

Міністерство освіти і науки України
Карпатський національний університет імені Василя Стефаника
Факультет природничих наук
Кафедра біології та екології

Методичні рекомендації
щодо виконання і захисту курсового дослідницького проєкту
для студентів I курсу освітньо-професійної програми "Біологія та лабораторна
діагностика" спеціальності Е1 "Біологія та біохімія"

Затверджено на засіданні
кафедри біології та екології
Протокол №5 від "05" грудня 2025 р.

Розробник
Гарант освітньо-професійної програми
"Біологія та лабораторна діагностика"
Андрій ЗАМОРОКА
кандидат біологічних наук
доцент

Івано-Франківськ – 2025

УДК 001.89:378.147:57(075)

Методичні рекомендації щодо виконання і захисту курсового дослідницького проєкту. Для студентів I курсу освітньо-професійної програми "Біологія та лабораторна діагностика" спеціальності Е1 "Біологія та біохімія" – Івано-Франківськ, 2025

Рецензенти:

Віктор ШПАРИК, к.б.н., доц. катедри біології та екології, КНУВС

Тетяна МИКИТИН, к.б.н., доц. катедри біології та екології, КНУВС

Схвалено і рекомендовано до друку

Вченою радою Факультету природничих наук Карпатського національного університету імені Василя Стефаника (протокол №4 від 10.12.2025)

Андрій ЗАМОРОКА, Методичні рекомендації щодо виконання і захисту курсового дослідницького проєкту. Для студентів I курсу освітньо-професійної програми "Біологія та лабораторна діагностика" спеціальності Е1 "Біологія та біохімія"

Методичні рекомендації призначені для студентів I курсу освітньо-професійної програми "Біологія та лабораторна діагностика" спеціальності Е1 "Біологія та біохімія" та їх наукових керівників. Методичні рекомендації спрямовані на систематизацію знань і навичок, необхідних для успішного виконання курсового дослідницького проєкту. Вони слугують практичним посібником для планування, проведення та оформлення досліджень, а також підготовки рукопису тез і постера до захисту. Матеріал охоплює етапи вибору теми, формулювання робочої та нульової гіпотез, збору та аналізу даних, а також правил наукового оформлення результатів.

© Андрій ЗАМОРОКА

© 2025

Зміст

1. Загальні відомості і особливості підготовки здобувачів освіти на освітньо-професійній програмі "Біологія та лабораторна діагностика"	4
2. Що таке курсовий дослідницький проєкт?	6
3. Обрання теми і постановка наукової проблеми	7
5. Дизайн і реалізація дослідження	10
6. Аналіз й інтерпретація результатів дослідження.....	11
7. Підготовка тез курсового дослідницького проєкту	11
8. Умови використання засобів штучного інтелекту	12
9. Орієнтовний зміст рукопису курсового дослідницького проєкту.....	13
10. Підготовка постеру курсового проєкту	15
11. Допуск до захисту курсового дослідницького проєкту	17
12. Захист курсового проєкту	17
13. Критерії і протокол оцінювання	18
Додаток а. Бланк завдання на курсовий дослідницький проєкт	20
Додаток б. Взірець оформлення титульного аркушу.....	21
Додаток в. Взірець оформлення тез курсового проєкту	22
Додаток г. Взірець оформлення літературних джерел.....	32

1. Загальні відомості і особливості підготовки здобувачів освіти на освітньо-професійній програмі "Біологія та лабораторна діагностика"

Освітньо-професійна програма "Біологія та лабораторна діагностика" спрямована на підготовку фахівців із високим рівнем фундаментальних знань та сучасними практичними навичками. Вона забезпечує якісну, персоналізовану освіту з акцентом на розвиток критичного мислення, уміння працювати в команді, ефективно комунікувати та проводити дослідження. Особлива увага приділяється формуванню лідерських якостей і здатності застосовувати лабораторні і польові методи й біоінформаційні технології у професійній діяльності.

Мета програми – підготувати фахівців, які впевнено виконують експериментальні, лабораторні, дослідницькі та польові роботи. Використання сучасних освітніх технологій і біоінформаційних платформ допомагає студентам опановувати збір, аналіз і інтерпретацію біологічних даних, створювати нові методики й застосовувати їх у прикладних і наукових дослідженнях. Випускники готові працювати у дослідницьких і виробничих підрозділах, а також долучатися до проєктів зі збереження біорізноманіття, екологічного моніторингу та біомедичних досліджень.

Структура програми збалансовує теорію й практику: 85 кредитів ЄКТС відведено на теоретичну підготовку, 92 – на практичні й дослідницькі складові, 60 – на вибіркові навчальні дисципліни та 3 кредити – на атестацію.

Таблиця 1.1. Розподіл навантаження на розвиток дослідницьких умінь здобувачів освіти

Найменування	Семестр	Кількість кредитів ЄКТС	Загальний обсяг годин	Обсяг самостійної роботи, год.
Курсовий дослідницький проєкт	II	3	90	90

Курсова робота з біорізноманіття, змін клімату і сталого розвитку	IV	3	90	90
Курсова робота з філогенії, біотехнологій та лабораторної діагностики	VI	3	90	90
Кваліфікаційна робота	VI-VIII	9	270	270
Всього:		18	540	540

Поєднання фундаментальних курсів і лабораторних модулів забезпечує ґрунтовні теоретичні знання та широкий спектр практичних умінь: від організації лабораторних і польових досліджень до опрацювання статистичних даних, роботи з геномними базами, аналізу секвенсів, польових досліджень, оцінювання фізіологічних станів організмів і діагностики біологічних препаратів.

Освітня програма включає широкий спектр дисциплін, що охоплюють сучасні напрями біології – від молекулярної та клітинної біології до екології та біомедицини. Студенти вивчають методи польового, генетичного і морфологічного аналізу, фізіологію, біохімію та різноманіття організмів, основи мікробіології, імунології, біотехнології й лабораторної діагностики. Значна увага приділяється практичній підготовці: роботі з біологічними зразками, підготовці препаратів, використанню сучасного обладнання, аналізу даних та виконанню індивідуальних і групових дослідницьких проєктів. Завдяки такій комплексній підготовці здобувачі отримують не лише спеціалізовані знання, але й уміння самостійно працювати з науковою інформацією, критично її оцінювати та застосовувати у професійній діяльності.

Програма дозволяє студенту сформувати індивідуальну освітню траєкторію таким чином, щоб отримати максимальну конкурентоздатність на ринку праці і максимальні вигоди від навчання, спрямованих на сталий розвиток суспільства через впровадження інновацій у сфері біологічних наук.

Випускники отримують кваліфікацію "Бакалавр з біології та біохімії" і мають можливість працевлаштування на посади керівників, фахівців, дослідників, лаборантів, інженерів і консультантів у біологічних та біомедичних дослідницьких й аналітичних установах; комерційних підприємствах з оцінки впливу на довкілля (ОВД) і стратегічної екологічної оцінки (СЕО); лабораторіях контролю оцінки якості продукції на виробництвах харчової і легкої промисловості; у підрозділах з контролю якості продукції і контролю шкідників у сільському господарстві; лабораторіях карантинних служб з контролю карантинних й інвазійних видів; діагностичних лабораторіях ветеринарної медицини; наукових й еколого-освітніх відділах природо-заповідних установ; лабораторіях освітніх, науково-освітніх і наукових установ усіх форм власності; у лабораторіях біотехнологічних виробництв; у лабораторіях з біоконверсії органіки; започаткуванні власних біологічних, біомедичних чи екологічних startup; експертами-консультантами у галузі біології, біомедицини і охорони природи у органах державної і виконавчої влади, громадських організаціях, мас-медіа; засновниками власного біоекологічного і/або біомедичного блогінгу й іншій комерційній діяльності.

2. Що таке курсовий дослідницький проєкт?

