До спеціалізованої вченої ради ДФ 35.051.293
Львівського національного університету
імені Івана Франка
м. Львів, вул. Університетська, 1

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Аторвін Ольги Ігорівни

“Структурні зміни таксоцену ґрунтових Collembola під впливом інвазійних видів деревних рослин Розточчя”,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії
з галузі знань 10 Природничі науки за спеціальністю 101 Екологія

Актуальність теми дисертації.

Антропогенне втручання в лісові екосистеми, зокрема заміна домінантних деревних видів, суттєво змінює структуру та функціонування природних угруповань. Такі зміни часто пов’язані з інтродукцією чужорідних деревних рослин, що трансформують середовище існування, порушують сформовані екологічні зв’язки та знижують стабільність екосистем. Унаслідок цього зростає ризик поширення інвазійних видів, витіснення аборигенних таксонів і спрощення просторової та трофічної організації лісових біоценозів.

Фітоінвазії є однією з ключових загроз біорізноманіттю, оскільки вони призводять до зменшення кількості місцевих видів, уніфікації екосистем і порушення трофічних ланцюгів. Зниження біорізноманіття негативно відбивається на екосистемних послугах, зокрема на здатності лісів і ґрунтів регулювати кліматичні процеси, очищувати воду та підтримувати родючість ґрунтів. Втрата різноманіття зменшує стійкість екосистем до зовнішніх впливів і обмежує їхній потенціал до самовідновлення.

Для оцінки впливу інвазійних деревних рослин на ґрунтове середовище доцільним є використання ґрунтових колембол як зооіндикаторів. Ця група тварин широко поширена, тісно пов’язана з едафотопом і чутливо реагує на зміни умов існування, що дозволяє фіксувати початкові стадії трансформації ґрунтів. В Україні вплив інвазійних деревних видів на ґрунтове середовище з використанням колембол досі залишається малодослідженим, що зумовлює актуальність комплексних досліджень у цьому напрямі та необхідність розвитку методів зооіндикації антропогенно змінених лісових екосистем.

Виходячи з вищесказаного вважаю, що тема дисертації Аторвін О. І. “Структурні зміни таксоцену ґрунтових Collembola під впливом інвазійних видів

деревних рослин Розточчя ” є актуальною і має важливе теоретичне та практичне значення.

Зв’язок дисертаційної роботи з державними чи галузевими науковими програмами.

Дисертаційне дослідження виконане у рамках науково-дослідних робіт кафедри екології біологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка: планові теми «Екологічний моніторинг абіотичних і біотичних компонентів середовища в умовах антропогенно-техногенного впливу на довкілля» (№ державної реєстрації 0119U002396); «Біомоніторинг і біоремедіація територій та акваторій заходу України» (номер державної реєстрації 0124U002496).

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

Дисертаційна робота Аторвін О. І. має чітко сформульовану мету та окреслені основні завдання роботи для досягнення цієї мети. Усі експериментальні результати, наукові положення і висновки дисертаційної роботи побудовані на матеріалах власних досліджень. Робота виконана з використанням сучасних методів експериментальних досліджень (зоологічні, статистичні), що мають наукове обґрунтування і характеризуються вірогідними результатами.

Для визначення видової приналежності використовували сучасну мікроскопічну техніку (мікроскоп Olympus BX42).

Отримані результати опрацьовано статистично (Statistica 7, Past і Q-statistica) та здійснено необхідні математичні розрахунки й візуалізацію у програмі Microsoft Office Excel.

Основні наукові результати, одержані автором, та їхня новизна.

