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.

Інтродукція чужорідних деревних рослин у лісові екосистеми у результаті антропогенного втручання супроводжуватиметься порушеннями встановлених екологічних зв’язків, а відтак — структурно-функціональними змінами природних угруповань. Необґрунтоване збільшення чисельності у лісових екосистемах інвазивних видів до статусу едифікаторів створює загрози зниження різноманіття і продуктивності лісових біоценозів, формування водного балансу, регулювання мікроклімату і родючості ґрунтів. Виявити такі зміни у функціонуванні як окремих консорцій, так і цілісної лісової екосистеми можна використовуючи організми, які перебувають з деревними рослинами у тісних функціональних зв’язках. Зокрема, для оцінки впливу інвазійних деревних рослин на ґрунтове середовище доцільним є використання ґрунтових колембол як зооіндикаторів.

Колемболи тісно пов’язані з едафотопом і чутливо реагують на зміни умов існування, що дозволяє фіксувати початкові стадії трансформації ґрунтів. Колемболи – клас ґрунтових членистоногих тварин, які є важливим чинником ґрунтотвірних процесів. Вони беруть участь в деструкції відмерлих органічних решток, а також активізації сапротрофних мікроорганізмів у наземних екосистемах, пришвидшуючи їхню гуміфікацію, а також посилюють мікробіологічну активність ґрунтів. На вплив зовнішніх факторів колемболи реагують анатомо-морфологічними змінами, які приводять до зміни чисельності популяцій аж до випадання окремих видів з ґрунтового біоценозу.

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.

Дисертантка використала загальноприйняті сучасні методики польових та камеральних досліджень. Зокрема, для визначення видової приналежності застосована сучасна мікроскопічна техніка (мікроскоп Olympus BX42). Отримані результати опрацьовано статистично (Statistica 7, Past і Q-statistica) і підтверджено їх вірогідність через необхідні математичні розрахунки й візуалізацію у програмі Microsoft Office Excel.

Усі експериментальні результати, наукові положення і висновки дисертаційної роботи побудовані на матеріалах власних досліджень.

Результати мають глибокий і достатній ступінь наукової обґрунтованості, а висновки і рекомендації, які випливають з них, цілком логічні .

Основні наукові результати, одержані автором, та їхня новизна.

Дисертанткою 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, зокрема 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

Теоретичне та практичне значення отриманих результатів дослідження.

Дисертанткою отримано узагальнені дані про структуру угруповань колембол у ґрунтових екосистемах Розточчя, зокрема їхній таксономічний склад, екологічні та життєві форми, особливості домінування і показники різноманіття. 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 навчальних дисциплін освітньої програми "Екологія" 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 "Структурні зміни таксоцену ґрунтових Collembola під впливом інвазійних видів деревних рослин Розточчя" 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**» зазначена актуальність теми дисертації, представлена мета та завдання дослідження, визначені його об'єкт і предмет, коротко описані використані методи досліджень, зазначена наукова новизна та практичне значення отриманих результатів, висвітлений особистий внесок здобувача, відзначений зв'язок наукової роботи з науковими темами, а також вказано про апробацію матеріалів дисертації і публікації автора за темою роботи.

У першому розділі дисертації «**Колемболи як об'єкт наукових досліджень у природних і антропогенно змінених лісах**» (огляді

літератури) проаналізована історії та сучасний стан досліджень колембол в Україні й за кордоном, 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.

У другому розділі «**Характеристика природних умов Розточчя і прилеглих територій**» описані фізико-географічні умови та ландшафтно-екологічні особливості Яворівського національного природного парку й суміжної території Винниківського лісу в межах регіону Розточчя, а саме - 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**» детально охарактеризовані лісові біоценози Яворівського національного природного парку та Винниківського лісопарку, які були відібрані для дослідження колембол, включно з їхнім розташуванням, типами лісу, складом деревостанів (природні — бук, граб, сосна; та насадження з інвазійними видами — дуб червоний, модрина японська, сосна чорна).

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. Охарактеризовані підходи до статистичного аналізу та зооіндикації (індекси подібності, кластерний аналіз, оцінка домінування, частоти трапляння), за яким порівнювали таксоцени колембол у природних і антропогенно трансформованих лісових біоценозах.

У четвертому розділі «**Структура населення колембол лісових біоценозів**», описано таксоцени колембол у двох типах лісових умов:

природних біоценозах (бучняку, грабовому дубняку, дубовому сосняку, грабовому бучняку) та аналогічних біоценозах, але трансформованих інвазійними деревними насадженнями (дубом червоним, модриною японською, сосною чорною). Для кожного біоценозу подано видове багатство, щільність населення, сезонну динаміку та структуру домінування. Загалом у природних лісах виявлено 76 видів (14 родин, 44 роди), у біоценозах з інвазійними насадженнями — 80 видів колембол (13 родин та 47 родів).

Для порівняння детально розглянуто показники α- та β-різноманіття, індекси (Сімпсона, Шеннона, Маргалефа, Менхініка, Бергера–Паркера тощо), частоту трапляння видів, життєві форми й біотопні групи. При цьому встановлюється, як змінюється різноманіття колембол у різні сезони та в різних деревостанах у природних та трансформованих ценозах.