Курсовий дослідницький проєкт – це індивідуальна науково-орієнтована дослідницька робота, спрямована на поглиблене вивчення невеликої за обсягом проблеми, явища чи процесу у межах визначених науковим керівником. Проєкт поєднує елементи самостійного пошуку, аналітики та практичного застосування теоретичних знань. Такий проєкт є важливою формою академічної активності, що дає студентам можливість наблизитися до реальної наукової діяльності та опанувати методологічні основи досліджень.

Метою написання курсового дослідницького проєкту є формування вміння працювати з науковою літературою, критично мислити, планувати дослідження та формулювати обґрунтовані висновки. Проєкт розвиває навички академічної

добросовісності, сприяє оволодінню методами збору та аналізу даних, а також вчить презентувати результати дослідження у зрозумілій та логічно вибудованій формі. Його виконання допомагає студентам навчитися самостійно вирішувати пізнавальні завдання й аргументовано обстоювати власну позицію.

У процесі реалізації такого проєкту студенти набувають низки ключових компетентностей: дослідницьку (уміння формулювати наукову проблему, добирати методи і проводити аналіз), інформаційну (здатність ефективно працювати з джерелами та цифровими ресурсами), комунікаційну (вміння презентувати й обговорювати результати), а також організаційну (планування часу, постановка цілей і керування етапами роботи). Додатково розвиваються такі "гнучкі уміння" (soft skills), як відповідальність, креативність, аналітичність і здатність до самостійної роботи, що робить курсовий дослідницький проєкт важливим елементом професійного становлення.

3. Обрання теми і постановка наукової проблеми

Тема курсового дослідницького проєкту формулюється у тісній взаємодії із науковим керівником шляхом співбесіди і консультування. У процесі керівник визначає рівень підготовки студента і його спроможності виконати те чи інше дослідження. Студент чи студентка можуть запропонувати свої бачення напрямку дослідження чи бажання працювати у певному дослідницькому руслі. Керівник повинен максимально врахувати бачення студентів, однак кінцева тема не повинна виходити за компетенції і наукову спеціалізацію керівника. Обрана тема має відображати наукову проблематику, у якій спеціалізується науковий керівник.

Ключовою вимогою до теми курсового дослідницького проєкту – вони повинні бути експериментальними і не можуть носити теоретичний чи оглядовий характер.

Важливо щоб тема курсового дослідницького проєкту реалізовувалась у одному із наукових напрямів (тем) роботи катедри:

1. Популяційно-екологічні дослідження фіто- та зооценозів антропогенно змінених і фонових екосистем Карпат і прилеглих територій (Державний реєстраційний номер УкрІНТЕІ 0112U000509);
2. Поширення, ресурсний потенціал та охорона лікарських рослин на території Карпатського регіону (Державний реєстраційний номер УкрІНТЕІ 0112U000508);
3. Екологічний моніторинг природних і антропогенно змінених екосистем Прикарпаття (Державний реєстраційний номер УкрІНТЕІ 0112U000507);
4. Порушення та адаптація різнорівневих біосистем в умовах антропогенної трансформації довкілля (Державний реєстраційний номер УкрІНТЕІ №0114U005004);
5. Оцінка та моніторинг інвазійних чужорідних видів в екосистемах (Державний реєстраційний номер УкрІНТЕІ №0121U109302);
6. Експериментальне розведення й інтродукція цінних лікарських рослин різного природоохоронного статусу в умовах культури (Державний реєстраційний номер УкрІНТЕІ №0121U109303);
7. Аеропалінологічний моніторинг Українських Карпат і Прикарпаття (Державний реєстраційний номер УкрІНТЕІ №0121U109304);
8. Молекулярна філогенія і систематика живих організмів (Державний реєстраційний номер УкрІНТЕІ №0121U109305)

Керівник зобов'язаний пояснити, а студент чи студентка повинні у повному обсязі розуміти мету і цілі реалізації курсового дослідницького проєкту. Студент чи студентка повинні також добре розуміти наукову проблему, яку слід вирішити, виконавши наукове дослідження в межах проєкту. Постановка проблеми повинна ґрунтуватися на найбільш передових наукових дослідженнях, які опубліковані у рецензованих журналах і не містять застарілої, неточної чи антинаукової інформації. Постановка наукової проблеми здійснюється у тісній взаємодії із науковим керівником.

Формування теми курсового дослідницького проєкту відбувається до 01 жовтня поточного навчального року. Після визначення і затвердження рішенням катедри теми курсового дослідницького проєкту, керівник видає студенту бланк завдання із зазначеним календарним планом виконання проєкту.

4. Висунення ключових гіпотез дослідження

Формулювання гіпотез передбачає чіткість, логічність і відповідність дослідницькій проблемі. Студент чи студентка у тісній взаємодії із науковим керівником повинні побудувати робочу і нульову гіпотези, що стосується визначеної наукової проблеми, опираючись на відомі факти, зв'язавши їх разом за допомогою системи ідей.

Робоча й нульова гіпотези є центральними елементами будь-якого наукового дослідження, оскільки саме вони задають напрямок аналізу та визначають логіку перевірки отриманих результатів. Робоча гіпотеза – це припущення дослідника про наявність певного зв'язку, впливу або закономірності, яке він очікує підтвердити у ході дослідження на основі наявних фактів і даних. Нульова гіпотеза, навпаки, передбачає відсутність такого зв'язку чи ефекту і виконує функцію контрольного твердження, яке потрібно спростувати або підтвердити статистично. Обидві гіпотези допомагають структурувати дослідження, визначити необхідні методи аналізу і забезпечити об'єктивність отриманих висновків.

Робочу гіпотезу слід сформулювати на основі огляду літератури, теоретичних передумов або попередніх спостережень, виражаючи її як конкретне твердження про очікуваний ефект (наприклад, "чинник А підвищує показник В"). Нульова гіпотеза формулюється як заперечення цього твердження, здебільшого у вигляді відсутності ефекту або різниці (наприклад, "чинник А не впливає на показник В"). Важливо, щоб гіпотези були перевірюваними, операціоналізованими та відповідали обраним методам статистичного аналізу – саме за таких умов вони стають дієвим інструментом наукового пошуку.

Робоча і нульова гіпотези повинні бути подані у розділі рукопису "Матеріали і методи дослідження" (див. нижче).

5. Дизайн і реалізація дослідження

Студент чи студентка з допомогою наукового керівника повинні скласти план дослідження, який опирається на поставлені завдання і цілі, і в обов'язковому порядку має містити рендомізовані вибірки даних (у відповідності до нормального закону розподілу даних), достатню кількість повторів і контроль. Дизайн дослідження повинен бути відтворюваним і включати адекватні методи дослідження і статистичної обробки даних. Емпіричні дані повинні максимально стосуватися об'єкту дослідження, виміряні точно, зібрані вчасно. Вони не повинні містити фальсифікацій і підстановок.

Дослідження в межах курсового дослідницького проєкту проводиться камерально в межах лабораторій і фондів катедри біології та екології, включаючи зоомузей, гербарій, дослідницькі і навчальні лабораторії. Польові дослідження – не передбачені.

Дослідження виконується студентами самостійно під наглядом наукового керівника. Студент чи студентка відвідують лабораторії або фонди (залежно від цілей і завдань дослідження) після завершення аудиторних занять в межах часу відведеного на реалізацію проєкту загальним обсягом 3 кредити ЄКТС – 90 годин. Цей час становить самостійну роботу студентів і визначений навчальним планом.

Графік відвідування, обсяги робіт, етапність реалізації дослідження, використання обладнання, реактивів і посуду визначаються науковим керівником і завідувачем лабораторій в межах загального плину основних робіт у лабораторіях чи фондах. Науковий керівник зобов'язаний визначити і облаштувати тимчасове робоче місце для студентів на період реалізації експериментальної частини проєкту.

Студент чи студентка зобов'язані знати правила техніки безпеки і поведінки у лабораторіях і фондах, уміти безпечно користуватись приладами, устаткуванням, лабораторним посудом, інструментами і реактивами.