Дисертантка отримала значний обсяг наукових результатів, що характеризуються новизною. Уперше оцінено вплив інвазійних видів деревних рослин на структуру таксоцену колембол Розточчя. Досліджено таксономічне різноманіття і екологічну структуру таксоценів колембол у природних та змінених інвазійними видами біоценозах Яворівського національного природного парку. Вперше виділено види індикатори змін у біоценозах, спричинених інвазійними насадженнями. Виділено види-біоіндикатори оцінки природоохоронної цінності ґрунтової біоти в досліджених едафотопах. Для

оцінки впливу інвазійних деревних видів на екологічний стан едафотопу досліджуваних лісових біоценозів запропоновано використовувати шість біомаркерів таксоцену Collembola, які виявляють найвищу чутливість до змін середовища, спричинених інвазією та пов'язаною з нею трансформацією лісового покриву Встановлено можливості використання структурних параметрів таксоцену колембол для зооіндикації та процесів, пов'язаних із зміною екологічного режиму в едафотопах під такими антропогенними фітоценозами.

Теоретичне та практичне значення отриманих результатів дослідження.

Під час дослідження отримано узагальнені дані про структуру угруповань колембол у ґрунтових екосистемах Розточчя, зокрема їхній таксономічний склад, екологічні та життєві форми, особливості домінування і показники різноманіття. Ці результати дозволяють об'єктивно оцінити вплив інвазійних деревних видів на стан ґрунтових педобіонтів і можуть слугувати науковою основою для аналізу трансформації едафотопів. Показники різноманіття колембол розглядаються як інформативні біомаркери стану та змін ґрунтових екосистем.

Отримані матеріали мають прикладне значення для розвитку системи екологічного моніторингу та зооіндикації лісових екосистем України. Вони можуть бути використані фахівцями у сфері екології, лісового господарства та охорони природи при розробленні рекомендацій з управління біорізноманіттям і відновлення природних лісових угруповань, а також у практиці довготривалого спостереження за станом едафотопів під інвазійними деревостанами.

Результати дослідження впроваджено в освітній процес екологічних дисциплін Львівського національного університету імені Івана Франка та використано в системі довгострокового моніторингу екосистем Яворівського національного природного парку. У межах роботи також сформовано еталонну колекцію індикаторних видів колембол, що створює науково-практичну базу для подальших досліджень, навчальних потреб і багаторічних спостережень за динамікою ґрунтових угруповань у трансформованих лісових екосистемах.

Апробація результатів дисертації, повнота викладу основних положень, висновків і рекомендацій.

За темою дисертації опубліковано 4 статті у наукових фахових виданнях. Також опубліковано 11 тез і матеріалів доповідей на міжнародних та вітчизняних конференціях: Міжнародна наукова конференція "Молодь і поступ біології"

(Львів, 2020, 2021, 2022, 2025); Міжнародна наукова конференція: «Стан і біорізноманіття екосистем Шацького національного природного парку та інших природоохоронних територій» (Львів, 2020, 2021, 2022, 2024); Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми сучасної ентомології» (Світязь, 2020); Міжнародний конгрес "Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування" (Львів, 2020); Міжнародна наукова конференція: «Сучасний стан збереження природного різноманіття та сталого використання ресурсів природно-заповідних територій.» (смт Івано-Франкове, 2023).

Сукупність усіх публікацій відображає викладені в дисертації результати дослідження, що відповідає вимогам п. 8, 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 (з наступними змінами).

Відомості про дотримання академічної доброчесності.

У наукових публікаціях і дисертаційній роботі Аторвін О. І. не виявлено ознак академічного плагіату, фальсифікації чи інших порушень, які могли б поставити під сумнів самостійний характер виконання дисертанткою представленого наукового дослідження. Текст є оригінальним, всі посилання коректно позначені та вказані в списку використаних джерел.

Структура та зміст дисертації.

Дисертаційна робота відповідає вимогам щодо оформлення дисертацій відповідно до наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (зі змінами, внесеними згідно з наказом МОН від 31.05.2019 року № 759). Дисертацію викладено українською мовою на 198 сторінках друкованого тексту, в тому числі 145 сторінках основного тексту дисертації. Робота складається з анотації, вступу, шести розділів, висновків, списку використаної літератури (264 посилання) та 4 додатків. У роботі представлено 28 рисунків та 33 таблиці.

