

УДК 591.9: 577.4

Шрубович Ю.Ю.

ТАКСОНОМІЧНИЙ І ХОРОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ДЕЯКИХ РОДІВ ПРОТУР РОДИНИ ACERENTOMIDAE

*Проведено аналіз представників родів *Acerentulus*, *Tuxenentulus*, *Acerentomon* і *Nipponentomon*, які відносяться до трьох підродин: *Berberentulinae*, *Acerentominae* і *Nipponentominae* сімейства *Acerentomidae*. Виділено дві пари морфологічно близьких родів, які чітко розділені географічно (європейський або берингійський ареали поширення). Перша пара родів *Acerentulus* і *Tuxenentulus* характеризується зменшеною кількістю щетинок і низкою редукцій в будові тіла у представників роду *Tuxenentulus*. Інша пара родів, *Acerentomon* і *Nipponentomon*, демонструє збільшення кількості щетинок і низку інших еволюційно більш просунутих морфологічних ознак будови тіла.*

Ключові слова: *Protura*, *Acerentomidae*, морфологія, поширення.

Клас Protura на сьогодні нараховує 808 видів із 75 родів [3], які належать до трьох родин згідно "Catalogue of the world Protura" [9]. Родина Acerentomidae – найрізноманітніша морфологічно і найслабше структурована. З метою дослідження еволюційних процесів у групі Protura було проведено порівняльно-морфологічний та хорологічний аналіз, що дозволило проаналізувати ознаки у двох парах морфологічно близьких родів протур родини Acerentomidae. Як модельні, обрані роди, які належать до трьох підродин Berberentulinae, Acerentominae та Nipponentominae. Для чіткішого дослідження еволюційних тенденцій у найгетерогеннішій за морфологічною будовою підродині Acerentominae [5] для дослідження були обрані два роди з відмінною морфологічною будовою: *Tuxenentulus* та *Acerentomon*.

Матеріал і методика досліджень

Вивчено колекційні матеріали Protura з родів *Acerentulus*, *Tuxenentulus*, *Acerentomon* і *Nipponentomon*, які зберігаються у якості постійних мікропрепаратів у фондах Державного природознавчого музею НАН України, Інституту систематики та еволюції тварин ПАН, а також проаналізовано типову серію виду *Tuxenentulus rockyensis* Imadaté, 1981 (типові зразки зберігаються у Ентомологічному музеї Берклі, Каліфорнія, США). Визначення та верифікація матеріалу, проведення морфологічних промірів, фотографування та виготовлення рисунків для описів нових видів протур та переописів типового матеріалу було здійснено за допомогою оптичного мікроскопу Olympus BX51 з двома системами контрастування та цифрової камери Olympus DP72.

Результати досліджень

Аналіз видів протур з родів *Acerentulus* Berlese, 1908, *Tuxenentulus* Imadaté, 1973, *Acerentomon* Silvestri 1907 та *Nipponentomon* Imadaté & Yosii 1959 дав можливість порівняти характеристики видів та родів і виділити дві пари морфологічно близьких родів *Acerentulus* – *Tuxenentulus* та *Acerentomon* – *Nipponentomon*, які чітко відмежовані географічно. Представники родів *Acerentomon* та *Acerentulus* поширені у Європейській частині Палеарктики і найбільш численні на території України [1]. Натомість, представники родів *Tuxenentulus* і *Nipponentomon* поширені виключно на Далекому Сході Палеарктики та в північно-західних регіонах Північної Америки (Аляска, Канада, Сполучені Штати) [2-4].

Протура з роду *Acerentulus* характеризуються високим рівнем різноманіття у фауни України (близько 25% від видового багатства регіональної фауни Protura України) та у світі загалом. На сьогоднішній день, рід *Acerentulus* включає в себе сорок шість видів

[6-10]. Типовий вид роду *Acerentulus*, *A. confinis* (Berlese, 1908), є космополітом. Більшість видів (сорок) поширені у Палеарктиці, а саме в Центральній і Південній Європі, за винятком кількох видів, описаних з Росії, Японії та Китаю. Решта чотири види відомі з інших частин світу – Австралії, Нової Зеландії, Південної Америки і Північної Америки (рис. 1).



Рис. 1. Географічне поширення роду *Acerentulus* Berlese, 1908.