6. Аналіз й інтерпретація результатів дослідження

Студент чи студентка повинні статистично опрацювати зібрані емпіричні дані, підібравши адекватну статистичну модель для доведення робочої або альтернативної (нульової) гіпотези. Розрахунки повинні бути виконані акуратно, автоматизовані з використанням машинних обчислень, прикладного програмного забезпечення, програмування і/або машинного навчання.

Студент чи студентка повинні уміти пов'язати і пояснити отримані емпіричні дані і результати їх статистичної обробки з метою, цілями і завданнями дослідницького проєкту. Розкрити причинно-наслідкові зв'язки між об'єктом і предметом дослідження, виокремити закономірності в отриманих результатах, продемонструвати вирішення поставленої наукової проблеми.

Важливою частиною аналізу дослідження є порівняння отриманих результатів із відомими у науковій літературі даними. Студент чи студентка повинні зіставити ці дані: визначити ступінь подібності, знайти розбіжності й пояснити їх. Також необхідно висвітлити обсяг новизни у результатах дослідження, вказавши на ті аспекти, які раніше не були відомими, або їх розуміння було сильно обмеженим.

7. Підготовка тез курсового дослідницького проєкту

Студент чи студентка самостійно, однак під наглядом наукового керівника або керівниці, готує рукопис тез курсового дослідницького проєкту, ґрунтуючись на етапності здійсненого дослідження і його результатів. Рукопис повинен включати анотації українською і англійською мовами, вступ, матеріали і методи,

результати дослідження, обговорення результатів, висновок і перелік використаних джерел (див. нижче).

Загальний обсяг рукопису тез курсового дослідницького проєкту не повинен перевищувати 10-12 аркушів А4, без врахування титульного аркушу. Обсяг основного тексту повинен складати від 2400 (мінімум) до 2600 (максимум) слів, що орієнтовно відповідає 7-8-ми аркушам А4. Обсяг цитованої літератури – до 2-х аркушів А4. Додатки наводяться опційно (необов'язково) і за потреби – до 2-х аркушів А4.

Рукопис повинен бути набраним у текстовому редакторі MS Word або аналозі, за умови використання операційних систем Linux, macOS, Android та ін. і збереженим у форматі *.docx. Файл, звично, слід найменовувати латиницею (як у закордонному паспорті) за власним прізвищем студента, який підготував проєкт, наприклад, "Opryshenko.docx" чи "Myktynets.docx".

Ключові вимоги до оформлення рукопису:

- 1) Ліве поле аркушу – 2,5 см, усі інші – 1,5 см;
- 2) Розмір шрифту – 14 pt; для анотацій і таблиць – 12 pt; гарнітура – Times New Roman;
- 3) Міжрядковий інтервал – 1,5 pt; для анотацій і таблиць – 1 pt;
- 4) Надрядковий і підрядковий інтервали – відсутні.

Недопустими у рукописі тез курсового дослідницького проєкту є запозичення (плагіат) з праць інших осіб, які видаються за власні досягнення, згенеровані штучним інтелектом тексти й ілюстрації. Курсові роботи з недотриманням стандартів академічної доброчесності до захисту не допускаються.

8. Умови використання засобів штучного інтелекту

Допускається обмежене використання засобів штучного інтелекту (ШІ) у процесі виконання дослідження і підготовки рукопису тез. Зокрема засоби ШІ

можуть бути використані при підготовці анотацій, зборі й аналізі літературних джерел за умови їх критичного опрацювання. Також засоби ІІІ можуть використовуватись для форматування і укладання переліку літературних джерел, а також при підготовці і дизайнуванні постеру для захисту курсового дослідницького проєкту.

Категорично забороняється генерація за допомогою засобів ІІІ результатів дослідження, аналітичного і порівняльного аналізів, висновків.

9. Орієнтовний зміст рукопису курсового дослідницького проєкту

Титульний аркуш слід оформлювати згідно прийнятих в університеті стандартів із вказівкою найменувань структурних підрозділів, темою курсового дослідницького проєкту, автором або авторкою, науковим керівником / керівницею (див. взірці у додатках)

Анотація українською мовою загальним обсягом від 80 до 100 слів повинна містити прізвище й ініціали автора, назву проєкту, дуже лаконічний виклад ключових результатів, новизни і висновків проєкту. Також слід вказати 3-5 ключових слів, які відображають об'єкт, предмет і науковий напрям дослідження (див. додатки).

Анотація англійською мовою – підсилює анотацію українською, вміщуючи ті ж дані (обсяг – 80-100 слів), а також ключові слова (див. додатки).

Вступ загальним обсягом від 150 до 200 слів повинен вміщувати чітко сформульоване обґрунтування проблеми, яка експериментально вирішується в ході здійснення курсового дослідницького проєкту. Обґрунтування повинне спиратись на літературні джерела останнього десятиліття, які демонструють нерозв'язаність обраної проблеми. Також слід підкреслити новизну отриманих результатів.

Матеріали і методи дослідження загальним обсягом від 150 до 200 слів повинні вміщувати лаконічний опис релевантних лабораторних і камеральних

методик, технік, обладнання, реактивів, програмного забезпечення і опрацьованих даних. Усі методики повинні мати цитування оригінальних публікацій. У цьому розділі також повинні бути сформульовані робочі і нуль гіпотези.

Результати дослідження загальним обсягом від 1000 до 1200 слів представляють собою послідовний, логічний, систематизований і лаконічний виклад ключових отриманих результатів дослідницького проєкту. Результати можуть (не обов'язково) супроводжуватись ілюстраціями, графіками і таблицями, які змістовно відображають найбільш важливі дані. Не допускається подання неінформативних ілюстрацій і таблиць. Графіки / діаграми і таблиці не повинні дублювати одні одних – повинні вміщувати різні дані. Невеликі за обсягом дані варто подавати у табличному форматі, а значні – графічно.

Графічний ілюстративний матеріал слід згрупувати у колажі загальним обсягом 0,5-0,75 обсягу аркуша А4. Окремі елементи на колажах повинні бути помічені літерами латинської абетки (*a, b, c, d...*) і супроводжуватись підписом і роз'ясненнями загальним обсягом не більше 25 слів.

Таблиці повинні бути лаконічними із загальним обсягом до 0,5 аркуша А4. У таблицях допускається використання міжрядкового інтервалу 1 pt і шрифту 12 pt.

Аналіз і обговорення результатів дослідження загальним обсягом від 700 до 900 слів є важливою частиною курсового дослідницького проєкту, у якому слід порівняти отримані власні результати із даними, опублікованими у літературних джерелах. Тут слід вказати на подібність результатів проєкту із наявними в опублікованих працях. Дуже важливо підкреслити виявлені розбіжності між відомими з літератури даними й отриманими результатами. Також необхідно продемонструвати обсяг і значення нових результатів, які раніше не були відомі у літературі.

Загальний висновок обсягом від 80 до 100 слів повинен узагальнювати отримані результати, підкреслюючи отримання нових, раніше невідомих даних.

Цитування літературних джерел наводиться в дужках у форматі автор і рік через кому. Наприклад: (Заморока, 2025) – для одного автора; (Заморока & Шпарик, 2025) – для двох авторів; (Заморока, Шпарик & Черепанин, 2025) – для трьох і більше авторів. Кілька джерел наводиться через крапку з комою у хронологічному порядку, наприклад: (Shparyk & Zamoroka, 2021; Заморока, 2025; Shparyk, 2026).

Перелік використаних джерел не повинен перевищувати 2-х аркушів А4. Перелік подається за абеткою: спершу кирилицею, а відтак латиницею. Джерела написані в інших формах письма (напр. китайською, вірменською, тайською та ін.) повинні бути перекладені на англійську, а у дужках має бути зазначеною мова оригіналу, наприклад: (китайська) або (грузинська) тощо. Формат літературних джерел слід подавати у стилі APA (American Psychological Association style) – http://www-library.univer.kharkov.ua/pages/bibliography/apa_style.pdf До переліку використаних джерел включають лише статті, цитовані у тексті курсового дослідницького проєкту.