Дисертаційна робота розпочинається з анотації з ключовими словами, які написані українською та англійською мовами, й списку публікацій за темою дисертації. В анотації стисло представлено актуальність роботи, основні результати дослідження із зазначенням наукової новизни і практичного значення.

У «**Вступі**» обґрунтовано актуальність обраної теми, представлено мету та завдання дослідження, визначені його об’єкт та предмет, коротко описано використані методи досліджень, вказано на наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, висвітлено особистий внесок здобувача, зазначено зв’язок роботи з науковими темами, а також вказано про апробацію матеріалів дисертації і публікації автора за темою роботи.

У першому розділі дисертації «**Огляд літератури**» розглянуто роль колембол як чутливого та інформативного об’єкта екологічних досліджень у природних і антропогенно трансформованих лісах, з особливим акцентом на вплив лісогосподарської діяльності та інтродукції чужорідних деревних видів на ґрунтові екосистеми. Узагальнено відомості про біологічні, екологічні та еволюційні особливості колембол, їхнє значення в ґрунтотвірних процесах і можливості використання як біоіндикаторів стану лісових біоценозів. Також подано детальний огляд історії та сучасного стану досліджень колембол в Україні й за кордоном, включно з аналізом змін їхніх угруповань у трансформованих лісах, що обґрунтовує доцільність застосування цієї групи для оцінки наслідків біологічних інвазій і зниження біорізноманіття.

У другому розділі «**Характеристика природних умов Розточчя і прилеглих територій**» описано природні умови та ландшафтно-екологічні особливості Яворівського національного природного парку й суміжної території Винниківського лісу в межах регіону Розточчя: їхнє географічне положення, рельєф, геологічну будову, клімат і різноманіття ґрунтів, що формують мозаїчність місцевих екосистем. Подано характеристику основних типів лісових угруповань (переважно букових і мішаних лісів) та особливості їхнього поширення, з акцентом на те, що значні площі зайняті похідними насадженнями після лісогосподарських змін. Окремий блок присвячено біоценозам з участю інвазійних деревних видів (зокрема дуба червоного, модрини японської та сосни чорної): пояснюється, як вони витісняють аборигенні види, змінюють світловий режим і фізико-хімічні властивості ґрунтів, знижують різноманіття підліску та впливають на екосистемні послуги, що обґрунтовує потребу в моніторингу й контролі їх поширення.

У третьому розділі «**Матеріал і методи досліджень**» описано, які саме лісові біоценози були відібрані для дослідження колембол у Яворівському національному природному парку та Винниківському лісопарку, включно з їхнім розташуванням, типами лісу, складом деревостанів (природні — бук, граб, сосна; та насадження з інвазійними видами — дуб червоний, модрина японська, сосна чорна) і короткими лісівничо-рекреаційними характеристиками. Наведено

метеорологічний фон періоду збору матеріалу (2020–2021) та детально подано методику польових і лабораторних робіт: відбір стандартних ґрунтових проб у різні сезони, виділення й фіксація колембол, виготовлення мікропрепаратів, визначення видів і підрахунок чисельності. Також окреслено підходи до статистичного аналізу та зооіндикації (індекси подібності, кластерний/ординаційний аналіз, оцінка домінування, частоти трапляння, α- та β-різноманіття, раритетності видів), тобто весь дизайн дослідження, за яким порівнювали таксоцени колембол у природних і трансформованих (інвазійних) лісових умовах.