Порівняльним аналізом встановлено, що різноманіття природних біоценозів сформувала менша кількість видів колембол, ніж у трансформованих. На рівні точкового α-різноманіття кількість особин, яка припадає на одну стандартну ґрунтову пробу дещо схожа у 2 типах біоценозів і становить 7,8 у природних та 7,2 у змінених. Проте щільність 106 населення колембол є вищою у природних – 10,8 тис.ос./м² і є в межах типових значень щільності колембол для лісових ґрунтів, тоді як у змінених – 8,9 тис.ос./м². Така різниця у щільності колембол може свідчити про зниження сприятливих умов в ділянках з інвазійними насадженнями, та може вказувати на деградацію ґрунтів, або зменшення кількості доступних ресурсів порівняно з природними. Показник внутрішньоценотичного β-різноманіття має вищі показники у біоценозах змінених інвазійними видами дерев (10,3) порівняно з природними (9,1).

Для таксоценів колембол у природних та змінених біоценозів спільними є 63 види. Спираючись на це, проведена оцінка подібності між двома спільнотами (індекс Жаккара) демонструє 68 % схожості. Подібність різноманіття двох порівнюваних типів біоценозів підтверджує і коефіцієнт видової подібності Соренсена (S = 0,77). Попри доволі високу подібність фаун, зафіксовано зміни в ієрархії родин, у складі домінантів та у спектрі життєвих форм (у змінених біоценозах посилюється частка підстилково-ґрунтових форм і евритопних видів).

Зважаючи на те, що різні види досліджених таксоценів колембол мають свою специфіку параметрів різноманіття, для формалізації отриманих даних використано метод Q-статистики, який є малочутливим до об’єму вибірки та ілюструє перебудови в структурі домінування, які скорельовані зі змінами видового багатства, а не відносною чисельністю видів. Результати

проведеного аналізу демонструють менше різноманіття таксоцену колембол змінених біоценозів, ніж у природних. Такі показники індексу Q скорельовані, насамперед, з показником загального видового багатства, а також структурою домінування таксоцену, і свідчать про порушення екологічних умов внаслідок заміни корінного едифікатора деревостану.

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.

Встановлено, що у результаті заміни корінного едифікатора деревостану інвазійним спостерігається зміна різноманіття таксоцену колембол та екологічної ємності середовища. Зокрема, у біоценозах, утворених інвазійним дубом це виражається у зменшенні щільності населення та точкового α-різноманіття, при цьому зростає видове багатство, β-різноманіття, а разом з тим і значення основних індексів різноманіття колембол. Стосовно сезонної динаміки у змінених біоценозах чисельність прямо пропорційна абсолютній вологості, а щільність плавно зростає від весни до зими, тоді як у природних біоценозах щільність взимку зростає втричі, порівняно з іншими сезонами. Крім цього заміна корінного едифікатора деревостану супроводжується змінами у спектрах життєвих форм колембол. У інвазійних біоценозах значно зростає відносна чисельність групи геміедафічних за рахунок збільшення відносної чисельності підстилково-ґрунтових форм.

У шостому розділі «**Можливості використання структурних параметрів таксоценів колембол для зооіндикації екологічних умов досліджених едафотопів**» відзначається, що зооіндикація ґрунтовими безхребетними дає інтегровану й ранню оцінку стану ґрунтів. У дослідженнях ґрунтової мезофауни, зокрема колембол, виявлено ряд показників, які можуть надійно слугувати такими біомаркерами. Одним із важливих маркерів таксоцену колембол є таксономічний структура. Не менш показовими є зміни у морфоекологічній структурі таксоцену. Під впливом інвазій зафіксовано перебудови у спектрах біоморф та екологічних груп. Структурні характеристики таксоцену колембол також служать важливими біомаркерами. Крім того, біомаркерами можуть виступати функціональні ознаки таксоценів**,** зокрема співвідношення життєвих форм та екологічних груп.

Вибір конкретних маркерів таксоцену колембол для індикації стану ґрунтового середовища, залежить від низки чинників і може суттєво відрізнятись, зокрема: типом індикації (рання, попередня, прогностична або

супутня); характером стресора (фізичний, хімічний, біологічний); тривалістю впливу стресового чинника; здатністю ґрунтової екосистеми протидіяти зовнішньому навантаженню.

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 Ольги Ігорівни "Структурні зміни таксоцену ґрунтових Collembola під впливом інвазійних видів деревних рослин Розточчя" за своїм змістом і формою є завершеним самостійним науковим дослідженням. Вона має конкретне теоретичне і практичне значення. Робота містить великий за обсягом матеріал, але використання деякої наукової термінології потребує уточнення, а саме:

1. У розділі 6.3. "Основні біомаркери екологічної якості едафотопу" зазначається, що "... під впливом інвазій зафіксовано перебудови у спектрах біоморф ...", але дальше мова йде не про біоморфи, а про життєві форми. Крім цього у висновках до 6 розділу порушена нумерація.

2. У загальних висновках №2 і №4 також зазначається про перебудову біоморфологічної структури колембол, яка у самій роботі не аналізується.

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:
Декан біологічного факультету,
кандидат біологічних наук, доцент,
доцент кафедри зоології
Львівського національного університету
імені Івана Франка Ігор ХАМАР