

РЕЦЕНЗІЯ
офіційного рецензента

на дисертацію Бородай Євгенії Сергіївни

«Інтегрована відповідь газонних та квітково-декоративних рослин за умови мегаполісу на фоні змін клімату» на здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальності 091 «Біологія»

1. Обґрунтування актуальності теми дисертаційного дослідження.

Актуальність дослідження зумовлена тим, що сучасні урбанofітоценози крупних промислових міст, зокрема, у степовій зоні України, опинилися під комплексною дією проявів глобальних кліматичних змін та довготривалого антропо-техногенного навантаження. У цих умовах міські зелені насадження відіграють значну роль у виконанні широко спектру екосистемних сервісів, у тому числі нейтралізації забруднювачів. Важливим та невід'ємним компонентом міської зеленої інфраструктури є трав'янисті рослини у складі газонів та квітників, які мають виконувати не тільки декоративні але й екологічні функції. Тому визначення інтегрованої відповіді декоративних та газонних рослин на провідні негативні фактори урбаносередовищ забезпечують запровадження науково-обґрунтованих підходів до оптимізації асортименту та екологічної функціональності міських зелених насаджень.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами та темами

Дослідження виконано в рамках науково-дослідної роботи кафедри фізіології та інтродукції рослин ДНУ «Інтродукція рідкісних, реліктових природних видів рослин і малопоширених сортів культурних рослин в умовах Степового Придніпров'я» (№ 0122U001454, виконання період 2022-2024 рр.), та «Дослідження механізмів адаптації інвазійних деревних рослин до умов Степового Придніпров'я», (№ 0125U002200, виконання період 2025-2027 рр.). Експериментальні дослідження виконувались відповідно до програми DAAD "DAAD OSTPARTNERSCHAFTEN" ("Evaluation of changes in the physiological and biochemical status of plants (pigments, proline and malondialdehyde content stress) у 2025 р. на базі технічного університету «Фрайберзька гірнича академія», в лабораторії екології інституту Біологічних наук.

3. Наукова новизна дослідження та одержаних результатів

Бородай Євгенія Сергіївна представила результати дослідження фізіолого-біохімічних характеристик рослин газонних та квітково-декоративних насаджень в умовах мегаполісу та під впливом несприятливих умов довкілля.

- досліджено комплексну інтегровану відповідь трав'янистих рослин (газонних та квітково-декоративних) в умовах урбанізованого середовища на фоні кліматичних змін на основі фізіолого-біохімічних показників;
- встановлено специфіку функціонування систем антиоксидантного захисту трав'янистих рослин разом із здатністю до акумуляції важких металів за умов комбінованого впливу аридизації та антропогенного навантаження мегаполісу;
- вдосконалено та доведено: відомості про адаптивний потенціал основних видів газонних та квітково-декоративних рослин до антропогенного забруднення;
- відомості про роль головних фізіолого-біохімічних маркерів рослин у відповідь на стрес, таких як пігментний склад, вміст проліну на МДА, активність антиоксидантних ферментів;
- підходи до оцінки стану досліджуваних рослин за умов забруднення аерополітантами в несприятливих умовах урбанізованого середовища.

4. Основні наукові результати, одержані автором, та їх новизна.

Авторкою проаналізовано та систематизовано значний обсяг літературних джерел за темою дисертаційного дослідження. Здобувачкою самостійно проаналізовано асортимент видів, які використовують в озелененні міста Дніпра, та були обрані такі види квітково-

декоративних рослин: *Tagetes erecta* L., *Calendula officinalis* L., *Petunia* × *hybrida* Vilm., *Mirabilis jalapa* L., *Iris* × *hybrida* hort., *Chrysanthemum* × *koreanum* hort., *Aster dumosum* L. та відповідно види у складі газонів: *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Setaria viridis* (L.) P. Beauv., *Festuca valesiaca* L., *Poa angustifolia* L.