У четвертому розділі «**Структура населення колембол лісових біоценозів**», який стосується вже власне результатів дослідження описано таксоцени колембол у двох типах лісових умов: природних біоценозах (А1–А4) та біоценозах, трансформованих інвазійними деревними насадженнями (Б1–Б4: дуб червоний, модрина японська, сосна чорна). Для кожного біоценозу подано видове багатство, щільність населення, сезонну динаміку та структуру домінування, а також склад провідних родин і масових видів. У природних лісах загалом виявлено 76 видів (14 родин, 44 роди), у біоценозах з інвазійними насадженнями 80 видів колембол (13 родин та 47 родів). Детально розглянуто показники α- та β-різноманіття, індекси (Сімпсона, Шеннона, Маргалефа, Менхініка, Бергера–Паркера тощо), частоту трапляння видів, життєві форми й біотопні групи – тобто як змінюється різноманіття і «будова» спільноти в різні сезони та в різних деревостанах у природних та трансформованих ценозах.

Здійснено порівняльний аналіз між природними й інвазійними біоценозами на рівні всієї вибірки: загалом за 2020–2021 роки знайдено 93 види та понад 10,5 тис. особин, показано, що в інвазійних деревостанах видове багатство дещо вище, але щільність популяцій нижча, що трактовано як ознаку погіршення/зміни едафічних умов і потенційної деградації ґрунтового середовища. Попри доволі високу подібність фаун (індекс Жаккара ~68%, Соренсена ~0,77), зафіксовано зміни в ієрархії родин, у складі домінантів та у спектрі життєвих форм (у змінених біоценозах посилюється частка підстилково-ґрунтових форм і евритопних видів), а Q-статистика та показники домінування інтерпретуються як перебудова структури спільноти під впливом заміни корінного едифікатора інвазійними деревами; окремо підкреслено наявність ендемічних видів у природних насадженнях як важливого природоохоронного елемента.

У п’ятому розділі «**Основні тенденції зміни екологічної структури таксоцену колембол під впливом антропогенної заміни едифікатора**

деревостану» охарактеризовано вплив біологічних інвазій деревних видів на лісові екосистеми та, зокрема, на ґрунтову мезофауну колембол: пояснено, що заміна корінних едифікаторів (типових деревостанів) інвазійними змінює підстилку, мікроклімат і хімізм ґрунту, що відбивається на структурі таксоценів колембол; у дослідженні показано, що в інвазійних біоценозах видове багатство колембол дещо зростає (з 76 до 80 видів), але загальна чисельність і щільність зменшуються (~на 22,5 %), водночас збільшується просторове різноманіття (β-різноманіття) і змінюються домінування, сезонна динаміка та спектри життєвих форм (зміщення в бік підстилково-ґрунтових/геміедафічних форм), що інтерпретується як ознака трансформації й потенційного погіршення едафічних умов.

У шостому розділі «**Можливості використання структурних параметрів таксоценів колембол для зооіндикації екологічних умов досліджених едафотопів**» підсумовано, що біоіндикація (зокрема зооіндикація ґрунтовими безхребетними) дає інтегровану й ранню оцінку стану ґрунтів, а таксоцени колембол є особливо придатними індикаторами через повсюдність, високу чисельність і чутливість до змін едафічних умов; для оцінки якості ґрунту автор пропонує аналіз видового складу, щільності, домінування, індексів різноманіття та екологічної структури (життєві форми, біотопні групи), що дозволяє фіксувати наслідки інвазії деревних порід: зазвичай зростає видове багатство (часто за рахунок еврибіонтів), але знижується щільність і спрощується структура угруповання, змінюються індикаторні види й раритетний компонент (у трансформованих лісах можливі втрати ендеміків), а поєднання фауністичних підходів із кількісними індексами (зокрема Fij Песенка, Di за Сімпсоном, подібність Жаккара/Брея–Кертіса, індекси раритетності) підвищує надійність моніторингу та виявлення деградації едафотопів.

Усі розділи містять підсумки, які узагальнюють сукупний об’єм проведеної дисертанткою роботи та є критичним висвітленням новизни, яку вона вносить у розробку проблеми.

Висновки. Сформульовано 11 висновків, які логічно випливають з результатів. Вони є повними, науково обґрунтованими та відповідають меті й завданням дослідження.

