали кількість дистя неправильної форми у відсотковому відношенні.

Результати дослідження наведено в табл. 3 й на рис. 1.

Таблиця 3

Морфологічні дані рослини (середні), 2023 р.

№	Місце відбору проб	Маса, г	Довжина листків, см	Кількість листків неправильної форми, %
1	Район 700-річчя	13,83	23	8

2	Парк 30-річчя Перемоги	11,56	21	10
3	ЗАТ «Азот»	9,75	17	13

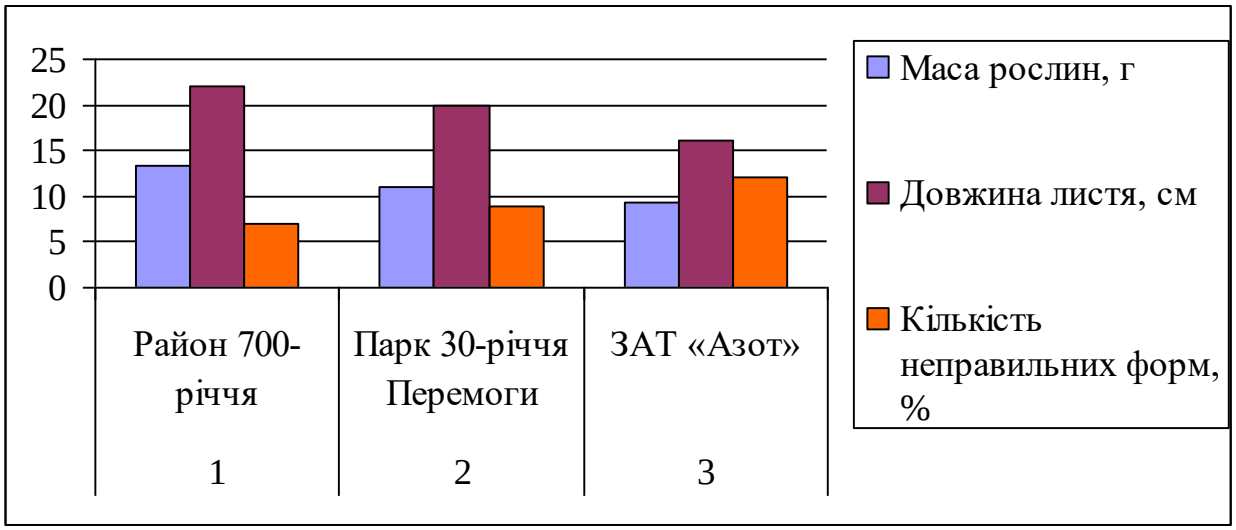


Рис**. 1. Усереднені дані морфологічних ознак кульбаби лікарської**

З рисунка 1 можна зробити висновок, що довжина лисків, і відповідно маса рослин, зростає обернено пропорційно відповідно до забруднення повітряного середовища ділянки, яка досліджується. Тобто рослини, зібрані на території ЗАТ «Азот» мають найменшу масу, а найбільшу –рослини, які зібрані в районі поблизу житлового масиву. Цей пояснюються тим, що забруднюючі речовини чинять токсичний вплив на рослини, в результаті цього в них листя вкорочується, і відповідно, маса зменшується. Аналіз листя неправильної форми дає зробити висновок, що їх кількість зростає прямо пропорційно до забруднення повітряного середовища.

ВИСНОВКИ

1. Дослідження, що було проведено довели доцільність застосування кульбаби лікарської в якості рослини-індикатора, так як вона чітко реагує на вплив токсичних речовин: зменшується довжина листя та маса рослини, зростає кількість листя неправильної форми за умови значного антропогенного навантаження.

2. Найбільша кількість стерильних рослин зафіксована на ділянці, де є негативний вплив автотранспорту та промислового підприємства.

3. Довжина листя та маса рослини, зростає обернено пропорційно до забруднення повітряного середовища на досліджувальній ділянці.

4. Забрудненюючі речовини чинять токсичний вплив на рослини, тому у них вкорочується листя, і відповідно, зменшується маса.

5. При дослідженнф стану атмосферного повітря в місті Черкаси з використанням кульбаби лікарської встановлено, що найнижчий ступінь забруднення є на ділянці житлового масиву. А навижчий ступінь забруднення на ділянці, де спостерігається негативний вплив автотранспорту та промислового підприємства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. . Дідух Я. П., Плюта П. Г. Фітоіндикація екологічних факторів К: Наук. думка, 1994. 280 с.

2. Слободян В. О. Біоіндикація. Івано-Франківськ: Полум'я, 2014. 196 с.

3. Починок Х. Н. Методы биоимического анализа растений. К: Наук. думка, 1976. 334 с.

