

України. Актуальні проблеми ботаніки та екології: матеріали міжнар. конф. молодих учен. (м. Умань, 9–12 вересня 2014 р.). Умань: ВПЦ «Візаві». 2014. С. 159–160.

9. Гребенюк Н.П., Барабаш М.Б. Про зміни температури повітря в містах України у процесі урбанізації. *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2004. Вип. 253. С. 148–154.

10. Василенко О.В., Балабак А.В., Балабак О.А. Екологічна оцінка посухостійкості ліщини деревовидної (*Corylus colurna* L.) за умов урбоекосистеми міста Умань. *Екологічні науки*. 2021. № 34. С. 188–191.

11. Василенко О.В., Балабак О.А., Балабак А.В., Нікітіна О.В., Оцінка адаптації рослин липи серцелистої (*Tilia cordata* Mill.) до забруднення урбофітоценозів в умовах змін клімату. *Екологічні науки*. 2022. № 2 (41). С. 146–150.

12. Артамонов Б. Б. Аналіз впливу мікрокліматичних зон на процеси кліматоутворення у містах в умовах глобальної зміни клімату. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. 23.13. С. 133–137.

УДК 504:57.03

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.135.2.29>

БІОІНДИКАЦІЯ ЯКОСТІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА З ВИКОРИСТАННЯМ КУЛЬБАБИ ЛІКАРСЬКОЇ (*TARAXACUM OFFICINALE* WIGG.)

Нікітіна О.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності,
Уманський національний університет садівництва

Шевченко Н.О. – к.е.н.,

доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності,
Уманський національний університет садівництва

Гурський І.М. – с.-г.н.,

доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності,
Уманський національний університет садівництва

У статті представлено сучасні підходи до екологічної оцінки стану навколишнього середовища, що орієнтовані, в першу чергу, на біотичні показники, розглянуто використання методів біоіндикації при вирішенні завдань екологічного моніторингу. Підкреслюючи всю важливість біоіндикаційних методів дослідження, слід зазначити, що біоіндикація передбачає виявлення забруднення навколишнього середовища, яке відбулося або відбувається за функціональними характеристиками особин і екологічними характеристиками спільнот організмів. Дослідження проводилися з метою проаналізувати зміну морфологічних ознак та кількості абортивних пилкових зерен кульбаби лікарської на територіях з різним рівнем антропогенного впливу з метою застосування її в якості рослини-індикатора. Як об'єкт дослідження була обрана найбільш поширена у регіоні кульбаба лікарська, яка широко використовується як у народній, так і офіційній медицині. Вибір матеріалу для дослідження проводився у 4 точках у м. Умань та 3 точках у сільській місцевості. Оцінка якості навколишнього середовища проводилась двома методами: за станом пилку та за морфометричними ознаками листка кульбаби лікарської. У різних районах, залежно від ступеня їх забруднення, пилки кульбаби лікарської може якісно відрізнятися. Виділяють: аномальні (абортивні) пилкові зерна, нормальні пилкові зерна.

Зазвичай пилок рослин, що ростуть в нормальних умовах, має хорошу якість, і відсоток нормальних пилових зерен наближений до 100%. Таким чином, виходячи з цього, можна зробити висновок, що підвищеного забруднення на всіх ключових ділянках не спостерігається. Довжина листя та, відповідно, маса рослини, зменшуються пропорційно до забруднення атмосферного повітря на досліджуваній території. Найменша маса рослин спостерігалася біля автозаправки. Цей факт пояснюється тим, що забруднення мають токсичний вплив на рослину, що призводить до скорочення її листя та, відповідно, зменшення маси. Проведені дослідження підтвердили можливість використання кульбаби лікарської як рослини-індикатора, оскільки вона чітко реагує на вплив забруднюючих речовин шляхом видимих морфометричних змін листя та збільшенні кількості абортивних пилових зерен.

Ключові слова: біоіндикатори, моніторинг, забруднення навколишнього середовища, кульбаба лікарська.

Nikitina O.V., Shevchenko N.O., Hurskyi I.M. Bioindication of environmental quality using common dandelion (*Taraxacum officinale* wigg.)

