

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Алексєєвої Анни Анатоліївни за темою «Стійкість рослин роду *Tilia* L. у природних і техногенних екотопах Степового Придніпров'я», представленій до захисту в спеціалізовану вчену раду Д 26.004.09 Національного університету біоресурсів і природокористування України на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 06.03.01 «Лісові культури та фітомеліорація»

Актуальність обраної теми. Складність кліматичних умов Північного Степу України вимагає удосконалення та розширення асортименту деревних видів. Створення стійких насаджень, як в природних фітоценозах, так і в урбанізованому середовищі, потребує глибокого аналізу адаптаційного потенціалу рослин. З цієї точки зору на особливу увагу заслуговують представники роду *Tilia* L. як декоративні види з високим фітомеліоративним потенціалом.

Науковий підхід при доборі деревних видів для створення стійких, довговічних зелених насаджень з високими естетичними і санітарно-гігієнічними властивостями є необхідним в світі сучасного темпу наростання антропогенного тиску. Розширення асортименту деревних видів ускладнюється посиленням континентальності клімату в поєднанні з суттєвим техногенним навантаженням в урбоценозах Степового Придніпров'я.

Відомо, що деревні рослини реагують на дію стресових чинників змінами морфо-анатомічних і фізіолого-біохімічних властивостей. Отже, виникає необхідність з'ясувати видові особливості формування метаболічної адаптації рослин роду *Tilia* L. за дії абіотичних чинників, спрогнозувати успішність їх розвитку у природних і техногенних екотопах Степового Придніпров'я в умовах змін клімату. Тому мета дисертаційної роботи, що спрямована на встановлення видоспецифічних і загальних закономірностей адаптації рослин роду *Tilia* L. до кліматичних та техногенних чинників даного регіону, є актуальною.

Дисертаційну роботу виконано у межах планової науково-дослідної роботи НДІ біології і кафедри фізіології та інтродукції рослин Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара у рамках держбюджетних наукових тем: «Молекулярно-клітинні та фізіологічні механізми адаптації рослин за умов окиснювального стресу» (номер державної реєстрації 0109U000137, 2009–2011 рр.), «Фізіолого-біохімічні механізми стійкості рослин у зв'язку із збереженням фіторізноманіття за несприятливих умов середовища» (номер державної реєстрації 0112U000189, 2012–2014 рр.), «Еколого-біологічні аспекти інтродукції рослин в умовах Степового Придніпров'я» (номер державної реєстрації 0113U000015, 2015–2017 рр.), «Фізіологічні основи

ефективної інтродукції нетрадиційних плодових та ягідних культур в умовах Степового Придніпров'я» (номер державної реєстрації 0116U001526, 2016–2018 рр.).

Наукова новизна роботи. Автором на основі досліджень вперше запропоновано математичну модель прогнозу темпів розповсюдження рослин *Tilia platyphyllos* Scop. в урбоценозах м. Дніпра за умов збереження тенденції кліматичних змін. Виявлено адаптаційні структурно-функціональні перебудови в асиміляційних органах рослин *Tilia cordata* Mill. за зростання освітленості та температури на тлі зниження відносної вологості повітря, що вказує на високу чутливість автохтонного виду до посилення ознак аридності. Вивчено особливості накопичення і компонентний склад поверхневих восків листків видів роду *Tilia* L., які адаптовані до освітлення та затінення і встановлено посилення утворення епікутикулярних восків за умов інтенсивного освітлення листків. Вивчено особливості функціонування реакцій антиоксидантної системи, а саме активності ферментів каталази і пероксидази та вмісту глутатіону, видів роду *Tilia* L. на різних етапах онтогенезу за дії промислових викидів та автотранспортних емісій. Зроблено аналіз якісних та кількісних перебудов поліпептидного складу легкорозчинних білків (ЛБР) ендосперму насіння автохтонного (*T. cordata*) та інтродукованих (*T. platyphyllos*, *T. begoniifolia*, *T. ×europaea*, *T. amurensis* і *T. tomentosa*) видів за умов забруднення. Набули подальшого розвитку пропозиції щодо використання інтродукованих видів роду *Tilia* L. для створення штучних фітоценозів в умовах промислових міст Дніпропетровської області.

