

ВІДГУК
офіційного опонента на дисертаційну роботу Терещенко Валерії
Олександровни “Таксономічна ієрархія, генетична диференціація і
особливості молекулярної еволюції в підродині *Murinae* Палеарктики”,
представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії за
спеціальністю 091 – Біологія

Представлена до захисту дисертаційна робота присвячена актуальним питанням. Це, перш за все, таксономія і філогенетика мишачих підродини *Murinae*, що є найбільш багатою у видовому відношенні групою ссавців цього рангу. В роботі мова насамперед йде про найбільш дискусійні надвидові групи *Apodemus* *sensu lato* та *Mus* *sensu stricto*, ареали яких розташовані в межах Палеарктики. Головними аспектами, що визначають актуальність та новизну роботи є відсутність однозначного розуміння границь виду. З чого випливають питання, що розуміти під видом, а також щодо кількості видів. До того існує проблема ієрархії мишачих на родовому рівні і відповідно родової належності низки видів в межах *Apodemus* s. l. Особливе місце в роботі посідають маловивчені питання молекулярної еволюції, зокрема транзитивно-трансверсивного зсуву. Дуже вдалим доповненням до таксономічної частини дисертації є еволюційний аспект, що стосується характеру нуклеотидних заміщень на різних етапах дивергенції. Авторка довела, що в межах підродини мишачих має місце неоднозначність молекулярної еволюції, зокрема темпів нуклеотидних заміщень на різних етапах історичного розвитку філуму. Цей аспект надає дисертаційній роботі немалі перспективи. Отже, актуальність обраної теми не викликає сумніву.

Мета роботи сформульована коректно і чітко відповідає назві і змісту роботи. При цьому ключовими аспектами є визначення рівнів еволюційно-генетичної дивергенції і встановлення закономірностей молекулярної еволюції палеарктичних представників підродини *Murinae* з акцентом на роди *Apodemus* *sensu lato* та *Mus* *sensu stricto*. Для досягнення поставленої мети були сформульовані адекватні задачі, що були успішно розв'язані дисеранткою. Для цього вона ефективно використала молекулярно-генетичні методи за стандартними та модифікованими протоколами, що дозволило їй отримати низку послідовностей гену цитохром b. Також вона провела філогенетичний аналіз, для чого були залучені матеріали з GenBank за низкою ДНК-маркерів, що нараховують тисячі сіквенсів, ефективно застосувала ГІС-моделювання екологічної ніші, здійснила біоінформаційну та математичну обробку даних та опрацювала їх статистичними методами.

Наукова новизна дисертаційної роботи не викликає жодних сумнівів. Вона полягає у наступних положеннях: об'єктивність шести рівнів еволюційної дивергенції в межах родинного рівня і ієрархічність категорії вид, що включає такі категорії як напіввид і аловид; підтвердження на рівні нуклеотидних заміщень родового рівня дивергенції в межах *Apodemus sensu lato*, наявність зсуву значень генетичної диференціації у дрібних і великих за розмірами ссавців на один таксономічний рівень, відповідність діапазону криптичного видоутворення мікромамалій стандартному виду макромамалій; неоднозначність характеру темпів молекулярної еволюції, що встановлено на прикладі транзитивно-трансверсивного зсуву та його еволюційної компенсації; пессимальності характеру абіотичних умов існування *Sylvaemus* (*superspecies sylvaticus*) у межах Східної Європи, що обумовлює просування обох напіввидів на схід.

Практичне значення отриманих результатів полягає у розвитку ключових біологічних концепцій, зокрема системної організації виду, стрибкоподібного видоутворення, неоднозначності молекулярної еволюції, теорії спонтанного мутагенезу. Матеріали дисертації також можуть використовуватися при викладанні низки курсів.

Дисертаційна робота В.О. Терещенко виконана у відділі еволюційно-генетичних основ систематики за плановими темами Інституту зоології, а також була підтримана грантом Українського Надзвичайного Фонду Ізраїлю, де дисерантка виконувала дослідження на базі Школи Зоології Тель-Авівського університету у якості запрошеного наукового співробітника.

Якість і кількість публікацій за темою дисертації відповідають офіційним вимогам і дозволяють вважати, що в них викладені головні результати проведених досліджень.

Рукопис складається із вступу, 7 розділів, висновків та 14 додатків. Список використаних джерел містить 191 посилання, з яких 159 опубліковані англійською мовою. Повний обсяг дисертації становить 220 сторінок, з них 135 сторінок основного тексту. У роботі містяться 48 рисунків та 24 таблиці. Робота оформлена у відповідності до державних стандартів.

Слід відзначити чітку структуру викладення результатів дисертаційного дослідження. Текст зрозумілий для сприйняття, аналіз цілком послідовний, результати чітко випливають з матеріалів дослідження.

Перший розділ – це огляд літератури і введення до дослідження як такого. У ньому дисерантка системно, логічно і послідовно аналізує проблеми систематики та філогенії мишачих Палеарктики в цілому і, зокрема Передньої Азії, розписує принципи генетичних методів досліджень, наводить публікації з генетичної систематики мишей, акцентуючи увагу на

застосування ДНК-маркерів, розкриває принципи молекулярної філогенетики і філогеографії, а також висвітлює методологію ГІС-моделювання екологічної ніші. Також у цьому розділі вона наводить історію виникнення і принципові положення системної концепція виду, детально описує явище еволюційного транзитивно-трансверсивного зсуву.