The article presents modern approaches to environmental assessment, primarily focusing on biotic indicators, and discusses the use of bioindication methods in addressing ecological monitoring tasks. Emphasizing the importance of bioindication methods, it should be noted that bioindication involves identifying pollution of the environment that has occurred or is occurring based on functional characteristics of individuals and ecological characteristics of organism communities. The research was conducted to analyze the changes in morphological features and the quantity of abortive pollen grains of medicinal dandelion in areas with varying levels of anthropogenic impact, aiming to utilize it as a bioindicator plant. The most common medicinal dandelion in the region, widely used in both traditional and official medicine, was chosen as the object of study. Material selection for the research was carried out at 4 points in the city of Uman and 3 points in rural areas. The assessment of environmental quality was conducted using two methods: pollen condition and morphometric characteristics of the leaf of medicinal dandelion. In different areas, depending on their pollution level, the pollen of medicinal dandelion can vary in quality. Anomalies (abortive) pollen grains and normal pollen grains are distinguished. Typically, pollen from plants growing under normal conditions has good quality, with the percentage of normal pollen grains approaching 100%. Thus, based on this, it can be concluded that elevated pollution was not observed in all key areas. The length of the leaves and, consequently, the plant mass decrease proportionally to the pollution of the atmospheric air in the studied area. The lowest plant mass was observed near the gas station. This fact can be explained by the toxic impact of pollution on the plant, leading to a reduction in its leaves and, consequently, a decrease in mass. The conducted studies confirmed the possibility of using medicinal dandelion as a bioindicator, as it clearly responds to the influence of pollutants through visible morphometric changes in the leaves and an increase in the number of abortive pollen grains.

Key words: bioindication, monitoring, environmental pollution, common dandelion.

Постановка проблеми. Нині дослідження міського середовища та пов'язані з ними теоретичні та прикладні екологічні проблеми надзвичайно актуальні, оскільки міста стають основним середовищем існування людини. Протягом останніх десятиліть спостерігається інтенсивне насичення атмосферного повітря міст газоподібними та пилоподібними викидами транспортних засобів та промислових підприємств. Вони призводять до погіршення умов існування людини та інших живих організмів, створюючи загрозу здоро'ю населення та порушення клімату на локальному та глобальному рівнях. У зв'язку з цим гостро відчувається потреба у науково-обґрунтованих та раціональних заходах щодо запобігання забрудненню атмосфери та збереження нормальних умов життя, праці та відпочинку людей та біосфери в цілому [1, 2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні підходи до екологічної оцінки стану навколишнього середовища повинні бути орієнтовані, в першу чергу, на біотичні показники. Трансформоване під впливом інтенсивного техногенного навантаження міське середовище, в свою чергу, впливає на об'єкти біоти. Це дозволяє досить ефективно використовувати доволі широкий спектр її представників з метою біотестування та біоіндикації забруднень [2].

Основною метою біоіндикації є розробка методів та критеріїв, які можуть адекватно відображати рівень антропогенних впливів з урахуванням комплексного характеру забруднення та діагностувати ранні порушення в найбільш чутливих компонентах біотичних спільнот. Біоіндикація, так само як і моніторинг, здійснюється на різних рівнях організації біосфери: макромолекули, клітини, органи, організми, популяції, біоценози. Очевидно, що складність живої матерії та характер її взаємодії з зовнішніми факторами зростає з підвищенням рівня організації [3]. У цьому процесі біоіндикація на нижчих рівнях організації повинна діалектично включатися в біоіндикацію на більш високих рівнях, де вона виступає в новій якості і може служити для пояснення динаміки більш високоорганізованої системи.