Результати дисертаційних досліджень пройшли широку апробацію на Міжнародних і Всеукраїнських конференціях. Опубліковано 18 наукових праць, з яких монографія у співавторстві, стаття у науковому фаховому виданні України, 5 статей у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних, стаття у науковому виданні іншої держави, стаття в іншому науковому виданні, 9 тез наукових доповідей.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень і висновків. В основу дисертаційної роботи покладено результати багаторічних досліджень щодо стійкості рослин роду *Tilia* L. у природних і техногенних екотопах Степового Придніпров'я. Експериментальні дані отримані за допомогою сучасних методик, результати опрацьовано статистичними методами. Висновки та рекомендації є логічним завершенням роботи і в повній мірі відображають основні результати досліджень.

Аналіз структури та змісту дисертаційної роботи. Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, п'яти розділів, висновків і практичних рекомендацій. Список використаних джерел включає 338 найменувань, з яких 152 – латиницею. Результати науково-дослідної роботи впроваджено у навчальний процес і виробництво (додаток В).

Вступ. Дисертант розкриває актуальність теми, формулює мету та завдання. Наукова новизна полягає в тому, що здобувачем вперше виявлено адаптаційні структурно-функціональні перебудови в асиміляційних органах рослин *Tilia cordata* Mill. за різних умов освітлення і зволоженості; з'ясовано видову специфічність у накопиченні і компонентному складі поверхневих восків листків видів роду *Tilia* L., які адаптовані до освітлення та затінення; запропоновано математичну модель прогнозу темпів розповсюдження рослин *Tilia platyphyllos* Scop. на території міських фітоценозів.

Розділ 1 «Огляд систематичних, хорологічних та екологічних досліджень роду *Tilia* L.» містить 4 підрозділи. У першому підрозділі висвітлено систематичне положення та морфологічні особливості видів роду *Tilia* L. Інформація супроводжується ілюстративним матеріалом, в тому числі авторськими фото.

У другому підрозділі на основі літературних даних дисертантка описує ареал розповсюдження видів роду *Tilia* L., і зауважує, що рід включає 46 видів, з них на території України природно зростають 8 видів. Автор висвітлила основні вимоги лип до абіотичних чинників, що можна використовувати під час створення штучних насаджень.

У третьому підрозділі розкривається участь автохтонного виду *Tilia cordata* у складі байрачних лісів. Зазначається, що цей вид є необхідним компонентом природних лісів степової зони, обумовлюючи стійкість лісових ценозів у невідповідних географічних умовах.

Аналіз значної кількості літературних джерел щодо реакції рослин роду *Tilia* L. на вплив стресових чинників є змістом четвертого підрозділу. Автор узагальнила інформацію про екоамплітуду та адаптивні властивості рослин роду *Tilia* L. і дійшла висновку, що липи достатньо стійкі в умовах урбосередовища і є перспективними щодо збільшення видового різноманіття у зелених насадженнях міських агломерацій.

Розділ 2 «Ґрунтово-кліматичні умови району, об'єкти та методи дослідження» викладений на 12-ти сторінках. Здобувач зауважила, що кліматичним умовам району досліджень властиві риси континентальності, посушливості й нестійкості зволоження. Відбір пробних площ зумовлений рівнем урбо- і техногенного навантаження і складає 14 моніторингових ділянок, 12 з них розташовані в зонах автомобільних та промислових викидів. Як об'єкти дослідження обрано 6 видів лип, з яких один автохтонний, інші – інтродуковані в Степове Придніпров'я. Автором обрано стандартні методики, необхідні для геоботанічних та анатомічних досліджень. Для вивчення еколого-фізіологічних особливостей видів роду *Tilia* L. у природних і штучних фітоценозах кліматичних змін та техногенного навантаження застосовували методи фізіолого-біохімічного аналізу, а саме: визначено вміст хлорофілів, активність антиоксидантних ферментів, вміст неструктурних форм вуглеводів, компонентний склад епікутикулярних восків листків, спектри білкового

поліморфізму насіння. Результати досліджень обробляли статистичними методами за допомогою програмного пакета Statistica 6.0.

Розділ 3 «Закономірності адаптації видів роду *Tilia* L. до мінливих екоумов Степового Придніпров'я» викладено на 30-ти сторінках. В п.3.1 автором наведено порівняння морфо-анатомічних та фізіолого-біохімічних показників листків рослин *T. cordata*, які зростають на різних рівнях крутосхилу правого берега р. Самари Дніпровської. Здобувач відмічає, що посилення рис аридності супроводжувалось суттєвими перебудовами в асиміляційних органах *T. cordata*. За зростання освітленості та температури на тлі зниження відносної вологості повітря відбувається збільшення щільності розподілу продохів у листках, зменшення площі листової пластинки та лінійних розмірів замикальних клітин продохів, пригнічення інтенсивності фотосинтезу. За зростання альтитуди схилу показник активності антиоксидантних ферментів зазнавав різноспрямованих змін: активність бензидинпероксидази (BROD) і гваяколпероксидази (GROD) підвищувалась, а каталази (CAT) – зменшувалась.