Додатки (необов'язково) обсягом до 2-х аркушів А4 можуть бути включені до курсового дослідницького проєкту. Необхідність і доцільність подання додатків визначається автором і науковим керівником / керівницею у кожному окремому випадку.

10. Підготовка постеру курсового проєкту

Рукопис тез супроводжується підготовкою постеру, який буде представленим при захисті курсового дослідницького проєкту. Постер являє собою інфографіку, яка відображає ключові етапи і результати досліджень проєкту. Постер повинен містити блок-схему дослідження; супроводжуватись ілюстративним матеріалом об'єктів і дослідних зразків; графіками і діаграмами, що відображають ключові результати дослідження. На постері не допускається розміщення таблиць чи тексту рукопису тез.

Постер має бути структурований так, щоб читач легко орієнтувався в інформації. Блоки повинні бути візуально виокремлені (заголовки, підзаголовки, обрамлення і таке ін.). Обсяг тексту мінімальний – лише ключові тези, факти та висновки.

На постері повинні бути відображені:

- Титульний блок (назва проєкту; автор, академічна група, освітня програма, спеціальність; науковий керівник, науковий ступінь, звання)
- Блок проблематики дослідження;
- Блок використаних методів і концептуальна схема дослідження;
- Блок результатів й інтерпретації;
- Блок новизни;
- Блок висновку;
- Блок перспективності подальших досліджень і можливого практичного використання.

Постер повинен відповідати таким візуальним вимогам:

- Формат постеру – А1 (594 × 841 мм), друкується повноколірним на паперовому носії;
- Поля 5 см кожне;
- Дизайн може бути довільним, однак без надмірної декоративності, анімаційних героїв чи зображень;
- Слід використовувати оптимальну гамму кольорів для виділення важливих елементів, але без перенасичення;
- Ілюстрації, графіки і діаграми повинні бути чіткими, добре видимими і підписаними.
- Обсяг текстового наповнення повинен бути мінімальним і не перевищувати 20% площі постеру;

- Усі шрифти повинні бути читабельними – не менше 20-24 pt для основного тексту і 36-42 pt для заголовків; вирівнювання та логічне розміщення блоків з інформацією для зручного читання "зліва направо і зверху вниз".

Макетування постеру дозволяється у будь-якому графічному чи іншому редакторі з використання ІІІ. Кінцевий електронний продукт слід зберегти у форматі *.pdf з найменуванням за прізвищем автора.

11. Допуск до захисту курсового дослідницького проєкту

Здобувач освіти вважається допущеним до захисту курсового проєкту за умови виконання у повному обсязі завдань дослідження, підготовки рукопису тез і постеру, а також відсутності плагіату. Здобувач вищої освіти, який без поважної причини не подав курсовий проєкт у зазначений термін або не захистив його, вважається таким, що має академічну заборгованість. При отриманні незадовільної оцінки здобувач вищої освіти за рішенням комісії виконує курсовий проєкт за новою темою або доопрацьовує його в термін, визначений керівником навчального підрозділу.

12. Захист курсового проєкту

Захист курсового дослідницького проєкту здійснюється відкрито і привселюдно перед сформованою і затвердженою рішенням катедри комісією, у формі усного виступу, який супроводжується постерною презентацією, а також демонстрацією матеріальних доказів (колекційних зразків, виготовлених препаратів, лабораторних журналів і т.п.).

Студент чи студентка впродовж 5-ти хвилин усної доповіді викладають основні положення проєкту перед комісією із захисту, дотримуючись зазначеного регламенту. Члени комісії у ході доповіді оцінюють роботу згідно протоколу із представленими критеріями (див. нижче), а після завершення можуть задати

уточнюючі чи додаткові запитання для визначення ступеню обізнаності доповідача у відповідній темі і науковому полі.

13. Критерії і протокол оцінювання

Оцінка курсового дослідницького проекту здійснюється комісією на підставі поданих до захисту тез, постеру і публічного виступу здобувача за сумою балів отриманих згідно протоколу оцінювання наведеного нижче.

Протокол оцінювання курсового дослідницького проекту

Прізвище, ім'я і по-батькові студента / студентки			
Критерій	Відповідність / бал		
	Так	Частково	Ні
Курсовий проект відповідає одному із біологічних наукових напрямків катедри	3-4	1-2	0-1
Ідея дослідження курсового проекту є оригінальною і актуальною	7-8	5-6	0-3
Робота не містить ознак плагіату	3-4	2-3	0-1
Постановка проблеми обґрунтована оглядом актуальної літератури	11-12	9-10	0-6
Робоча й альтернативна (нуль) гіпотези – сформульовані	5-6	3-4	0-2
Дизайн дослідження і методи відповідають поставленим завданням і цілям дослідження	7-8	5-6	0-4
Інтерпретація отриманих результатів й статистичної обробки даних є адекватною і обґрунтованою	7-8	5-6	0-4
Тези курсового проекту оформлені згідно затверджених вимог	13-14	11-12	0-9
Постер до захисту курсового проекту відповідає затвердженим вимогам, читабельний, не обтяжений текстом, проілюстрований діаграмами, інфографіками, об'єктами досліджень тощо	9-10	7-8	0-5
Виступ студента на захисті курсового проекту структурований, не завчений, розповідний (не читає з листка, планшету, телефону, ноутбуку чи постера)	15-16	13-14	0-10
На захисті курсового проекту представлені матеріальні докази реалізації дослідження: колекційні матеріали (гербарії, зоологічні колекції, виготовлені мікропрепарати, ваучери із баз даних тощо), щоденник або лабораторний журнал із записами про дослідження, перевірений і підписаний науковим керівником	9-10	7-9	0-6
	89-100	69-80	0-51
Максимальна кількість балів:	100		

Кожен член комісії виставляє бали за кожним із критеріїв в межах діапазону балів, зазначених у протоколі. За кожним критерієм може бути виставлена лише одна оцінка. Розрахунок оцінки за курсовий дослідницький проєкт здійснюється як середнє арифметичне усіх значень за протоколами оцінювання усіх членів комісії.

$$\mu = \frac{\sum x_i}{N}$$

Де μ – середнє арифметичне (кінцева оцінка); $\sum x_i$ – сума балів протоколів кожного із членів комісії; N – кількість членів комісії.

Приклад розрахунку оцінки за захист курсового дослідницького проєкту:

Нехай троє членів комісії ($N=3$) виставили у своїх протоколах захисту курсового дослідницького проєкту такі бали: 1-й член комісії – 95 балів (x_1); 2-й член комісії – 89 балів (x_2); 3-й член комісії – 92 бали (x_3). Тоді, підставивши дані у формулу отримуємо:

$$\mu = \frac{95 + 89 + 92}{3} = 92$$

Таким чином, кінцева усереднена оцінка за захист курсового дослідницького проєкту, яка вноситься до відомості успішності, становить 92 бали.

Затверджено на засіданні
Катедри біології та екології
Протокол № _____ від _____ 202__
Завідувач кафедри _____

Прізвище, ім'я і по-батькові студента / студентки

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

3. Дата видачі завдання

[illegible]

Студент / студентка _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

к.б.н., доц. Заморока А.М.

