

Рецензія

офіційного рецензента

на дисертаційну роботу **Коваленка Павла Андрійовича**

«Особливості популяцій *Belgica antarctica* Jacobs, 1900 (Diptera: Chironomidae) в умовах зміни клімату», подану до захисту на здобуття наукового ступеню доктора філософії з галузі знань 10 – «Природничі науки» за спеціальності 101 – «Екологія»

Дисертаційна робота Коваленка П.А. оформлена згідно існуючих офіційних вимог і складається з анотації українською та англійською мовами, вступу, шести розділів («Огляд літератури», «Матеріали та методи», «Сучасний ареал *Belgica antarctica*», «Морфологічні особливості личинок *Belgica antarctica*», «Цитогенетичні особливості популяцій *Belgica antarctica*», «Мікроорганізми-сімбіонти *Belgica antarctica*»), висновків, списку використаних джерел (360 посилань) та 12 додатків. У тексті міститься 35 рисунків та 14 таблиць. Загальний об'єм дисертації – 311 сторінок, з них 164 сторінки складає основна частина.

Дисертаційне дослідження Коваленка П.А. присвячене вивченню адаптацій популяцій *Belgica antarctica* до існування в умовах зміни клімату. *Belgica antarctica* – єдиний представник комах в наземних екосистемах Антарктики. Цей вид, як і решта аборигенних організмів Антарктичного регіону, перебуває під впливом доволі стрімкої зміни клімату, наслідками якої є значна трансформація природних біотопів, формування нових міжвидових взаємодій з видами-вселенцями, зміни ареалів та популяційної структури. У зв'язку з цим, всебічне вивчення екологічних, біогеографічних, морфологічних, генетичних та інших особливостей популяцій *B. antarctica* важливе для прогнозування наслідків глобальних змін довкілля та розробки ефективних природоохоронних заходів. В цьому контексті актуальність дисертаційного дослідження Коваленка П.А. є очевидною.

Мета і завдання дисертаційного дослідження чітко окреслені та відповідають змісту роботи. Для вирішення завдань, здобувачем були проаналізовані матеріали, зібрані учасниками Українських антарктичних експедицій 2007-2025 рр., а також власні збори та польові спостереження в Антарктиді упродовж сезонних експедицій 2022-2024 рр. Загалом для виконання експериментальної частини дослідження були застосовані польові, морфологічні, цитогенетичні, молекулярно-генетичні та інші методи. Зокрема, під час стажування в Інституті біорізноманіття та екосистемних досліджень Болгарської академії

наук, було опановано методику виготовлення та аналізу політених хромосом із слинних залоз личинок *B. antarctica*.

Наукова новизна результатів, що були отримані Коваленком П.А., не викликає сумнівів. Так, автором роботи було значно уточнено сучасний ареал *B. antarctica* шляхом першого за останні 40 років узагальнення даних щодо поширення виду. Зокрема, вид було вперше виявлено у 67 локалітетах Західного узбережжя Антарктичного півострова, та встановлено нову південну межу ареалу більш ніж на 220 км південніше відомої до цього. За результатами морфологічних досліджень личинок IV віку вперше були встановлені достовірні відмінності між популяціями *B. antarctica*, не підтверджена можливість диференціації статей на личинковій стадії за характеристиками головної капсули та вперше виявлені вади розвитку окремих структур головної капсули личинок. За результатами молекулярно-генетичного та цитологічного аналізів, вперше створено стандартну карту політених хромосом із слинних залоз личинок *B. antarctica* та виявлено географічну клінальну мінливість хромосомного поліморфізму в популяціях виду, а також виявлені нові спадкові та соматичні хромосомні аберації. За допомогою біоінформативного аналізу архівів повногеномних послідовностей вперше досліджено мікробом *B. antarctica*, у складі якого виявлено 14 таксонів бактерій.

