

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора сільськогосподарських наук, професора,
в.о. завідувача кафедри екології, природничих та математичних наук
Комунального закладу вищої освіти “Вінницька академія безперервної освіти”

Мудрака Олександра Васильовича

на дисертаційну роботу Москалика Ігоря Миколайовича
на тему: “Адаптивний моніторинг ентомофільних рослин як основа підтримання
структурно-функціональної стійкості агроландшафтів”,
подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії
з галузі знань 10 – Природничі науки, за спеціальністю 101 – Екологія

Актуальність дисертаційного дослідження зумовлена необхідністю пошуку сучасних підходів до оцінки стану агроландшафтів в умовах глобальних кліматичних змін, інтенсифікації сільського господарства та зростання антропогенного навантаження, що спричиняють скорочення чисельності і різноманіття запилювачів та посилення екологічних ризиків для системи запилення. Ентомофільні рослини – це важливий компонент агроєкосистем, функціонування яких нерозривно пов’язане із запилювачами, тому порушення цих взаємозв’язків негативно впливає не лише на збереження біорізноманіття, але й на продуктивність агроценозів і продовольчу безпеку. У зв’язку з цим розроблення і впровадження адаптивного моніторингу ентомофільних рослин, який враховує не лише флористичні показники, а й стан асоційованої біоти і вплив інвазійних видів, науково та практично обґрунтоване і своєчасне.

Зв’язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами.

Дисертаційне дослідження логічно інтегровано у науковий напрям кафедри екології та біомоніторингу Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича і виконувалася в межах кафедральної та держбюджетної науково-дослідних тем, присвячених оцінці й оптимізації екосистемних послуг в агроландшафтах. Дослідження зимової смертності медоносних бджіл здійснювалося у розрізі моніторингової програми COLOSS. Практичну і наукову значущість роботи посилюють результати, які виконано в межах міжнародного проєкту RestPoll за програмою Horizon Europe, який спрямований на відновлення середовищ існування запилювачів у європейських агроландшафтах.

Ступінь обґрунтованості основних положень, висновків та практичних рекомендацій, сформульованих у дисертації достатньо високий та забезпечується коректно сформульованою метою, логічно поставленими завданнями і

застосуванням комплексу сучасних методів екологічних досліджень, статистичного аналізу та наукового узагальнення. Отримані результати базуються на репрезентативному фактичному матеріалі, а сформульовані висновки логічно випливають із проведених досліджень і відповідають поставленим завданням. Практичні рекомендації мають прикладне значення та можуть бути використані для вдосконалення моніторингу систем запилення і підтримання структурно-функціональної стійкості агроландшафтів.

Структура дисертації оптимальна, вона дає змогу цілісно оцінити результати дослідження. Дисертаційне дослідження складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, які поділяються на підрозділи, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 193 сторінки, список використаних джерел налічує 279 найменувань.

У **вступі** відображено актуальність дослідження, визначено мету і завдання дослідження, наукову новизну і практичну цінність роботи, наведено відомості щодо апробації роботи та публікацій за темою дисертації.

В **огляді літератури** здійснено ґрунтовний аналіз наукових джерел, присвячених теоретико-методичним основам екологічного і адаптивного моніторингу, сучасним підходам до оцінки системи запилення та структурно-функціональної стійкості агроландшафтів. Автором узагальнено наукові підходи до використання адаптивного моніторингу як гнучкого інструменту оцінки динамічних екологічних систем, обґрунтовано доцільність залучення комах-запилювачів як біоіндикаторів стану компонентів довкілля, а також проаналізовано роль просторової організації агроландшафтів, ентомофільних рослин і пов'язаної з ними біоти у підтриманні біорізноманіття та екосистемних послуг. Це дозволило сформуванню належного теоретичного підґрунтя для проведення власних досліджень і розроблення адаптивної системи моніторингу ентомофільних рослин.

У розділі “**Матеріали та методи дослідження**” обґрунтовано застосування комплексного міждисциплінарного підходу до дослідження ентомофільних рослин, стану запилювачів, а також ролі фіто- і зооінвазій у функціонуванні системи запилення. Автором вдало поєднано польові, лабораторні, картографічні, геоінформаційні, соціологічні та аналітичні методи дослідження, що забезпечило комплексність оцінки досліджуваних процесів. Позитивно слід відзначити

використання уніфікованих анкет міжнародного моніторингу COLOSS для оцінки зимових втрат колоній *Apis mellifera* L. та застосування концептуальної схеми міжнародного проєкту RestPoll для формування мережі живої лабораторії з постійними трансектами моніторингу на засадах мультипартисипативного підходу.