Додаток б. Взірець оформлення титульного аркушу

Міністерство освіти і науки України
Карпатський національний університет імені Василя Стефаника
Факультет природничих наук
Кафедра біології та екології

ТЕЗИ

курсowego дослідницького проєкту

Студента / студентки групи БЛД-11
ОПП Біологія та лабораторна діагностика
Спеціальності Е1 Біологія та біохімія

Науковий керівник

кандидат біологічних наук,
доцент

Івано-Франківськ
2025

Додаток в. Взірець оформлення тез курсового проєкту

Анотація

Семанюк Д.В. Ревізія видової приналежності *Anastrangalia reyi*, *A. sequensi* та *A. dubia* (Coleoptera: Cerambycidae) на основі молекулярних і морфологічних даних – Ми здійснили філогенетичний аналіз *A. reyi*, *A. sequensi* й *A. dubia* за секвенсами COI і морфологією. Максимально правдоподібне філогенетичне дерево показало слабе розділення кладів *A. dubia*, *A. reyi* й *A. sequensi*, а виявлені гібриди *A. reyi* й *A. dubia* свідчать про неповну репродуктивну ізоляцію. Зовнішні морфологічні ознаки і будова едеагусів також незначною мірою відрізняються. Виходячи із філогенетичного і морфологічного аналізів, ми пропонуємо розглядати *A. reyi* й *A. sequensi* у статусі підвидів *A. dubia*.

Ключові слова: Cerambycidae, таксономія, молекулярна філогенія

Semaniuk D.V. Revision of the Species Affiliation of *Anastrangalia reyi*, *A. sequensi*, and *A. dubia* (Coleoptera: Cerambycidae) Based on Molecular and Morphological Data – We performed a phylogenetic analysis of *A. reyi*, *A. sequensi*, and *A. dubia* based on COI sequences and morphology. The maximum-likelihood phylogenetic tree showed weak separation among the clades of *A. dubia*, *A. reyi*, and *A. sequensi*, and the detected hybrids of *A. reyi* and *A. dubia* indicate incomplete reproductive isolation. External morphological traits and the structure of the aedeagi also differ only slightly. Based on the phylogenetic and morphological analyses, we propose treating *A. reyi* and *A. sequensi* as subspecies of *A. dubia*.

Key words: Cerambycidae, taxonomy, molecular phylogeny

Вступ

Anastrangalia reyi, *Anastrangalia sequensi* та *Anastrangalia dubia* – морфологічно схожі види, які початково були описані як один – *A. dubia*. Проте за низкою незначних морфологічних відмінностей та розмежованості ареалів їх було розподілено на окремі види, які вважаються валідними й по сьогодні (Данилевский, 2015). *A. reyi* заселяє територію Північної та Східної Європи до Уральських Гір, а також займає невеликий ексклав у високогір'ї Альп. *A. sequensi* розповсюджена від західних передгір'їв Алтаю до Північних Японських Островів. *Anastrangalia dubia* населяє північне Середземномор'я, Центральну Європу, Атлаські Гори у Північній Африці, Малу Азію та Кавказ. Морфологічні відмінності між *A. reyi* і *A. sequensi* практично відсутні, за винятком варіабельності у забарвленні надкрил у *A. sequensi*. Проте, незважаючи на відсутність критичних морфологічних ознак, і *A. reyi*, і *A. sequensi* розглядаються як окремі види, ареали яких ізольовані один від іншого географічно.

Впродовж кількох останніх років, завдяки інтенсивному баркодингу твердокрилих на території Європи, було виявлено, що *A. reyi* за маркерами цитохромоксидази І не відрізняється від іншого європейського виду –

Anastrangalia dubia (Scopoli, 1763) (Rougerie and al., 2015; Hendrich and al., 2015; Wu and al., 2016). Причому, Hendrich and al. (2015) вказують, що усі просеквеновані ними особини обох видів на дендрограмах не утворюють відокремлених монофілетичних філ, а навпаки – перемішані. Rougerie and al. (2015) припускають, що *A. reyi* та *A. dubia* могли гібридизувати між собою у минулому або й сьогодні; вони також вказують на можливий процес видоутворення, що триває, тому між обома видами все ще низький рівень дивергенції. Wu and al. (2016) у своєму дослідженні завізних у США скрипунових взагалі не змогли відрізнити *A. reyi* та *A. dubia* за допомогою молекулярних методів, назвавши виявлені зразки "*Anastrangalia sp.*". Таким чином, таксономічне становисько *A. reyi* та морфологічно подібного до неї *A. sequensi* залишається незрозумілим.

У чинному дослідженні ми здійснили вичерпний аналіз доступних молекулярних даних, а також морфології імаго і будови генітального апарату самців встановивши, що *A. reyi*, *A. sequensi* та *A. dubia* належать до одного й того ж виду. Відповідно нами запропонована нова синонімія і новий статус зазначених видів.

Матеріали і методи дослідження

Для даного дослідження ми використовували секвенси цитохром оксидази I доступні у GenBank: *Anastrangalia reyi* (20 секвенсів), *Anastrangalia sequensi* (4 секвенси) та *Anastrangalia dubia* (23 секвенси). Крім того, ми включили до філогенетичного аналізу 6 зразків *Anastrangalia sp.* що вказуються у публікації Wu and al. (2016), як сумнівну ідентифікацію *Anastrangalia dubia / reyi*. Також ми додали до філогенетичного аналізу наявні послідовності *Anastrangalia sanguinea* (1 секвенс) та *Anastrangalia sanguinolenta* (33 секвенси). Всього в філогенетичний аналіз включено 87 секвенсів 5-ти видів. В якості аутгрупи обрали два види типового роду родини Cerambycidae: *Cerambyx cerdo* та *Cerambyx scopoli*. Нуклеотидні послідовності були вирівнянні за допомогою додатку Muscle у програмному середовищі SeaView 4. Філогенетичні дерева були побудовані за

допомогою програмного додатку PhyML3. Для аналізу ми обрали GTR модель побудови філогенетичного дерева (Tavare, 1986).

Результати дослідження

Оскільки у літературних джерелах вказується, що відрізнити *A. dubia* та *A. reyi* на молекулярному рівні є неможливо, а *A. sequensi* є морфологічно ідентичною до *A. reyi*, то ми здійснили детальний аналіз послідовностей ДНК мітохондріального гену COI. В результаті цього аналізу ми виявили 20 точкових замін у нуклеотидних послідовностях COI, які є ключовими для молекулярної ідентифікації згаданих видів. Ці нуклеотидні заміни розподілені між чотирма різними таксон-специфічними гаплогрупами гену COI. Для *A. dubia* притаманні дві гаплогрупи: Pyrenean з одним гаплотипом та Alpine з чотирма гаплотипами, і по одній гаплогрупі з двома гаплотипами для *A. reyi* European й *A. sequensi* Far East (таблиця 1.).