Таким чином, дисертаційна робота значно розширює існуючі відомості та дозволяє сформувати цілісну картину щодо сучасного поширення, морфологічних та молекулярно-генетичних та особливостей популяцій *B. antarctica*.

У першому розділі «Огляд літератури» наведено детальний аналіз сучасного стану поширення, морфологічних та молекулярно-генетичних особливостей популяцій *B. antarctica*. Існуючі відомості критично проаналізовані, завдяки чому виявлені проблемні питання, на яких необхідно було сконцентруватись в ході реалізації дисертаційної роботи. Огляд літератури демонструє гарну обізнаність автора з проблематикою дослідження, він є всебічним, охоплює багато аспектів екології, морфології та біогеографії *B. antarctica*, добре структурованим та чітко викладеним.

У розділ 2 «Матеріали та методи» детально описані польові, морфологічні, цитогенетичні, молекулярно-генетичні та інші методи збору, опрацювання, визначення та аналізу матеріалів. Особливої уваги заслуговує методика виготовлення та аналізу політених хромосом із слинних залоз личинок *B. antarctica*, яку автор успішно опанував під час стажування в Інституті біорізноманіття та екосистемних досліджень Болгарської академії наук. Загалом, методи, що описані у даному розділі, демонструють високий рівень

методологічної підготовки дослідження, що є запорукою достовірності та коректної інтерпретації отриманих результатів.

Розділ 3 «Сучасний ареал *Belgica antarctica*» містить відомості щодо наявності, особливостей поширення, стану популяцій та біотичних особливостей середовища *B. antarctica* на західному узбережжі Антарктичного півострова. Автор детально характеризує умови існування та стан популяцій виду в чотирьох регіонах, на які розділяє ареал *B. antarctica*. Вперше робиться припущення про можливість існування виду на висоті близько 600 м н. р. м., а не лише на висоті до 150 м н. р. м., як було відомо раніше. Розділ гарно проілюстровано картами із зазначенням різних типів локалітетів виду в окремих регіонах. Автор висуває деякі припущення щодо можливої зміни ареалу виду, але влучно зазначає, що для більш достовірних висновків необхідні довготривалі моніторингові дослідження з охопленням якомога більших територій.

У розділі 4 «Морфологічні особливості личинок *Belgica antarctica*» детально описано та розглянуто міжпопуляційну мінливість зовнішньої морфології личинок *B. antarctica*. Окремо розглянуто проблему визначення статі у личинок за морфометричними особливостями головної капсули. Зроблено висновок про неможливість достовірного розпізнання самців та самок личинок IV віку за цією ознакою. Описані та проаналізовані ймовірні причини виникнення аномальних структур головної капсули личинок, серед яких автор називає зокрема підвищений вміст важких металів, що свідчить про потенційну можливість використання виду в екотоксикологічних дослідженнях. Розділ містить таблиці, фотографії морфологічних структур, графіки та дендрограми які значно полегшують сприйняття текстової інформації.

Розділ 5 «Цитогенетичні особливості популяцій *Belgica antarctica*» містить опис каріотипу, опис та частоту спадкових та соматичних хромосомних аберацій, а також функціональні зміни структури хромосом. Автором висовуються певні припущення щодо зв'язку хромосомного поліморфізму *B. antarctica* з окремими екологічними факторами. Наголошується, що орнітогенний вплив та тип субстрату скоріш за все не мають істотного впливу на частоти спадкових інверсій. Проте зростання окремих інверсій може свідчити як про зміну екологічних умов, так і про можливі адаптивні зміни у популяціях *B. antarctica*.

Розділ 6 «Мікроорганізми-сімбіонти *Belgica antarctica*» присвячено дослідженню таксономічного складу сімбіонтів *B. antarctica*. Завдяки метагеномному аналізу всього було виявлено 20 таксонів із п'яти типів прокаріот, серед яких 14 таксонів бактерій

можуть бути як асоційовані з субстратом, так і представниками мікробіому *B. antarctica*, в той час як шість інших бактерій є найімовірніше видами-контамінантами. Окремо обговорюється питання вкрай низького рівня інфікованості досліджених популяцій *B. antarctica* бактеріями *Wolbachia* та іншими репродуктивними паразитами.