Список використаних джерел налічує 264 найменування (124 джерела кирилицею і 140 – латиницею). Його сформовано у алфавітному порядку та оформлено згідно зі встановленим стандартом.

Рукопис дисертації завершується чотирма «**Додатками**». Додаток 1 містить таблицю зі значеннями індексу відносної біотопної приуроченості

песенка (fij) для природних та інвазійних біоценозів. У Додатку 2 представлена таблиця з інформацією про життєві форми і біотопні групи колембол у досліджених біоценозах (у % від загального числа видів у таксоцені). Додаток 3 – це таблиця, де відображено зведений список видів, відносна чисельність та екологічні характеристики колембол досліджених природних і змінених біоценозів. У таблиці Додатку 4 представлено список праць здобувача, опублікованих за темою дисертації, та відомості про апробацію результатів.

Зауваження до дисертації.

Дисертаційна робота Аторвін О. І. за своїм змістом і формою є завершеним самостійним науковим дослідженням. У ній можна знайти відповіді на багато актуальних питань і тому логічно, що така робота може і повинна викликати інтерес з боку науковців, часто викликаючи додаткові запитання або ж уточнення. З огляду на це необхідно вказати декілька зауважень чи радше побажань до цієї роботи.

1. Чи можна вважати індикаторні види “стабільними маркерами”, якщо сама авторка визнає, що за триваліших досліджень частина видів може втратити статус специфічних? Тоді що надійніше для моніторингу: списки індикаторних видів, індекс Песенка (Fij) як кількісна приуроченість, чи сукупність показників (домінування + життєві форми + раритетність)? Як обґрунтувати вибір одного “ядра” показників для практичного моніторингу?
2. Наскільки надійно колемболи “відокремлюють” вплив інвазійного едифікатора від інших факторів (вік насаджень, мікроклімат, вологість/опади, підстилка, вміст органіки, забруднення), якщо багато змін є сезонними і кореляції з абіотичними факторами статистично незначущі через малу чисельність? Як у такій ситуації коректно інтерпретувати причинність і що треба змінити в плані дослідження, щоб її посилити?
3. Як відрізнити “спрощення екологічної структури” від “функціональної перебудови без втрати якості ґрунту”? Які саме функції ґрунтової системи (деструкція опаду, мікробні ланцюги, гумусоутворення) мають показати погіршення, щоб твердження про деградацію було не лише за структурними індексами?

Загалом, вищенаведені зауваження не зменшують наукову і практичну цінність роботи, яка є актуальним, багатогранним, завершеним дослідженням, виконаним на високому науковому та методичному рівні.

Висновки про відповідність дисертації встановленим вимогам.

Дисертаційна робота Аторвін Ольги Ігорівни “ Структурні зміни таксоцену ґрунтових Collembola під впливом інвазійних видів деревних рослин Розточчя” є завершеною науковою працею. Результати дисертаційної роботи достатньо повно відображені в публікаціях авторки. Дисертація за змістом відповідає спеціальності 101 Екологія. Дисертаційна робота за актуальністю проблеми, методичними підходами, обсягом, ґрунтовністю аналізу та інтерпретацією отриманих даних, повнотою викладу принципових наукових положень, достовірністю отриманих результатів, науково-теоретичним та практичним значенням повністю відповідає вимогам Постанови Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 р. “Порядок присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії” (із змінами, внесеними згідно з постановами КМ України від 21.03.2022 № 341, від 19.05.2023 № 502, від 03.05.2024 № 507), а дисертантка, Аторвін Ольга Ігорівна, з урахуванням виконання у повному обсязі освітньої складової освітньо-наукової програми та індивідуального плану наукової роботи, заслуговує присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 10 Природничі науки за спеціальністю 101 Екологія.

Рецензент:
кандидат біологічних наук, доцент,
доцентка кафедри зоології
Львівського національного університету
імені Івана Франка Катерина НАЗАРУК