В підрозділі 3.2. наведено адаптивні реакції листків видів роду *Tilia* L. в умовах освітлення та затінення. Аналіз морфометричних показників листків та продохів видів роду *Tilia* L. показав, що процеси адаптації листків усіх дослідних рослин роду *Tilia* L. до умов освітлення тісно асоційовані зі зменшенням площі листків та зростанням щільності розташування продохів, а також збільшенням маси одиниці площі листових пластинок. Автор припускає, що це може забезпечувати гнучку регуляцію рівня транспірації. Також детально проаналізовано фізіологічні та метаболічні реакції в листках лип за умов освітлення і затінення, а саме вміст зелених пігментів і активність ферментів антиоксидантної системи.

Дисертанткою встановлено посилення утворення епікутикулярних восків за умов інтенсивного освітлення листків. Підтверджено гіпотезу, згідно якої у ході адаптації листків до освітлення й високої температури епікутикулярні воски втрачають вільні жирні кислоти, накопичуючи дуже довголанцюгові n-алкани.

Розділ 4 «Фізіолого-біохімічні основи стійкості видів роду *Tilia* L. в техногенних умовах міських агломерацій Степового Придніпров'я» містить 3 підрозділи, викладені на 22-х сторінках. Підрозділ 4.1. присвячений дослідженню впливу транспортних емісій і промислових викидів на активність ферментів каталази (CAT), бензидинпероксидази (BROD) і гваяколпероксидази (GROD) у листках, бруньках у стані спокою та насінні інтродукованих видів роду *Tilia* L. Загалом спостерігається збільшення активності каталази та зниження активності інших ферментів у вищезазначених органах усіх досліджених видів, особливо чутливими до поллютантів виявились листки. Здобувач робить висновок, що зміни активності ферментів у сплячих бруньках, листках та плодах із забруднених ділянок викликані суттєвими зрушеннями в антиоксидантних процесах, а значна активація ферментів плодів та бруньок

може свідчити про збільшення адаптаційної здатності антиоксиданту нового покоління дерев липи, яке піддається хронічному забрудненню. Визначення рівня відновленого глутатіону (GSH) у листках рослин роду *Tilia* L. показало, що він визначається видовою специфічністю та типом забруднення. Дисертантка робить припущення, що значне підвищення вмісту GSH в асиміляційних органах лип із забруднених фітоценозів свідчить на користь збільшення стійкості рослин роду *Tilia* L. до впливу поллютантів.

Визначено загальну тенденцію для двох видів лип (*T. amurensis* і *T. platyphyllos*) до зменшення сумарного вмісту вуглеводів в насінні за дії промислових та транспортних емісій, при цьому рівень змін метаболізму вуглеводів визначався типом забруднення. Висунуте припущення, що зменшення сумарного вмісту вуглеводів пов'язано з більш інтенсивним перетворенням їх на інші запасні сполуки.

Зроблено аналіз якісних та кількісних перебудов поліпептидного складу легкорозчинних білків (ЛБР) ендосперму насіння автохтонного (*T. cordata*) та інтродукованих (*T. platyphyllos*, *T. begoniifolia*, *T. ×europaea*, *T. amurensis* і *T. tomentosa*) видів за умов забруднення. Доведено, що захист від пошкоджувальної дії стресорів у видів лип роду *Tilia* L. відбувався шляхом зміни в експресивності поліпептидів та появи непритаманних контрольним зразкам насіння білків.

Аналіз процесів експансивності видів роду *Tilia* L. в умовах інтенсивної урбанізації здійснено у **розділі 5**. Його обсяг складає 3 підрозділи, викладені на 16-ти сторінках. Дисертанткою зафіксовано початкові етапи розширення меж розповсюдження інтродукованого у Степове Придніпров'я виду *T. platyphyllos*. Розроблено математичні моделі темпів експансії даного виду на території міських фітоценозів за умов збереження тенденції кліматичних змін.

Висновки та практичні рекомендації базуються на аналізі експериментальних даних і відображають результати досліджень.