Використання методів біоіндикації можливе лише при вирішенні завдань екологічного моніторингу у тих випадках, коли вплив антропогенних факторів на біоценози неможливо або складно оцінити безпосередньо. Роль біоіндикації зводиться до наступного набору дій, що технологічно збігаються з біомоніторингом [4–6]:

- виокремлюється один або декілька досліджуваних факторів середовища;
- збираються польові та експериментальні дані, що характеризують біотичні процеси в розглянутій екосистемі, причому теоретично ці дані повинні вимірюватися в широкому діапазоні змін досліджуваного фактора;
- певним чином (шляхом простого візуального порівняння, з використанням системи попередньо розрахованих оціночних коефіцієнтів або застосуванням математичних методів первинної обробки даних) робиться висновок про індикаторну значущість того чи іншого виду або групи видів.

Підкреслюючи всю важливість біоіндикаційних методів дослідження, слід зазначити, що біоіндикація передбачає виявлення забруднення навколишнього середовища, яке відбулося або відбувається за функціональними характеристиками особин і екологічними характеристиками спільнот організмів.

Рослина-індикатор є своєрідним хімічним сенсором, за допомогою якого можна виявити присутність тієї чи іншої забруднюючої речовини, але без отримання даних про її кількість [3, 7]. У ролі індикаторів можуть виступати рослини, які мають здатність до акумуляції у своїх тканинах забруднюючої речовини або продуктів метаболізму, утворених у результаті взаємодії рослини із зовнішніми чинниками, такими як: важкі метали (свинець і кадмій), фтористий водень або сульфат. Унаслідок їхньої дії у рослин можуть змінюватись параметри розвитку (швидкість і якість росту, цвітіння, утворення плодів та насіння), процесів розмноження; знижуватись продуктивність і врожайність. Кожен параметр окремо або їх комплекс можна використати, щоб визначити наявність забруднюючих речовин (за допомогою проведення дослідів) та у контрольованих умовах для того, щоб зіставити ознаки ушкодження або зміни у стані рослини з наявністю певної забруднюючої речовини або їх суміші [4, 8].

Важливе, а іноді і вирішальне, значення у формуванні адаптивних реакцій має можливість рослин реалізувати свою репродуктивну функцію. Серед основних показників, які визначають стійкість виду є життєздатність пилку та якість насіння [9].

Постановка завдання. Мета досліджень – дослідити та проаналізувати зміну морфологічних ознак та кількості абортивних пилкових зерен кульбаби лікарської на територіях з різним рівнем антропогенного впливу з метою застосування її в якості рослини-індикатора.

Виклад основного матеріалу досліджень. Серед складових живої речовини біосфери найбільш суттєвим фактором нейтралізації газоподібних токсикантів є трав'яниста рослинність. Тому одним із перспективних напрямків екологічного моніторингу навколишнього середовища є метод фітотестування, у зв'язку з цим, як об'єкт дослідження була обрана найбільш поширена у регіоні кульбаба лікарська, яка широко використовується як у народній, так і офіційній медицині

Відбір матеріалу для дослідження проводився у червні 2023 року у 4 точках у м. Умань та 3 точках у сільській місцевості:

- селітебна зона (с. Городецьке);
- дорога (с. Городецьке);
- поле (с. Городецьке);
- вул. Незалежності – селітебна зона (м. Умань);
- Уманський національний університет садівництва (горіховий сад);
- міський парк культури та відпочинку (м. Умань);
- автозаправка «Socar» по вул. Київській (м. Умань).

Оцінка якості навколишнього середовища проводилась двома методами: за станом пилку та за морфометричними ознаками листя кульбаби лікарської.

У різних районах, залежно від ступеня їх забруднення, пилки кульбаби лікарської може якісно відрізнятися. Виділяють: аномальні (абортивні) пилкові зерна, нормальні пилкові зерна (табл. 1).

Таблиця 1

Основні відмінності між нормальними пилковими зернами та абортивними (ненормальними) [9]

Відмінні риси	Нормальні пилкові зерна	Ненормальні (абортивні) пилкові зерна
Інтенсивність забарвлення розчином йоду	Інтенсивно забарвленні	Не забарвленні або слабко забарвленні
За розміром	Однакові	Різні

Морфологічні зміни рослин є зручними для використання у біоіндикації через їхню легку спостережуваність та оцінюваність, не вимагаючи значних зусиль. Ці спостереження можна проводити без необхідності у спеціальних лабораторіях або кваліфікованому персоналі. Використовуючи методи біоіндикації, засновані на морфології рослин, можна виявити значну частину антропогенного впливу на середовище.