Проведено комплексну порівняльну оцінку інтегрованої фізіолого-біохімічної відповіді квітково-декоративних та газонних рослин на комбіновану дію кліматичної аридизації та техногенного навантаження. Встановлено міжвидову специфіку активності антиоксидантної системи за дії оксидативного стресу. Визначено екологічні стратегії (акумулятивна, бар'єрна) досліджуваних видів урбанізованих територій в умовах забруднення важкими металами. Обґрунтовано використання комплексного аналізу фізіолого-біохімічної відповіді рослин у фітоіндикації стану урбоєкосистем за антропо-техногенної трансформації.

5. Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих в дисертації.

Для виконання роботи здобувачка освоїла комплекс взаємопов'язаних методів. На основі аналізу асортименту видів, що використовують в озелененні міста Дніпро, вміст важких металів в рослинних зразках досліджували методом атомно-адсорбційної спектрофотометрії за стандартною методикою, вимірювання проводили на спектрофотометрі AAS 30.

Аналіз пігментного складу листових пластин досліджуваних видів проводився на спектрофотометрі Spectroquant Prove 300 UV/VIS (Merck KGaA, Німеччина), а обчислення їх концентрації - за загальноприйнятими рівняннями.

Активність антиоксидантних ферментів, МДА та проліну визначали спектрофотометричними методами за загальноприйнятими методиками з використанням відповідних розрахункових формул.

Статистичний аналіз проводили за допомогою пакету програм Microsoft Excel та програми SPSS for Windows.

Комплексний аналіз фізіолого-біохімічних показників квітково-декоративних рослин показав тісний взаємозв'язок між накопиченням важких металів, розвитком оксидативного стресу та активацією антиоксидантної системи. Підвищення рівня МДА супроводжується зростанням активності СОД і пероксидази, а також накопиченням проліну, що свідчить про формування адаптаційної відповіді. Водночас спостерігається зниження вмісту хлорофілів, що вказує на пригнічення фотосинтетичних процесів.

Отримані дані свідчать про те, що досліджувані види рослин по-різному реагують на вплив техногенного навантаження, що проявляється у зміні фізіолого-біохімічних показників. Підвищення коефіцієнтів транслокації важких металів у дослідних варіантах вказує на інтенсивніше надходження металів у надземні органи рослин. Найвищі значення характерні для *Tagetes erecta* та *Chrysanthemum* × *koreanum*, що може свідчити про їх високу здатність до акумуляції.

Отримані результати активності антиоксидантної системи свідчать, що найбільш стійкими видами виявлено *Chrysanthemum* × *koreanum*, *Tagetes erecta* та *Iris hybrida*. Менш виражені зміни зафіксовані у *Petunia* × *hybrida* та *Mirabilis jalapa*, що може свідчити про нижчий рівень адаптивної реакції або використання альтернативних механізмів захисту.

Газонні трави характеризуються високою стійкістю до техногенного навантаження порівняно з квітково-декоративними. Встановлено, що у газонних рослин важливим механізмом адаптації є здатність обмежувати транслокацію важких металів у надземні органи та акумулювати їх у кореневій системі. Показано, що *Elytrigia repens* та *Festuca valesiaca* характеризуються високою активністю антиоксидантних ферментів, низьким рівнем МДА та стабільністю фізіолого-біохімічних процесів, що свідчить про їх високу стійкість.

6. Наукове та практичне значення роботи. Результати дисертаційної роботи доповнюють наукові уявлення щодо адаптаційних потенцій та стійкості домінуючих видів

газонних та квітково-декоративних насаджень, що поширені в місті Дніпро та інших промислових містах України. Висвітлено питання їх акумулятивної здатності, як фактору покращення стану навколишнього середовища урбоєкосистем. Обґрунтовано доцільність використання досліджених видів квітково-декоративних та газонних рослин для розроблення заходів оптимізації зеленої інфраструктури промислових міст та підвищення її екологічної ефективності.

7. Оцінка змісту дисертації, її завершеності в цілому і оформлення

Дисертаційна робота «Інтегрована відповідь газонних та квітково-декоративних рослин за умови мегаполісу на фоні змін клімату» викладена на 146 сторінках комп'ютерного тексту й складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Вона містить 3 таблиці і 26 рисунків. Список літературних посилань містить 201 літературне джерело.

Основний зміст роботи викладений у п'яти розділах, перший з яких присвячено огляду літератури, другий – об'єктам дослідження та характеристиці території дослідження, третій – методам дослідження. У четвертому та п'ятому розділах викладено отримані в процесі дослідження результати та їх інтерпретація.