Зауваження та побажання

1. Перше завдання (ст. 21) «...– визначити структурно-функціональні ознаки рослин роду *Tilia* L. у природних і техногенних екотопах Степового Придніпров'я», на наш погляд, потребує більш конкретного формулювання, що стосується саме досліджень автора.

2. Бажано відмітити, що терміни квітіння лип, наведені в табл. 1.1, спираються на літературні дані іншого кліматичного регіону і не співпадають з результатами, отриманими під час фенологічних досліджень в Дніпропетровській області.

3. Назва підрозділу 3.1. не зовсім відповідає його змісту і потребує конкретизації.

4. На ст. 60 в табл. 3.1. відсутня статистично достовірна різниця між такими показниками як площа поверхні листка, довжина та ширина продихів

для рослин нижньої і середньої частини схилу. Теж саме для показників площі поверхні листка у *T. cordata* і *T. begoniifolia* в табл. 3.2. і показників загального вмісту хлорофілу у *T. cordata* на рис. 3.7. Бажано зробити відповідні відмітки в таблицях.

5. Висновок про збільшення кількості лігніну в п.3.2.2. (ст. 74) є припущенням і не пов'язаний з дослідженнями дисертантки.

6. В назвах табл. 3.4. і 3.5. термін «вуглеводні» не зовсім коректний, бо вільні жирні кислоти, альдегіди та спирти відносяться до класу «кисневмісних органічних сполук».

7. На рис. 3.9.-3.11. не зовсім зрозуміло, до яких саме видів відносяться наведені хроматограми.

8. Висновок 2 до розділу 3 не дає уявлення про диференціацію видів роду *Tilia* L. в умовах збільшення освітленості і температури за дослідженими параметрами.

9. Для п. 4.1. бажано уточнити, в який вегетаційний період здійснювались дослідження. Також не зрозуміло, чому в цьому підрозділі не досліджено функціонування антиоксидантної системи у органах аборигенного виду *T. cordata*.

10. Рис. 4.4. не дає уяви про різницю вмісту глутатіону в листках різних видів лип, прокоментовану в обговоренні результатів. Краще, на наш погляд, подати цю інформацію у вигляді таблиці.

11. В розділі 4.1. не зрозуміло, які саме ділянки обирались як приклади зон промислових викидів і автомобільних вихлопів. В той же час у розділі 2 заявлено 6 ділянок у зоні промислових емісій (різного характеру і інтенсивності) і 6 ділянок в зоні автотранспортних вихлопів, які також відрізняються за ступенем інтенсивності автомобільного руху.

12. Чому для п. 4.2. обрано тільки 2 види, один з яких *T. amurensis*, що досить рідко зустрічається в урбоценозах Степового Придніпров'я?

13. У висновках до розділу 4 бажано більш конкретно визначити види, у яких найсуттєвіше змінюється вуглеводний і білковий обмін і як це впливає на їх стійкість.

14. Зміст п. 5.1. не відбиває заявленої теми «Насадження рослин роду *Tilia* L. як ландшафтний елемент урборекреації».

15. На наш погляд, назва підрозділу 5.2. «Експансивні особливості *Tilia platyphyllos* Scop.» некоректна. В даному випадку краще використовувати поняття «успішність інтродукції».

Виявлені окремі недоліки і зауваження суттєво не впливають на загальну оцінку дисертаційної роботи.

Загальний висновок. Дисертаційна робота Алексеевої Анни Анатоліївни «Стійкість рослин роду *Tilia* L. у природних і техногенних екотопах Степового Придніпров'я» є повноцінною завершеною науковою працею, яка має важливе наукове і практичне значення. Дисертація містить нові результати досліджень в області вивчення реакції деревних рослин на стресові чинники кліматичного та антропогенного походження.

Виконана дисертаційна робота свідчить про достатню теоретичну і практичну підготовку дисертанта, здатність самостійно ставити і вирішувати наукові завдання.

Загалом дисертаційна робота «Стійкість рослин роду *Tilia* L. у природних і техногенних екотопах Степового Придніпров'я» відповідає вимогам п. 11 „Порядку присудження наукових ступенів“, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 року № 567, а її автор – Алексеева Анна Анатоліївна заслуговує присудження їй наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 06.03.01 «Лісові культури та фітомеліорація».

Офіційний опонент:

доцент кафедри садово-паркового господарства Дніпровського державного аграрно-економічного університету,
кандидат біологічних наук



Пономарьова О. А.