Висновки дисертаційної роботи викладені чітко, вони коротко узагальнюють основні результати наукової роботи, відображають її новизну та відповідають меті та завданням.

В додатках наведено список публікацій здобувача за темою дисертації та відомості про апробацію результатів, документацію щодо легальності відбору та транспортування біологічних зразків з Антарктиди, перелік локалітетів та дані з посиланнями на наявність в них *B. antarctica*, та перелік спадкових хромосомних інверсій. Ці додаткові дані органічно доповнюють основну частину дисертації, допомагають отримати повніше уявлення про зміст роботи та можливе використання у майбутньому матеріалів даної дисертаційної праці.

Текст дисертації викладено логічно, послідовно, коректно, із дотриманням сучасних стандартів наукових публікацій. Звертає на себе увагу критичний, у гарному сенсі, підхід автора до інтерпретації отриманих результатів, а саме на усвідомленні факту, що отримані результати, а також висновки і прогнози, які з них випливають, є багато в чому попередніми зважаючи на певний брак порівняльних даних, недостатності або обмеженості матеріалів та інші фактори. Оригінальність отриманих даних, їх новизна та актуальність роботи в цілому підтверджується статтями в провідних профільних наукових виданнях (загалом 10 публікацій: 3 статті у виданнях Q1, 2 статті – Q2; 3 – Q3, та 2 – Q4). Результати досліджень апробовані на 3 міжнародних та 6 вітчизняних конференціях, що також свідчить про те, що отримані автором результати сприйняті міжнародною науковою спільнотою.

Окремі зауваження та неточності, виявлені при знайомстві з дисертацією:

1. Прочитавши роботу, я не знайшов де зберігається зібраний матеріал по *Belgica antarctica*. В розділі «Матеріали та методи» цього не вказано.
2. Сторінка 13: відсутня крапка в останньому реченні; стор. 175 “Reddy, et al., 2004” - зайва кома після “Reddy”.
3. В подяках не згадується жодний співробітник ДУ «Інститут еволюційної екології» окрім наукового керівника.

4. На стор. 7 у реченні “За допомогою біоінформатичного аналізу архівів повногеномних послідовностей у складі мікробіому *Belgica antarctica* виявлено 14 таксонів бактерій: чотири *Pseudomonas* spp., два *Arthrobacter alpinus*, *Janthinobacterium lividum*, ... “ незрозуміло, що значить “два *Arthrobacter alpinus*”. Напевно тут пропущено один таксон, тому загальна кількість перелічених таксонів не 14, а 13.

5. Стор. 32 “Роботу ілюструють 35 рисунків, 14 таблиць та 12 додатків.” Я не певен, що додатки можуть ілюструвати роботу.

6. Стор. 285: *Polytrichum strictum*, *Deschampsia antarctica*, *Warnstorfia fontinaliopsis* та *Warnstorfia fontinaliopsis* не виділені курсивом.

Ці зауваження та технічні неточності не впливають на наукову цінність результатів роботи, і є зрозумілими для праці такого обсягу.

Дисертація є актуальним, завершеним, цілісним дослідженням, яке доводить що автор в змозі проводити на високому сучасному науковому рівні складні міждисциплінарні дослідження, в яких перетинаються класична ентомологія, генетика, екологія та інші біологічні дисципліни. Не маю сумнівів, що дисертація Коваленка П.А. відповідає вимогам що висуваються до кваліфікаційних наукових праць на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а сам Коваленко П.А. заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 101 – «Екологія».

Старший науковий співробітник

Відділу етології та соціобіології комах

Державної Установи «Інститут еволюційної екології

Національної академії наук України»

кандидат біологічних наук

Олексій Бідзіля