Морфологічно рід характеризується присутністю двох пар артеріальних щетинок на грудних сегментах, присутністю чотирьох пар артеріальних щетинок на II–VI черевних тергітах, добре розвиненими залозистими структурами на VIII сегменті у вигляді оперізуючого паска, наявності трьох щетинок на другому і третьому абдомінальних рудиментах ніг. Наявність лише двох пар артеріальних щетинок на грудних сегментах та присутність апікального пучка щетинок на верхньощелепних та нижньощелепних пальпах зумовлюють морфологічну спорідненість цього виду з найбільш архаїчним родом *Hesperentomon* Price 1960 у ряді *Acerentomata*. Хорологічний аналіз і аналіз морфологічних ознак представників роду *Acerentulus* виявив, що цей рід можна вважати філогенетично найдревнішим у родині *Acerentomidae*. На основі виявлення морфологічно важливих ознак у цьому роді виокремлено і описано 3 нових види і

розроблено ключі для ідентифікації 22 видів з групи "*confinis*" і 20 видів з групи "*cunhai*" у світовому масштабі [6-8].

Детальний аналіз морфологічних ознак у межах роду *Tuxenentulus* дозволив виокремити новий вид *Tuxenentulus solncevae* Shrubovych & Bernard, 2013 і розробити ключ для ідентифікації п'яти видів у цьому роді [4]. Географічне поширення роду обмежено Далеким Сходом Палеарктики (Японія, Китай і Тайвань) та Північною Америкою (Аляска, Канада). Морфологічний аналіз усіх існуючих видів цього роду продемонстрував його морфологічну подібність до роду *Acerentulus*. Такі морфологічно важливі на родовому рівні ознаки [3], як наявність двох пар артеріальних щетинок на грудних сегментах, чотирьох пар артеріальних щетинок на II-VI черевних тергітах, апікального пучка щетинок на верхньощелепних та нижньощелепних пальпах є спільними для представників цих родів. Рід *Tuxenentulus* відзначається низкою редукцій у будові тіла відносно роду *Acerentulus*, які виявляються у зменшенні кількості щетинок на другій і третій парі абдомінальних ніг і редукцією оперізуючого паска на VIII сегменті. Мала видова різноманітність і обмежене поширення у світі разом із наявністю вищевказаних апоморфних морфологічних ознак дозволяють припускати еволюційно молодший вік роду *Tuxenentulus* у парі родів *Acerentulus* – *Tuxenentulus*, а також високу ймовірність алопатричного видоутворення родів унаслідок географічної ізоляції.

За результатами таксономічної роботи у другій парі морфологічно подібних родів *Acerentomon* та *Nipponetomon* встановлено відсутність редукції у морфологічній будові тіла, як у *Tuxenentulus*. Натомість, синапоморфними ознаками для родів, відповідно до [3], є збільшення кількості щетинок на грудних і черевцевих сегментах. Зокрема, з'являються щетинки *A3* на грудних і черевцевих сегментах у представників двох родів, а також щетинки *A1* у *Acerentomon* видів і щетинки *A5* у *Nipponetomon* видів на тергіті третього грудного сегменту. Роди характеризуються присутністю трьох пар артеріальних щетинок на грудних сегментах на відміну від двох пар у родів *Acerentulus* і *Tuxenentulus* (рис. 2), присутністю п'яти пар артеріальних щетинок на II-VI черевних тергітах, наявністю двох щетинок на другому і третьому абдомінальних рудиментах ніг, тоді як для роду *Acerentulus* характерна присутність трьох щетинок (рис. 3).

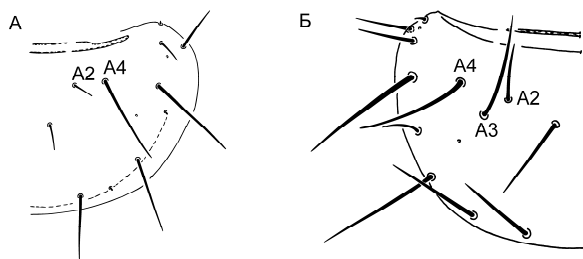


Рис. 2. Хетотаксія грудного тергіту мезонотум у родів *Acerentulus* і *Tuxenentulus* (А), *Acerentomon* і *Nipponetomon* (Б).