Дисертаційна робота розпочинається з анотації, ключових слів і списку публікацій за темою дисертації, які написані державною та англійською мовами. В анотації стисло представлені основні результати дослідження із зазначенням наукової новизни і практичного значення. У «Вступі» здобувачка всебічно обґрунтовує актуальність теми дисертаційної роботи, вказує новизну і практичне значення, формулює мету та завдання дослідження, визначає об'єкт та предмет дослідження, аргументовано описує методи дослідження, зазначає свій особистий внесок, описує апробацію результатів виконаної наукової роботи.

Сформульовані висновки дисертаційної роботи відображають зміст одержаних результатів проведеного дослідження, досягнення поставленої мети та вирішення поставлених завдань.

Основні матеріали дисертаційної роботи опубліковані автором в 15 наукових працях, із них: 2 – у виданнях, які належать до міжнародних наукометричних баз Web of Science або Scopus, 8 – у виданнях, які входять до переліку фахових видань категорії «Б», 5 – у збірниках матеріалів наукових конференцій. Ці публікації достатньо повно висвітлюють зміст роботи. Коректно відображено особистий внесок дисертантки в працях, опублікованих у співавторстві.

8. Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності.

У дисертації Бородай Є.С. «Інтегрована відповідь газонних та квітково-декоративних рослин за умови мегаполісу на фоні змін клімату» не виявлено ознак академічного плагіату, фальсифікації чи інших порушень, що могли б поставити під сумнів самостійний характер виконання дисертантом представленого наукового дослідження. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів містять посилання на відповідні джерела.

9. Зауваження до дисертації.

Даючи загалом позитивну оцінку представленій дисертаційній роботі з врахуванням її наукової та практичної цінності, доцільно вказати на певні недоліки, які б у подальшому склали основу для удосконалення наукових пошуків автора.

1) У літературному огляді варто було б більше зосередитись на попередніх наукових дослідженнях квітково-декоративних рослин та газонних трав міста Дніпра.

2) У розділі 4 у складі рисунків, що представляють показники акумуляції важких металів не зазначено, яка дослідна ділянка відповідає позначенням на графіку.

3) Є окремі неточності в оформленні списку використаних джерел.

4) Вважаю, що було б доцільним використати в даній роботі сучасні міжнародні номенклатури таксономічної належності видів, зокрема POWO.

5) Не зовсім зрозуміло – при дослідженнях кореневищних видів були використані тільки корені або і кореневища? Якщо вивчалась вся підземна фітомаса, більш коректним було б писати «підземні органи», а не «корені» (зокрема, стор. 60; 65).

6) За узагальненням результатів досліджень було б доцільним надати деталізовані рекомендації щодо використання досліджених видів у різних типах біотопів промислових міст степової зони з урахуванням антропо-техногенної трансформованості територій озеленення.

Суттєвих недоліків у дисертаційній роботі не виявлено, а вказані окремі зауваження та рекомендації не знижують значущість дисертації та не впливають на її загальну позитивну оцінку.

10. Висновки про відповідність дисертації встановленим вимогам.

За змістом дисертаційна робота Є.С. Бородай «Інтегрована відповідь газонних та квітково-декоративних рослин за умови мегаполісу на фоні змін клімату» є завершеною і самостійною кваліфікаційною науковою працею та повністю відповідає спеціальності 091 Біологія. Дисертація написана грамотною українською мовою, стиль викладення матеріалу відповідає загальноприйнятому в науковій літературі.

Дисертаційна робота Є.С. Бородай «Інтегрована відповідь газонних та квітково-декоративних рослин за умови мегаполісу на фоні змін клімату» відповідає вимогам, передбаченим у «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (Постанова Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р. № 44), та заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 091 «Біологія».

Рецензент:

Директорка

НДІ біології Дніпровського національного університету

імені Олеся Гончара,

кандидат біологічних наук,

старший науковий співробітник

Ірина ІВАНЬКО

Засвідчую:

Проректор з наукової роботи

Дніпровського національного університету

імені Олеся Гончара



Олег МАРЕНКОВ