Таблиця 1. Розподіл проаналізованих зразків *Anastrangalia* за гаплотипами

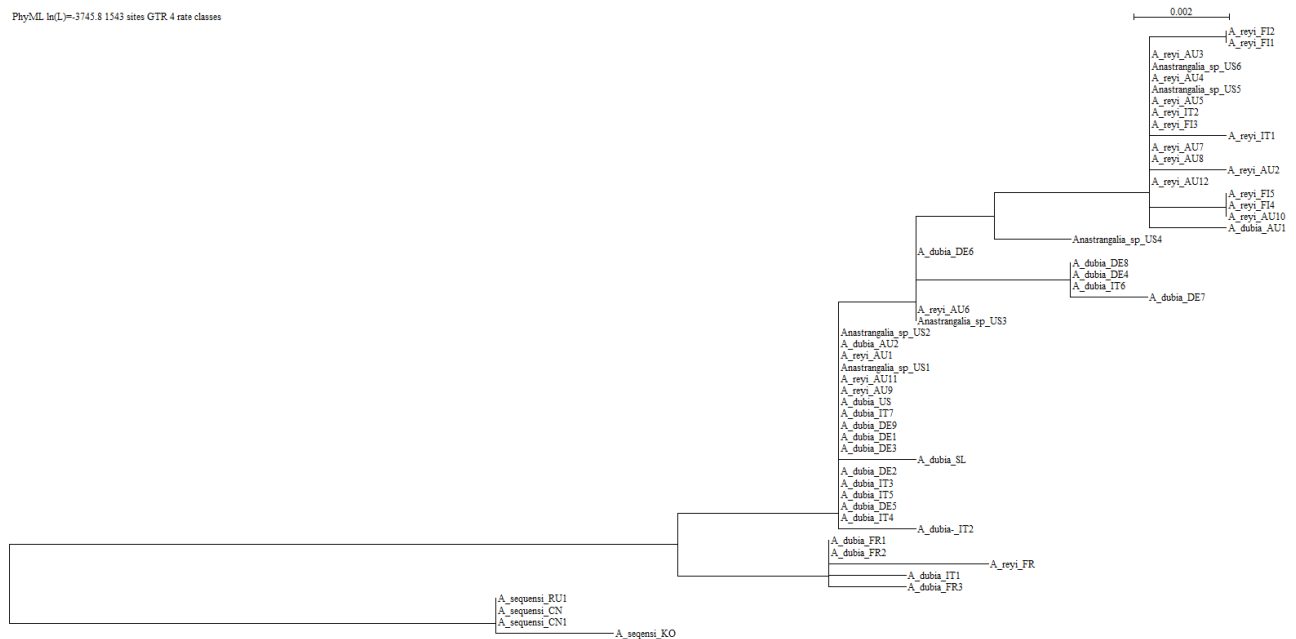
Гаплогрупа / Гаплотип	Позиції замін у COI (з 1 до 658)	Проаналізовані зразки
<i>Anastrangalia dubia</i>		
22–271–370–496–565–619–658		
<i>A. dubia</i> Pyrenean	a–a–c–a–g–a–t	A_dubia_FR1, A_dubia_FR2, A_dubia_FR3, A_dubia_IT1
<i>A. dubia</i> Alpine	g–a–t–a–a–g–t	A_dubia_DE1, A_dubia_DE2, A_dubia_AU2, A_dubia_DE3, A_dubia_DE5, A_dubia_DE9, A_dubia_IT2, A_dubia_IT3, A_dubia_IT4, A_dubia_IT5, A_dubia_IT7, A_dubia_SL, A_dubia_US
<i>A. dubia</i> Bavarian 1	g–g–t–a–a–g–t	A_dubia_AU1, A_dubia_DE6
<i>A. dubia</i> Bavarian 2	g–g–t–a–a–g–t (625 – a, 646 – c)	A_dubia_DE4, A_dubia_DE7, A_dubia_DE8, A_dubia_IT6
Гібрид <i>A. dubia</i> із <i>A. reyi</i> European	g–g–c–g–a–g–c	A_dubia_AU1
<i>Anastrangalia reyi</i>		
22–271–370–496–565–619–658		
<i>A. reyi</i> European	g–g–c–g–a–g–c	A_reyi_AU2, A_reyi_AU3, A_reyi_AU4, A_reyi_AU5, A_reyi_AU7, A_reyi_AU8, A_reyi_AU10, A_reyi_AU12, A_reyi_FI3, A_reyi_FI4, A_reyi_FI5, A_reyi_IT1, A_reyi_IT2
<i>A. reyi</i> Suomen	g–a–c–g–a–g–c	A_reyi_FI1, A_reyi_FI2

Гібрид <i>A. reyi</i> із <i>A. dubia</i> Alpine	g-a-t-a-a-g-t	A_reyi_AU1, A_reyi_AU9, A_reyi_AU11
Гібрид <i>A. reyi</i> із <i>A. dubia</i> Bavarian 1	g-g-t-a-a-g-t	A_reyi_AU6
Гібрид <i>A. reyi</i> із <i>A. dubia</i> Pyrenean	a-a-c-a-g-a-t	A_reyi_FR
<i>Anastrangalia</i> sp.		
22-271-370-496-565-619-658		
<i>A. reyi</i> European	g-g-c-g-a-g-c	Anastrangalia_sp_US5, Anastrangalia_sp_US6
<i>A. dubia</i> Alpine	g-a-t-a-a-g-t	Anastrangalia_sp_US1, Anastrangalia_sp_US2
<i>A. dubia</i> Bavarian 1	g-g-t-a-a-g-t	Anastrangalia_sp_US3
<i>A. dubia</i> US4	g-g-c-a-a-g-t	Anastrangalia_sp_US4
<i>Anastrangalia sequensi</i>		
22-206-247-250-304-316-331-379-451-463-496-523-548-550-619-625-631		
<i>A. sequensi</i> Far East	a-c-t-c-t-a-g-t-a- c-g-c-t-g-a-a-g	A_sequensi_RU1, A_sequensi_CN, A_sequensi_CN1
<i>A. sequensi</i> Korean	a-c-t-c-c-a-g-t-a- c-g-c-t-g-a-a-g	A_sequensi_KO1

Альпійська і піренейська гаплогрупи *A. dubia* відрізняються чотирма нуклеотидними замінами у положеннях 22, 370, 565 та 619. Однак, у альпійській гаплогрупі наявні гаплотипи із одиничними нуклеотидними замінами у інших положеннях. *A. reyi* вирізняється дуже низькою мінливістю нуклеотидних послідовностей COI, практично на всьому Європейському континенті. Усі наявні секвенси *A. sequensi* походять із Далекого Сходу, охоплюючи популяції із тихоокеанського узбережжя Північної Азії. За структурою гену COI ці популяції є надзвичайно одноманітними і практично не відрізняються одна від іншої. Для *A. sequensi* притаманними є дві спільні нуклеотидні заміни із *A. dubia* у позиціях 22 та 619. Також *A. sequensi* має одну спільну заміну із *A. reyi* у позиції 496. Проте, говорити про походження цих замін від спільного предка не доводиться. Найімовірніше вони виникли незалежно одна від іншої. Відмінності між гаплотипами *A. reyi* та *A. dubia* є нижчими, ніж відмінності між гаплотипами різних гаплогруп *A. dubia*, і не перевищують значень 1%. Відмінності між гаплотипами *A. sequensi* та *A. dubia* є більш значущими, однак, не перевищують 2,5%, аналогічні величини відмінностей між *A. sequensi* та *A. reyi*. Порівнюючи усі вище зазначені гаплотипи із гаплотипом добре відокремленого виду *A. sanguinolenta*, встановлено, що різниця становить понад 12%.

На основі 87-ми секвенсів видів *Anastrangalia* та 2-х послідовностей аутгрупи ми побудували високороздільне й максимально правдоподібне (maximum likelihood) філогенетичне дерево (мал. 1). Отримане філогенетичне дерево демонструє розподіл роду *Anastrangalia* на дві клади з підтримкою 100%: 1) група видів "dubia" та 2) група видів "sanguinolenta". Група видів "dubia" включає *A. dubia*, *A. reyi* та *A. sequensi*. Група видів "sanguinolenta" об'єднує *A. sanguinolenta* й *A. sanguinea*. При цьому, усі види, що входять до "dubia", утворюють дуже щільний кластер із незначними довжинами гілок, які менші за 0.01. Усе це разом вказує на слабку розмежованість між видами *A. dubia*, *A. reyi* та *A. sequensi* і необхідністю ревізії їх таксономічного становища. Надалі, ми їх розглядаємо у якості еволюційних ліній одного й того самого виду.

Детальне філогенетичне піддерево "dubia" представлено на мал. 2. Воно складається із двох слабо розмежованих кластерів, відмінності між якими становлять в середньому 2,5%. Менший із кластерів представляє *A. sequensi*, а більший – *A. dubia* й *A. reyi*. На останньому добре відмежована гаплогрупа *A. dubia* Pyrenean (0.83 aLRT). Цікаво, що до цього кластеру також входить зразок, який фенотипічно належить до *A. reyi*, однак сиквенс COI вказує на його належність до *A. dubia* Pyrenean. Це є свідченням гібридизації між *A. dubia* й *A. reyi*. Гаплогрупи *A. dubia* Alpine та *A. reyi* European становлять сукцесивні сестринські клади до гаплогрупи *A. dubia* Pyrenean. В основі цієї групи клад лежать особини із гаплотипом *A. dubia* Alpine, куди також входять фенотипові *A. reyi*, однак, сиквенс COI яких є ідентичним до гаплотипу *A. dubia* Alpine. Це також є свідченням гібридизації між *A. dubia* й *A. reyi*. Гілка, що об'єднує гаплотип *A. dubia* Bavarian-1 та гаплотип *A. dubia* Bavarian-2 також включає фенотипічні *A. reyi* із гаплотипом *A. dubia* Bavarian-1. Екземпляр із гаплотипом *A. dubia* US4 утворює окрему гілку, що розташовується в основі кладу *A. reyi*. Остання утворює щільний кластер, що розташовується на вершині сукцесивного дерева *A. dubia*. До цього кластеру також належать фенотипічні *A. dubia*, проте із гаплотипом *A. reyi* European – гібрид *A. dubia* і *A. reyi*.