4. Руденко С. С. Загальна екологія: практичний курс. Ч. І. 2011. 320 с

5. Оцінка стану забруднення атмосферного повітря м. Черкаси за даними спостережень 2017 року. Новини. Екологія. 2018. URL: http://chmr.gov.ua/ua/newsread.php?view=14280&s=1&s1=69

6. Определение показателей экологической безопасности проекта использования отходов в качестве дорожностроительного материала. URL: http://journals.uran.ua/tarp/article/view/47724 (дата звернення: 22.10.2020).

7. Екологічний паспорт Вінницької області за 2019 р. URL: http://www.vin.gov.ua/dep-apr/stan-dovkillia/239- ekolohichni-pasporty

8. Статистичний щорічник Вінниччини за 2020 рік / Державна служба статистики України. 2020. URL: https://www.vn.ukrstat.gov.ua/index.php/statistical-information.html (дата звернення: 22.10.2020).

9. Вінницький обласний центр із гідрометрології. Щомісячний бюлетень забруднення атмосферного повітря міста Вінниці за вересень 2020 року № 9. URL: https://www.vmr.gov.ua/Branches/Lists/Ecology/ShowContent. aspx?ID=16 (дата звернення: 22.10.2020). 6. Офіційний сайт Всеукраїнського фонду природи. URL: http://wwf.panda.org/ (дата звернення: 22.10.2020). (in Ukrainian).

10. MULGREW A., WILLIAMS P. Biomonitoring of air quality using plants. http:/www.umweltbundesamt.de/whocc/ AHR10.

11. MOTOWICKA-TERELAK T., TERELAK H. Dandelion (Taraxacum officinale) as an indicator of sulphur contamination of Poland, s agricultural

environment,. W: Obieg pierwiastków w przyrodzie. Materiały z II Międzynarodowej Konferencji, Warszawa 27-29 X. Instytut Ochrony Środowiska, 208-212, 1997. 3

12. Buccolieri R, Gromke C, Silvana S, Ruck B. Aerodynamic effects of trees on pollutant concentration in street canyons. Sci Total Environ. 2009;407(19):5247–5256. http://dx.doi. org/10.1016/j.scitotenv.2009.06.016

13. Clayden A, Jorgesen A, Stovin R. Street trees and stormwater management. The International Journal of Forestry. 2008;30(4):297–310.

14. Lovasi GS, Quinn JW, Neckerman KM, Perzanowski MS, Rundle A. Children living in areas with more street trees have lower prevalence of asthma. J Epidemiol Community Health. 2008;62:647–649. http://dx.doi.org/10.1136/jech.2007.071894

15. Price C. Quantifying the aesthetic benefits of urban forestry. Urban Forestry and Urban Greening. 2003;1(3):123–133. http://dx.doi.org/10.1078/1618-8667-00013

16. Tsiros IX. Assessment and energy implications of street air temperature cooling by shadetress in Athens (Greece) under extremely hot weather conditions. Renewable Engery. 2010;35(8): 1866–1869. http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2009.12.021

17. Robinson SL, Lundholm JT. Ecosystem services provided by urban spontaneous vegetation. Urban Ecosyst. 2012;15:545–557. http://dx.doi.org/10.1007/s11252-012-0225-8

18. Groot RS, Wilson MA, Boumans RMJ. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. Ecol Econ. 2002;41:393–408. http:// dx.doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7.

19. . Гошовський С.В., Рудько Г.І., Преснер Б.М. Екологічна безпека техноприродних геосистем у зв’язку з катастрофічним розвитком геологічних процесів. К.: ЗАТ “НІЧЛАВА”, 2002. 624 с.

20. Шмандій В.М., Некос В.Ю. Екологічна безпека. Підручник. Харків– Кременчук: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2008. 436 с.

21. Ольхович О. П., Мусієнко М. М. Фітоіндикація та фітомоніторинг. К.: Фітосоціоцентр, 2005. 64 с.

22. Прохорова С. І. Деякі морфологічні ознаки синантропних видів рослин як біомаркери стану техногенного середовища на південному сході України // Актуальні проблеми ботаніки та екології: матеріали міжнар. конф. молодих учених-ботаніків (Київ, 17 – 20 верес. 2007 р.). К.: Фітосоціоцентр, 2007. С. 169.

23. Дідух Я.П. Фітоіндикація екологічних факторів (The phytoindication of ecological factors). К.: Наукова думка, 1994. 280 с. (НАН України. Ін-т ботаніки ім. М.Г. Холодного).

24. Фіцайло Т.В. Синфітоіндикаційна характеристика спонтанної рослинності м. Черкаси (Synphytoindicational characteristic of spontaneous vegetation of Cherkasy) // Український фітоценологічний збірник. К., 2007. Сер С.Фітоекологія. вип.. 25. С. 57–63.

25. Осипенко В.В. Фітоіндикація екологічних факторів за допомогою угруповань спонтанної рослинності м.Черкаси. Вісник Черкаського ун-ту. Серія Біологічні науки. Випуск 2 (255). Черкаси, 2013. С. 75–82.

ДОДАТКИ