До досліджуваних показників відносяться: маса рослин, довжина листя.

Після відбору проб було проведено дослідження зовнішнього вигляду рослин. Для цього зважували кожну рослину, вимірювали довжину листя.

Порівняльна характеристика стану навколишнього середовища за станом пилку кульбаби лікарської наведена на рисунку 1.

Результати досліджень показали, що за якістю пилку кульбаби лікарської найменш забрудненим виявився ділянка селітебної зони на вулиці Незалежності, оскільки відсоток нормальних пилкових зерен найближчий до 100% (96,2%).

Також найменш забрудненими ділянками є селітебна зона с. Городецьке та міський парк культури і відпочинку (94% пилкових зерен є нормальними) та територія Уманського національного університету садівництва (95% пилкових зерен є нормальними). Можна зробити висновок, що ці території характеризуються

низькою інтенсивністю автотранспорту і є віддаленими від промислових об'єктів, то і негативний вплив на довкілля є мінімальним., що і підтверджено і ході експерименту.

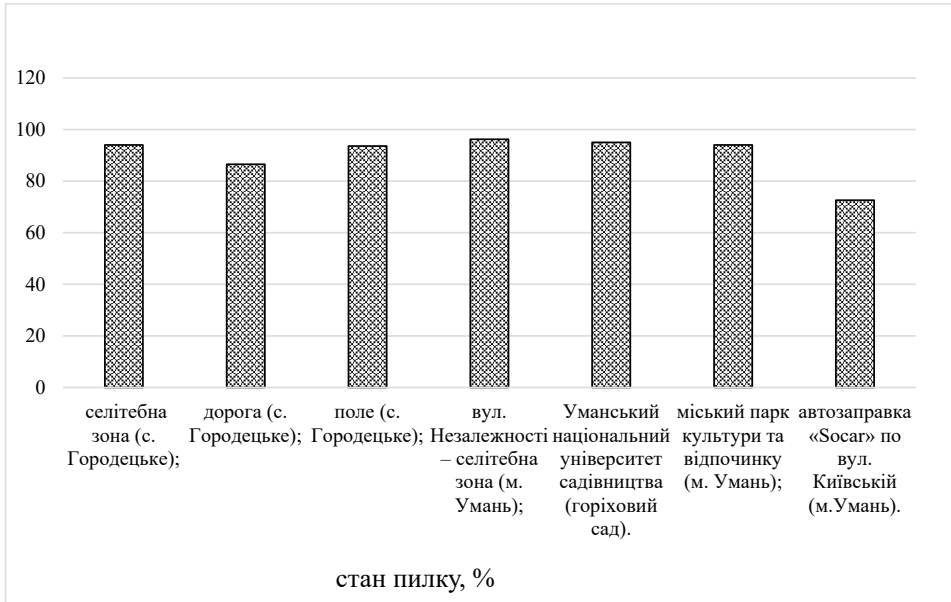


Рис. 1. Порівняльна характеристика стану навколишнього середовища за станом пилку

Найбільший рівень забруднення спостерігається на території, прилеглій до автозаправної станції. Відсотковий вміст нормальних пилкових зерен у цьому районі складає 72,6%. Це свідчить про прямий вплив забруднюючих речовин, джерелами яких є автотранспорт, на життєдіяльність живих організмів.

Зазвичай пилок рослин, що ростуть в нормальних умовах, має хорошу якість, і відсоток нормальних пилкових зерен наближений до 100%. Таким чином, виходячи з цього, можна зробити висновок, що підвищеного забруднення на всіх ключових ділянках не спостерігається. Проте необхідно зауважити, що викиди забруднюючих речовин з опадами накопичуються ґрунтовим покривом, тому ґрунт особливо забруднений поблизу доріг та автозаправки.

Усереднені дані морфометричних ознак рослини наведено на рис. 2.