У розділі **“Результати та їх обговорення”** здійснено аналіз запилювальних стратегій основних представників родин *Rosaceae* і *Asteraceae*, які мають стратегічне значення для агросектору України. Доведено, що стабільність агровиробничого потенціалу цих культур базується на комбінованому типі запилення з домінуванням мелітофілії. Особливої уваги заслуговує висновок про ключову роль *Apis mellifera* як головного агента запилення, що вдало доповнюється аналізом функціональної комплементарності дикої ентомофауни, зокрема представників *Syrphidae*. Автор слушно зауважує, що саме така диверсифікація запилювальних мереж є біотичним механізмом стабілізації агроєкосистем, хоча виявлені тенденції зростання зимових втрат бджолосімей створюють реальні ризики дефіциту послуги запилення.

Значна частина розділу присвячена дослідженню екологічної ролі межових смуг агроландшафтів і впливу інвазійних видів на структуру антофільних комплексів. Дисертант виявив високе флористичне різноманіття трав'яних угруповань, де частка ентомофілів сягає майже 73 %, що підтверджує їхню цінність як резерватів біорізноманіття. Проте науковий інтерес викликає виявлена закономірність щодо “антипослуг” адвентивної фракції: перехоплювати потоки універсальних запилювачів (на прикладі інвазійного виду *Solidago canadensis*). Це призводить до дестабілізації мутуалістичних зв'язків та зниження репродуктивного успіху аборигенної флори, що виступає вагомим аргументом для включення показників інвазійного навантаження до систем адаптивного моніторингу.

Дисертантом наведено результати експансії інвазійних видів на територіях природно-заповідного фонду м. Чернівці та області. Доведено, що трансформація напівприродних екосистем у осередки поширення фітоінвазій веде до уніфікації рослинних угруповань. Практична цінність розділу підсилюється пропозицією впровадження інтегрованого підходу із застосуванням ГІС-технологій і залученням стейкхолдерів (фермерів, освітян, громадськості), що дозволить не лише вчасно виявляти екологічні загрози, а й формувати науково обґрунтовані стратегії

збереження структурно-функціональної стійкості агроландшафтів в умовах сучасних викликів.

У розділі “**Практичне застосування отриманих результатів**” автор, спираючись на методологічні протоколи міжнародного проєкту RestPoll, обґрунтовує та проєктує просторовий каркас мережі моніторингу біорізноманіття агроландшафтів Чернівецької області. Створення системи стаціонарних трансект на модельних ділянках із контрастними типами землекористування дозволило здобувачу сформувавши верифіковану інфраструктуру для довгострокового аналізу динаміки популяцій запилювачів. Такий підхід забезпечує надійну наукову базу для оцінки ефективності заходів із відновлення оселищ диких комах у градієнті антропогенного навантаження.

На особливу увагу заслуговує запропонована прикладна модель підвищення стійкості агроландшафтів, що базується на інтеграції адаптивного моніторингу, ГІС-планування та цілеспрямованого управління ентомофільним флористичним компонентом. Автор переконливо доводить, що перехід до мозаїчної структури землекористування з функціональними буферними зонами і підтримка комплементарності *Apis mellifera* з дикою фауною мінімізують ризики дефіциту запилення. Запропоновані рекомендації щодо поєднання контролю інвазійних видів із відновленням аборигенної флори створюють реальні передумови для екологічно орієнтованої інтенсифікації агровиробництва в умовах кліматичних змін.

Новизна основних наукових положень, висновків і практичних рекомендацій, а також проведених наукових досліджень та отриманих результатів полягає у тому, що в дисертаційній роботі вперше обґрунтовано концепцію адаптивного моніторингу ентомофільних рослин як інтегральної системи оцінювання стану агроландшафтів, що базується не лише на флористичних показниках, але й на аналізі асоційованої біоти, зокрема запилювачів та інвазійних видів. Наукову цінність мають положення щодо використання зимових втрат бджолиних колоній *Apis mellifera* і ступеня інвазійного навантаження як індикаторів структурно-функціональної стійкості агроландшафтів. Автором показано трансформацію антофільних комплексів аборигенних видів під впливом інвазійних видів, зокрема доведено вплив *Solidago canadensis* на перерозподіл потоків запилювачів.

Практична значущість роботи підтверджується створенням просторового каркасу живої лабораторії у межах Чернівецької області для реалізації заходів із відновлення популяцій диких запилювачів на засадах мультипартисипативного підходу. Заслужують на позитивну оцінку розроблені рекомендації щодо підвищення структурно-функціональної стійкості агроландшафтів шляхом збереження ентомофільних рослин, підтримання різноманіття запилювачів та мінімізації впливу інвазійних видів, а також удосконалення системи просторового аналізу екологічних ризиків із використанням ГІС-технологій. Про прикладний характер і перспективність отриманих результатів свідчить акт впровадження частини результатів дослідження в освітній процес кафедри екології та біомоніторингу Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

Повнота викладу основних наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях. Основні положення і результати дисертаційного дослідження відображено в 7 наукових публікаціях, у тому числі 1 наукова стаття у виданні, яке індексується у базі даних Scopus, та 6 статей – у фахових виданнях України, категорії Б; 6 публікацій, що засвідчують апробацію результатів дисертації, оприлюднених у матеріалах міжнародних і всеукраїнської конференцій.