Мал. 1. Філогенетичне дерево групи видової "*Anastrangalia dubia*"

Аналіз і обговорення результатів

Результати здійсненого нами філогенетичного аналізу в цілому узгоджуються з висновками інших дослідників (Rougerie and al., 2015; Hendrich and al., 2015; Wu and al., 2016), у тому плані, що *A. reyi* за секвенсами COI дуже схожий на *A. dubia*. Hendrich з колегами (2015) виявили, що на їх дендрограмах особини, що фенотипічно належать до *A. reyi* перемішані із фенотипічними *A. dubia*, не групуючись у самостійні клади. Вони вказують, що молекулярні дані не узгоджуються з морфологічними відмінностями, які спостерігаються. Відповідного висновку про неможливість молекулярної ідентифікації *A. reyi* та *A. dubia* дійшли й Rougerie зі співавторами (2015) та Wu зі співавторами (2016). Однак на противагу їм, нам вдалося виявити ключові маркери для молекулярної ідентифікації *A. dubia* та *A. reyi* (таблиця 1.). Це стало можливим після додавання до аналізу секвенсів *A. reyi* отриманих Pentinsaari з колегами (2014) з території Фінляндії. Секвенси COI *A. reyi* із Феноскандинавії, у своїй більшості, є ідентичними до таких же у Альпах, утворюючи єдиний гаплотип. У нашому філогенетичному аналізі *A. reyi* утворює щільний монофілетичний кластер (мал. 2), який проте близькоспоріднений до *A. dubia*. Разом з тим ми виявили численні випадки гібридизації між *A. dubia* та *A. reyi* в

межах їх спільного ареалу в Альпах. На це також вказують Rougerie зі співавторами (2015). Ми виявили, що фенотипічні *A. dubia* можуть нести COI *A. reyi* і навпаки. А оскільки мітохондрієвий геном є нерекомбінантним і успадковується лише по материнській лінії, то ми маємо справу із безперешкодною гібридизацією між *A. dubia* та *A. reyi*, яка відбувається зараз. Фактично, незважаючи на наявні незначні морфологічні відмінності, між ними відсутній репродуктивний бар'єр, що унеможливорює подальше їх визнання у якості самостійних видів. Гібридизація між *A. reyi* й *A. sequensi* залишається невідомою, проте існує ймовірність їх інтрогресії на півдні Західного Сибіру.

Між *A. reyi*, *A. sequensi* та *A. dubia* існують морфологічні й молекулярні неузгодженості. Вони проявляються у цілковитій ідентичності морфологічних ознак *A. reyi* і *A. sequensi*, головною ознакою для яких є притаманні згладжені скроні позаду очей. Однак, за молекулярними даними сиквенсів COI *A. reyi* фактично є ідентична до *A. dubia*. При тому *A. dubia* відрізняється від обох попередніх великими і різко виокремленими скронями, що різко виступають позаду очей. Для перевірки цих неузгодженостей ми провели препарування і вивчення морфології геніталій самців *A. reyi*, *A. sequensi* та *A. dubia*, що є класичною практикою ідентифікації видів у ентомології. Результат показав, що морфологія едеагусів самців усіх трьох ліній є дуже схожою. Верхівкова частина едеагусів слабо розширена і різко звужується, закінчуючись невеликим загостреним склеротизованим кінчиком. Основна відмінність полягає у співвідношенні довжини едеагуса до його ширини: *A. reyi* – 0,182 ($\pm 0,003$); *A. sequensi* – 0,217 ($\pm 0,010$); *A. dubia* – 0,167 ($\pm 0,007$). Едеагус *A. dubia* – довгий і вузький, у *A. sequensi* – короткий і ширкий, *A. reyi* має проміжні характеристики двох попередніх ліній. Загальна морфологія параметрів самців усіх трьох ліній є схожою. Лопаті параметрів найширші при своїй основі, до вершин плавно звужуються і зближуються між собою, на верхівці кожної лопаті наявна група із декількох коротких щетинок. Основна відмінність – це співвідношення довжини і ширини лопатей параметрів: *A. reyi* – 0,192 ($\pm 0,002$); *A. sequensi* – 0,222 ($\pm 0,010$); *A. dubia* – 0,137 ($\pm 0,011$). Параметри *A. dubia* є дуже довгими і дуже вузькими, у *A.*

sequensi – дуже короткі і дуже широкі, *A. reyi* характеризується проміжними значеннями ширини і довжини параметрів. Згідно класичних ентомологічних уявлень про морфологію геніталій самців усі три лінії є відносно диференційованими. Однак, виявлені численні гібриди між *A. reyi* та *A. dubia* вказують на відсутність репродуктивного бар'єру, навіть незважаючи на анатомічні особливості статевих органів.

Якщо морфологічні та молекулярні позиції *A. sequensi* та *A. dubia* відносно диференціюють їх один від іншого, то становище *A. reyi* залишається незрозумілим. Спираючись на проміжну морфологію геніталій самців *A. reyi*, значну подібність сиквенсу її COI до гаплотипу Bavarian 1 у *A. dubia*, і результатів філогенетичного аналізу, ми припускаємо, що *A. reyi* має гібридогенне походження. Гібридизація між *A. sequensi* та *A. dubia* ймовірно неодноразово відбувалась впродовж рисько-вюрмського інтергляціалу (130-115 ka). Ми вважаємо, що розповсюдження *A. sequensi* лише у Східному Сибіру та на Далекому Сході є виключно голоценовою подією, а у попередньому інтергляціалі *A. sequensi* була присутня щонайменше у Східній Європі, де відбувалась її інтрогресія та гібридизація із *A. dubia*. Останнє зледеніння призвело до повсюдного вимирання *A. sequensi* у Європі, на Уралі і у Західному Сибіру. Натомість у Східній Європі вижила невелика цілком ізольована гібридна популяція, яка поєднувала у собі фенотипічні ознаки *A. sequensi* та мітохондріальний геном *A. dubia*, давши початок голоценовій гілці *A. reyi*. У даному випадку ми маємо яскравий прояв ефекту засновника та пляшкового горла.

Таким чином, морфологічні відмінності, які існують на сьогодні між трьома видами є недостатніми для розрізнення їх як самостійних. Ми пропонуємо звести їх до рангу підвидів: *A. dubia dubia* stat. nov., *Anastrangalia dubia reyi* stat. nov., *Anastrangalia dubia sequensi* stat. nov. Окрім всього, ми вважаємо недостатньо аргументованим виділення у самостійні підвиди *Anastrangalia dubia melanota* (Faldennann, 1837), та *Anastrangalia dubia moreana* (Pic, 1906), оскільки відсутні морфологічні ознаки, за якими їх можна ідентифікувати. Наразі їх молекулярних

досліджень не здійснювалось. Виокремлення цих підвидів на підставі лише часткової географічної ізоляції (Данилевский, 2015) є безпідставним. Також потребує перевірки самотійність виду *Anastrangalia montana* (Mulsant & Rey, 1863), розповсюдженої на Близькому Сході, півдні Анатолії, островах Крит і Кіпр (Семанюк, Заморока, 2018).