Другий розділ – це матеріали та методи. В ньому перераховані послідовності, що були запозичені з GenBank, а також отримані авторкою у мишей з території Передньої Азії. У цьому розділі лаконічно і професійно описані методи лабораторного і статистичного аналізу, особливості біоінформаційної обробки отриманих даних, моделювання екологічної ніші.

Третій розділ роботи присвячений викладенню результатів аналізу генетичної диференціації і філогенетичного аналізу мишей Палеарктики. Для цього було задіяно шість ДНК-маркерів, а саме: мітохондріальний ген, що кодує цитохром b, гіперваріабельна ділянка контролального регіону мітохондріальної ДНК, мітохондріальних ген цитохром с-оксидази субодиниці I, мітохондріальний ген рибосомальної 12S РНК, ядерний ген інтеррецепторного ретиноїд-зв'язуючого білку та ядерний ген friend virus susceptibility. Головні результати, що були отримані в цьому розділі – це доведення шести рівнів генетичної диференціації, системність виду, родовий рівень членування в межах *Apodemus* *sensu lato*.

Четвертий розділ присвячений питанням діагностики та систематиці мишачих Ізраїлю на підставі секвенування музейних зразків та рівні гену суб^b та філогенетичного аналізу первинних даних по послідовностям контролального регіону. Результати: ревізія музейних колекцій і побудова філогенетичної схеми надвидового комплексу *Mus* (*superspecies*) *macedonicus*.

П'ятий розділ роботи представляє собою аналіз еволюційного транзитивно-трансверсивного зсуву у різних групах палеарктичних ссавців і включає два блоки. Перший, це порівняльний аналіз різних ДНК-маркерів в межах Murinae. Другий, порівняння характеру транзитивного зсуву в низці палеарктичних рядів ссавців, причому особливий акцент зроблений на Muridae і Vesptilionidae. Результати отримані в даному розділі підтверджують загальну тенденцію еволюційного транзитивного зсуву, що полягає в першопочатковому накопиченні транзицій з подальшим стрибком частоти трансверсій, причому його прояв в тій чи іншій мірі є специфічним для певних послідовностей та має свої особливості у мікро і макромамалій.

Шостий розділ стосується моделювання екологічної ніші на прикладі політипового виду *Apodemus* (*Sylvaemus*) *sylvaticus*, генетична диференціація в межах якого підтверджена на рівні сиквенсів гену суб^b. Встановлено, що обмеження на розширення ареалу у східному напрямку викликано

песимальними умовами, зокрема континентальністю клімату, що призводить до зміну рослинності.

У сьомому роздлі дисерантка здійснює обговорення отриманих результатів. Він складається з двох блоків. Перший стосується питань таксономії мишачих Палеарктики, де авторкою пропонуються різні таксономічні схеми. В другому блоці розглядаються питання еволюційного транзитивного зсуву. Зокрема детально обговорюються такий аспект як неоднозначний характер нуклеотидних заміщень, що має місце в межах філуму, так і при порівняннях різних філумів. Зокрема у порівняльному аспекті детально аналізується еволюційний транзитивно-трансверсивний зсув у мікро- і макромамалій.

Висновки у роботі сформульовані цілком коректно і відповідають головним результатам роботи. Вони лаконічні і чітко виливають з поставлених завдань.

Список літератури цілком адекватний матеріалам дисертаційної роботи і сформований у відповідності до стандартів бібліографичної інформації.

Текст дисертаційної роботи містить додатки. В них представлена найбільш вживана на момент дослідження таксономічна структура палеарктичних Murinae, наводяться списки використаних послідовностей, завантажених із GenBank, мапи з позначеннями місць вибірок представників *Mus* та *Apodemus* на території Ізраїлю, наведено протоколи, застосовані для виділення ДНК та проведення полімерної ланцюгової реакції.

Тим не менш, при аналізі матеріалів дисертаційної роботи у мене виникли певні питання і зауваження.

1. Все ж таки, яку систематику на рівні родів дисерантка вважає найбільш вдалою і рекомендую до застосування в таксономічній практиці?

2. В деяких випадках дисерантка використовує різні видові назви, а також плутається з віднесенням представників групи *Sylvaemys* до окремого роду чи лише підроду.

3. Не зрозуміло, до якої концепції видоутворення схильна дисерантка – градуалістичної чи пунктуалістичної.

4. Також, як на мене, до тексту роботи є певні питання лінгвістичного характеру, які стосуються використання наукової термінології.

Отже, базуючись на детальному аналізі дисертаційної роботи Терещенко Валерії Олександровни «Таксономічна ієрархія, генетична диференціація і особливості молекулярної еволюції в підродині мишачих Murinae Палеарктики» вважаю за можливе дати їй цілком позитивну оцінку. Робота за усіма критеріями відповідає вимогам «Порядку присудження наукових степенів затвердженого постановою Кабінету міністрів України

№ 44 від 12.01.2022 р. зі змінами до постанови № 341 від 21.03.2032.
Відповідно здобувачка заслуговує на присудження наукового ступеню
доктора філософії за спеціальністю 091-Біологія.

Офіційний опонент,

Директор Інституту гідробіології НАН України,

член-.кореспондент НАН України, д.б.н., проф.

С.О. Афанасьев

Відгук однієї з
опонентів надійшов
до наукової галереї
заснованої відомої
зареєстрованої
21 липня 2023 року

Олег Іванов