Аналіз тексту дисертації показав, що матеріал, поданий автором, відповідає принципам академічної доброчесності та підготовлений здобувачем самостійно. Порухів академічної доброчесності у роботі та наукових публікаціях здобувача мною не виявлено. При використанні наукових та інших джерел дисертант надає коректні посилання.

Дискусійні положення дисертаційного дослідження, зауваження і пропозиції. Відзначаючи високий науковий рівень дисертаційного дослідження, обґрунтованість отриманих результатів і значущість практичних рекомендацій, доцільно звернути увагу на окремі дискусійні положення та неточності, що містяться у роботі:

1. У дисертаційній роботі агроландшафти визначені як ключовий об'єкт дослідження, однак їх структурні характеристики, критерії виокремлення і просторові межі висвітлені недостатньо чітко. У зв'язку з цим прошу уточнити: за якими ознаками Ви ідентифікували досліджувані території як агроландшафти та чи

правомірно, на Вашу думку, розглядати урбанізовані території, зокрема в межах міста Чернівці, як складову агроландшафтних систем?

2. У розділі 2 наведено фізико-географічну характеристику Чернівецької області (підрозділ 2.1, стр. 44), яка відзначається значною ландшафтною, кліматичною і ґрунтовою неоднорідністю. Яким чином ця просторова диференціація природних умов була врахована при формуванні системи адаптивного моніторингу ентомофільних рослин?

3. У дисертації розглянуто зооінвазії як чинник втрати біорізноманіття (на прикладі *Arion lusitanicus sensu lato* та *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859), проте виникає питання: який механізм їхнього впливу безпосередньо на стабільність мутуалістичних зв'язків у системі запилення?

4. Автор демонструє, що *Solidago canadensis* L. ефективно перехоплює основні групи універсальних запилювачів, що може призводити до спрощення структури запилювальних мереж. У зв'язку з цим постає дискусійне питання: чи може золотушник канадський за певних екологічних умов виконувати не лише роль конкурента, а й атрактанта, залучаючи представників родин *Apidae* та *Syrphidae* до конкретної локації? Теоретично це може сприяти збільшенню локальної активності запилювачів і, відповідно, опосередковано підвищувати ймовірність відвідування аборигенних видів рослин, які цвітуть синхронно з інвазійним видом.

5. У практичних рекомендаціях автором запропоновано “перехід до мозаїчної структури землекористування”. Яким чином, з практичної та економічної точок зору, можна мотивувати великих агровиробників до впровадження функціональних буферних зон і межових смуг, враховуючи потенційне виведення частини земель із безпосереднього товарного обробітку?

6. Враховуючи високу атрактивність інвазійних ентомофілів для комах, чи не призведе активне відновлення аборигенної флори в межових смугах до посилення міжвидової конкуренції за запилювачів, і які саме характеристики місцевих видів рослин мають бути пріоритетними при формуванні насінневих сумішей для ревіталізації оселищ?

7. Які ключові індикатори Ви пропонуєте використовувати для оцінки структурно-функціональної стійкості агроландшафтів у межах адаптивного моніторингу ентомофільних рослин?

8. Які механізми залучення громадськості до моніторингу ентомофільних рослин та інвазійних видів Ви вважаєте найбільш ефективними, і як забезпечити достовірність таких даних?

Зазначені зауваження та дискусійні питання не знижують загальної наукової цінності роботи та не впливають на загальну оцінку здобувача.

Висновок. Загалом, вважаю, що, за актуальністю, науково-теоретичним рівнем, новизною постановки та розв'язанням проблем і практичним значенням дисертаційна робота Ігоря Миколайовича Москалика на тему: “Адаптивний моніторинг ентомофільних рослин як основа підтримання структурно-функціональної стійкості агроландшафтів” подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії, відповідає вимогам Постанови Кабінету міністрів України “Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії” №44 від 12.01.2022 р. зі змінами №341 від 21.03.2022, №502 від 19.05.2023, №507 від 03.05.2024 р. та наказу МОН України №40 від 12.01.2017 р. “Про затвердження вимог до оформлення дисертацій” зі змінами №759 від 31.05.2019 р., а дисертант – Москалик Ігор Миколайович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 10 – Природничі науки, за спеціальністю 101 – Екологія.

Офіційний опонент,

доктор сільськогосподарських наук,

професор, в.о. завідувача кафедри екології,

природничих та математичних наук,

Комунального закладу вищої освіти

“Вінницька академія безперервної освіти”



Олександр МУДРАК

ВІДПИС
- Мудрак О.В.
ЗАСВІДАЧУЮ

ЗАК.КАНЦЕЛЯРІЄЮ
НЕЛЮБІГ О.І.
21.05.2024 РІК