Загальний висновок

Узагальнюючи результати, встановлено, що на підставі комплексного аналізу молекулярних даних, зовнішньої морфології та будови геніталій самців таксони *A. reyi*, *A. sequensi* та *A. dubia* не демонструють достатнього рівня відмінностей для визнання їх окремими видами. Отримані дані однозначно вказують на їх належність до одного виду, що дало підстави запропонувати відповідну нову синонімію та змінити таксономічний статус цих форм.

Перелік використаних джерел

1. Anisimova, M., & Gascuel, O. (2006). Approximate likelihood ratio test for branches: A fast, accurate and powerful alternative. *Systematic Biology*, 55(4), 539–552.
2. Danilevsky, M. L. (2014). *Longicorn beetles (Coleoptera, Cerambycoidea) of Russia and adjacent countries. Part 1*. Moscow: HSC. (518 pp.)
3. Gouy, M., Guindon, S., & Gascuel, O. (2010). SeaView version 4: A multiplatform graphical user interface for sequence alignment and phylogenetic tree building. *Molecular Biology and Evolution*, 27(2), 221–224.
4. Grebennikov, V. V., Jendek, E., & Smirnov, M. E. (2017). Diagnostic and phylogenetic utility of the first DNA barcode library for longhorn beetles (Coleoptera: Cerambycidae) from the Russian Far East. *Zootaxa*, 4276(3), 441–445.
5. Guindon, S., & Gascuel, O. (2003). A simple, fast, and accurate algorithm to estimate large phylogenies by maximum likelihood. *Systematic Biology*, 52, 696–704.

6. Guindon, S., Dufayard, J.-F., Lefort, V., Anisimova, M., Hordijk, W., & Gascuel, O. (2010). New algorithms and methods to estimate maximum-likelihood phylogenies: Assessing the performance of PhyML 3.0. *Systematic Biology*, 59(3), 307–321.
7. Hellrigl, K., Deiaco, C., von Mörl, G., & Niederfriniger, E. (2012). Neue Checklist zur Bockkäfer-Fauna Südtirols (Coleoptera: Cerambycidae). *Forest Observer*, 6, 207–238.
8. Hendrich, L., Morinière, J., Haszprunar, G., Hebert, P. D. N., Hausmann, A., Köhler, F., & Balke, M. (2015). A comprehensive DNA barcode database for Central European beetles with a focus on Germany: Adding more than 3500 identified species to BOLD. *Molecular Ecology Resources*, 15, 795–818.
9. Rougerie, R., Lopez-Vaamonde, C., Barnouin, T., Delnatte, J., Moulin, N., Noblecourt, T., Nusillard, B., Parmain, G., Soldati, F., & Bouget, C. (2015). PASSIFOR: A reference library of DNA barcodes for French saproxylic beetles (Insecta, Coleoptera). *Biodiversity Data Journal*, 3, e4078.
10. Wu, Y., Trepanowski, N. F., Molongoski, J. J., Reagel, P. F., Lingafelter, S. W., Nadel, H., Myers, S. W., & Ray, A. M. (2016). Identification of wood-boring beetles (Cerambycidae and Buprestidae) intercepted in trade-associated solid wood packaging material using DNA barcoding and morphology. *Scientific Reports*, 7, 40316.

Додаток г. Взірець оформлення літературних джерел

Літературні джерела, використані при написанні курсового дослідницького проекту подаються з використанням стилю APA. APA style (American Psychological Association style) – це один із провідних міжнародних стандартів оформлення джерел і наукових текстів, що широко використовується у гуманітарних та природничих науках. Основними його принципами є чіткість, стандартизованість і прозорість подання інформації про джерела. APA встановлює правила для оформлення цитувань у тексті й бібліографічних описів, регламентує порядок подання авторів, року видання, назв праць, вихідних даних журналів і книг, а також використання DOI. Стиль передбачає абеткове впорядкування переліку літератури та уніфіковані формати для різних типів джерел – статей, монографій, розділів у книгах, інтернет-ресурсів тощо, забезпечуючи точність і легкість перевірки використаної літератури.

Ключовими критеріями до оформлення літературних джерел у стилі APA є:

- Автори вказуються у форматі: Прізвище – кома – пробіл – ініціали через пробіл. Якщо авторів більше, ніж один, їх розділяють комами, а між останнім і передостаннім авторами у переліку ставиться знак "&".
- Рік подається у круглих дужках: (2020).
- Назва статті або розділу – формується за принципом побудови речення (лише перше слово з великої літери, окрім власних назв).
- Назви журналів і книг – курсивом, з великої літери кожне значуще слово.
- У журналі подаються: том, (номер) і сторінки.
- DOI подається у вигляді активної ланки: <https://doi.org/...>; якщо DOI немає, то просто сторінки.

Важливо при оформленні літературних джерел у стилі APA дотримуватись стандартизованої пунктуації – розставлення розділових знаків і пробілів. Нижче наведені приклади оформлення літературних джерел.

1) Наукові статті з одним автором подаються у такій послідовності: Прізвище, І. І. (Рік). Назва статті. *Назва Журналу*, том(номер), сторінки. DOI.

Приклад: Shevchenko, I. I. (2020). Beetle diversity in mountain ecosystems. *Journal of Insect Ecology*, 15(2), 145–158. <https://doi.org/10.1234/jie.2020.5678>

2) Наукові статті з двома авторами подаються у такій послідовності: Прізвище, І. І., & Прізвище, І. І. (Рік). Назва статті. Назва Журналу, том(номер), сторінки. DOI

Приклад: Ivanov, P., & Keller, R. (2018). Phylogenetic relationships in Cerambycidae. *Systematic Entomology*, 43(1), 12–24. <https://doi.org/10.1111/syen.12200>

3) Наукові статті з трьома і більше авторами подаються у такій послідовності: Прізвище, І. І., Прізвище, І. І., Прізвище, І. І., ... & Прізвище, І. І. (Рік). Назва статті. Назва Журналу, том(номер), сторінки. DOI

Приклад: Hendrich, L., Morinière, J., Haszprunar, G., Hebert, P. D. N., Hausmann, A., Köhler, F., & Balke, M. (2015). A comprehensive DNA barcode database for Central European beetles. *Molecular Ecology Resources*, 15, 795–818. <https://doi.org/10.1111/1755-0998.12354>

4) Бібліографічний опис монографій (книг) із 1-20 авторами подається у такому форматі: Прізвище, І. І. (Рік). *Назва книги*. Видавництво.

Приклад: Zahajkevych, I. K. (1990). *Ecology and taxonomy of the longhorn beetles*. Naukova Dumka.

5) Бібліографічний опис монографій (книг) із редактором подається у такому форматі: Прізвище, І. І. (Ed.). (Рік). *Назва книги*. Видавництво.

Приклад: Smith, J. R. (Ed.). (2016). *Advances in insect systematics*. Oxford University Press.

6) Бібліографічний опис лише розділу монографії (книги) або колективної праці подається у такому форматі: Прізвище, І. І. (Рік). Назва розділу. У Прізвище, І. І. (Ed.), *Назва книги* (сторінки розділу). Видавництво.

Приклад: Kukalová, M. (2019). Molecular methods in beetle taxonomy. In J. Novak & T. Hrdlicka (Eds.), *Modern approaches in entomology* (pp. 55–72). Springer.

7) Бібліографічний опис Інтернет-ресурсів (лише за умови їх наукової значущості, наприклад міжнародні бази даних) подається у такому форматі: Прізвище, І. І. (Рік). Назва матеріалу. Джерело або сайт. URL. Або для ресурсу загалом: Ресурс (Рік). Назва матеріалу. URL.

Приклад 1: **Brown, L. (2021). DNA barcoding in Europe: Current trends. European Barcode Initiative. <https://www.eubi.org/barcoding2021>**

Приклад 2: **GBIF (2025). Aegomorphus francottei Sama, Checklist dataset. <https://doi.org/10.15468/39omei>**