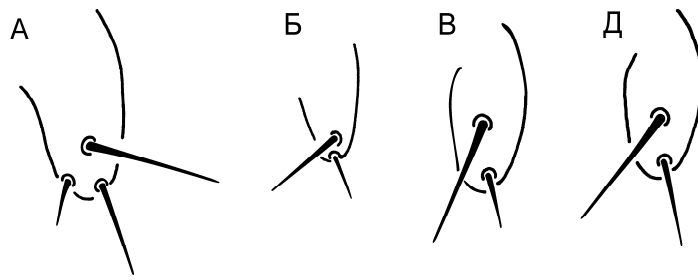


Рис. 3. Абдомінальні рудименти ніг у родів *Acerentulus* (А), *Tuxenentulus* (Б), *Acerentomon* (В) і *Nipponentomon* (Д).

Рід *Nipponentomon* морфологічно відрізняється від роду *Acerentomon* складнішою будовою верхньощелепної залози із широкими виростами [2], що є синапоморфною ознакою для всіх представників підродини *Nipponentominae*, які визнані еволюційно наймолодшими серед *Protura* [3].

Рід *Acerentomon* характеризується високим рівнем різноманіття у світовій фауні та у фауні протур України (близько 20% від видового багатства регіональної фауни *Protura* України) [1]. Тридцять вісім видів *Acerentomon* поширені лише у Західній Палеарктиці (рис. 4). Аналіз морфологічних ознак дозволив виділити ще один новий вид *A. christiani* sp. nov., який належить до групи "*doderoi*". Ця група видів характеризується наявністю додаткової пари х-щетинок на тергіті VII черевця, які розташовані між рядами артеріальних і постеріальних щетинок (рис. 5). Появу додаткових пар щетинок на VII черевцевому сегменті можна розглядати як еволюційно молодшу ознаку для представників родини *Acerentomidae*. Такий висновок можна зробити на підставі проведеного філогенетичного аналізу представників *Acerentomidae* [3], в якому така ознака як присутність додаткової пари щетинок *A4'* на VII черевцевому тергіті у видів з родів *Filientomon* Rusek, 1974 та *Yamatentomon* Imadaté, 1964 є синапоморфією для видів підродини *Acerentominae*.



Рис. 4. Географічне поширення роду *Acerentomon* Silvestri, 1907.

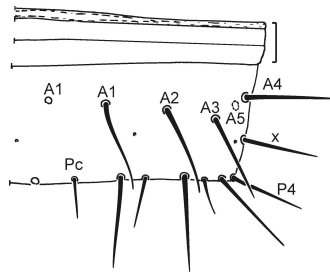


Рис. 5. Додаткова щетинка x на VII червцевому сегменті у видів *Acerentomon* групи "doderoi".

Морфологічно подібний до роду *Acerentomon* рід *Nipponetomon*, характеристика якого представлена у [2, 3], включає 16 видів, 9 з яких поширені на сході Палеарктиці (на Далекому Сході Росії, півночі Китаю, Японії та Кореї), а 7 видів зареєстровані у Північній Америці (Канаді та США) [2, 9]. Отже, хорологічний аналіз видів з цієї пари родів дозволив констатувати чітке розділення географічного поширення видів. Значна кількість спільних апоморфічних морфологічних ознак для родів *Acerentomon* і *Nipponetomon* та факт відсутності перекривання їхніх ареалів поширення дає підстави припускати алопатричне видоутворення родів внаслідок географічної ізоляції, як і у парі морфологічно споріднених родів *Acerentulus* і *Tuxenentulus*.

Висновки

У результаті порівняльно-морфологічного та хорологічного аналізу двох пар споріднених родів класу Protura встановлено факти алопатричного утворення родів у Палеарктиці. Серед модельних родів виділено два типи ареалів: перший – європейський (роди *Acerentomon* і *Acerentulus*), другий – берингійський (роди *Nipponetomon* і *Tuxenentulus*). Детальна ревізія морфологічних характеристик у родах *Acerentulus*, *Acerentomon*, *Nipponetomon* і *Tuxenentulus* дозволила створити ключі для визначення видів та описати п'ять нових видів. Отримані результати дали підставу оцінити вагомість морфологічних ознак на рівні родів і видів, проаналізувати філогенетичні зв'язки досліджених таксонів. Проведені дослідження дозволять удосконалити існуючу класифікаційну систему родини *Acerentomidae*.