Згідно з рисунком 2, довжина листя та, відповідно, маса рослини, зменшуються пропорційно до забруднення атмосферного повітря на досліджуваній території. Найменша маса рослин спостерігалася біля автозаправки, а найбільша – в районі селітебної зони с. Городецьке. Цей факт пояснюється тим, що забруднення мають токсичний вплив на рослину, що призводить до скорочення її листя та, відповідно, зменшення маси.

Висновки і пропозиції. Отже, проведені дослідження підтвердили можливість використання кульбаби лікарської як рослини-індикатора, оскільки вона чітко реагує на вплив забруднюючих речовин шляхом видимих морфологічних змін: зменшення довжини листя та маси рослини. Крім цього спостерігається виражена реакція на вплив забруднюючих речовин: збільшення кількості абортивних пилкових зерен.

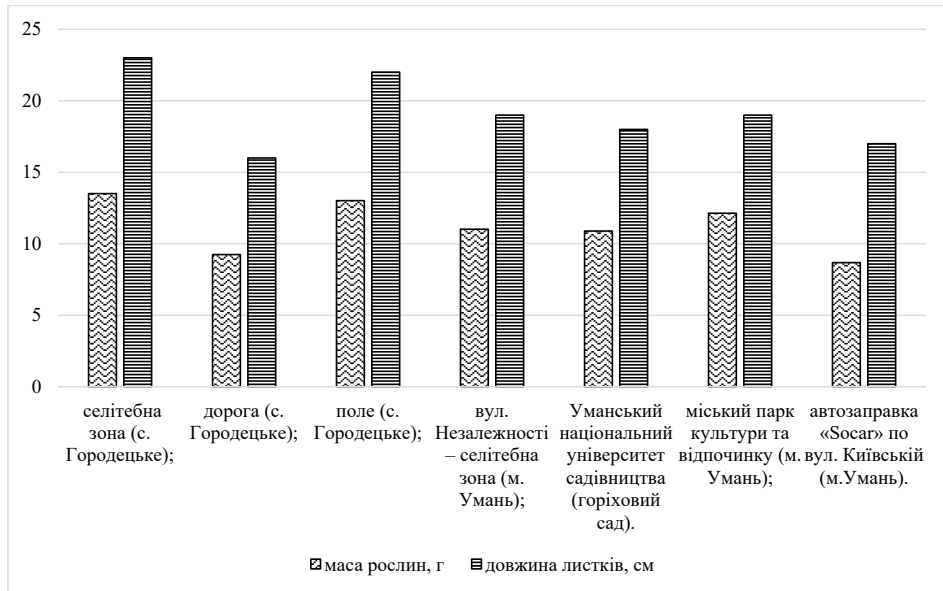


Рис. 2. Усереднені дані морфометричних ознак кульбаби лікарської

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

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. Матяшук Р. К., Мазура М. Ю., Ткаченко І. В. Стан пилку канни в умовах урбанізованих територій. Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія біологія. 2014. № 3 (33). С. 43–51.
4. Чемерис І. А., Загоруйко Н. В., Конякін С. М. Фітомоніторинг викидів автотранспорту в умовах міського середовища. Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2013. № 3. С. 141–146.
5. Олексійченко Н.О., Ліханов А.Ф. Варіабельність морфологічних і біохімічних ознак листків рослин роду *Tilia* L. в урбосередовищі. Наукові праці Лісівничої академії наук України: збірник наукових праць, № 14, С. 23–30, 2016.
6. Ольхович О. П., Мусієнко М. М. Фітоіндикація та фітомоніторинг. К.: Фітосоціоцентр, 2005. 64 с.
7. 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.
8. 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.
9. Дем'яненко Т. Б., Дичко А. О. Визначення стану повітряного середовища міста черкаси за допомогою пилкових зерен кульбаби лікарської. Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Гірництво». 2009. Вип. 1. С 140–143.
10. Гришко В. М., Комарова І. О. Біоіндикація атмосферного забруднення за реакцією пилкових зерен *Taraxacum officinale* F.H. Wigg (на прикладі м. Кривий Пір). ScienceRise: Scientific Journal, 2016. № 5 (22). С. 15–20.