1. Шрубович Ю.Ю. Таксономічне багатство та хорологічна структура фауни Protura України / Ю.Ю. Шрубович // Наук. вісник Ужгород. ун.-ту. Серія Біологія. – 2010. – Вип. 29. – С. 75-81.
2. Bu Y., Wu D., Shrubovych J., Yin W. New *Nipponetomon* species from northern Asia (Protura: Acerentomata, Nipponetomidae) / Y. Bu, D. Wu, J. Shrubovych, W. Yin // Zootaxa. – 2013. – 3636. – P. 525-546.
3. Shrubovych J. 2014. Identification and character analysis of the Acerentomidae (Protura) in the fauna of northeastern Palearctic Protura (Protura: Acerentomidae) / J. Shrubovych // Zootaxa. – 2014. – № 3755. – P. 136-164.
4. Shrubovych J., Bernard E. C. Review of *Tuxenentulus* and *Fjellbergella* species (Protura: Acerentomidae, Acerentominae) / J. Shrubovych, E. C. Bernard // Annals of the Entomological Society of America. – 2013. – Vol. 106, № 6. – P. 673-683.

5. Shrubovych J., Rusek J. *Sugaentulus andrzeji* sp. nov. from Siberia, Russia (Protura: Acerentomidae: Acerentominae) and key to Acerentominae genera / J. Shrubovych, J. Rusek // Zootaxa. – 2010. – № 2720. – P. 59-68.
6. Shrubovych J., Schneider C., D'Haese C. Description of a new species of *Acerentulus* Berlese, 1908 (Protura: Acerentomata: Acerentomidae) with its barcode sequence and a key to the *confinis* group / J. Shrubovych, C. Schneider, C. D'Haese // Annales de la Société Entomologique de France. – 2012. – Vol. 48, № 1-2. – P. 1-7.
7. Shrubovych J., Schneider C., D'Haese C. Revision of the genus *Andinentulus* (Protura: Acerentomidae: Berberentulinae) with a key to South and Central American Acerentomidae species / J. Shrubovych, C. Schneider, C. D'Haese // Annals of the Entomological Society of America. – 2014. – Vol. 107, № 3. – P. 567-574.
8. Shrubovych J., Schneider C., D'Haese C. Two new species of *Acerentulus* Berlese, 1908 (Protura: Acerentomata: Acerentomidae) with its barcode sequence and a key to the *cunhai* group / J. Shrubovych, C. Schneider, C. D'Haese // Annales de la Société Entomologique de France. – 2014. [in press]
9. Szeptycki A. Catalogue of the world Protura / A. Szeptycki // Acta zoologica cracoviensia. – 2007. – 50B. – P. 1-210.
10. Wu D.H., Yin W.Y. 2007. New records of the genera *Acerentulus* and *Brasilidia* (Protura : Acerentomidae) from China, with descriptions of two new species. / D.H. Wu, W.Y. Yin // Zootaxa. – 2007. – № 1561. – P. 53-61.

Державний природознавчий музей НАН України, м. Львів;
 Інститут систематики і еволюції тварин ПАН, м. Краків
 e-mail: shrubovych@gmail.com

Шрубович Ю.Е.

Таксономический и хорологический анализ некоторых родов протур семейства Acerentomidae

Проведен анализ представителей родов *Acerentulus*, *Tuxenentulus*, *Acerentomon* и *Nipponentomon*, которые относятся к трем подсемействам Berberentulinae, Acerentominae и Nipponentominae семейства Acerentomidae. Выделены две пары морфологически близких родов, которые четко разделены географически (европейский или берингийский ареалы распространения). Первая пара родов *Acerentulus* и *Tuxenentulus* характеризуется уменьшенным числом щетинок и рядом редукций в строении тела у рода *Tuxenentulus*. Другая пара родов, *Acerentomon* и *Nipponentomon*, демонстрирует увеличение количества щетинок и ряд других эволюционно более продвинутых морфологических признаков строения тела.

Ключевые слова: Protura, Acerentomidae, морфология, распространение.

Shrubovych J.

Taxonomical and chorological analysis of separate genera of Protura from family Acerentomidae

The genera *Acerentulus*, *Tuxenentulus*, *Acerentomon* and *Nipponentomon*, which belong to family Acerentomidae and to three subfamilies Berberentulinae, Acerentominae and Nipponentominae, were analyzed. Two pairs of morphologically similar genera are clearly defined geographically (they have European or Beringian areas of distributions). The first pair of genera, *Acerentulus* and *Tuxenentulus*, is characterized by decreasing number of body setae and reductions of some morphological structures in *Tuxenentulus*. Another pair of genera, *Acerentomon* and *Nipponentomon*, shows an increase of set of body setae and several other evolutionary more advanced morphological characters of the body structure.

Key words: Protura, Acerentomidae, morphology, distribution.