

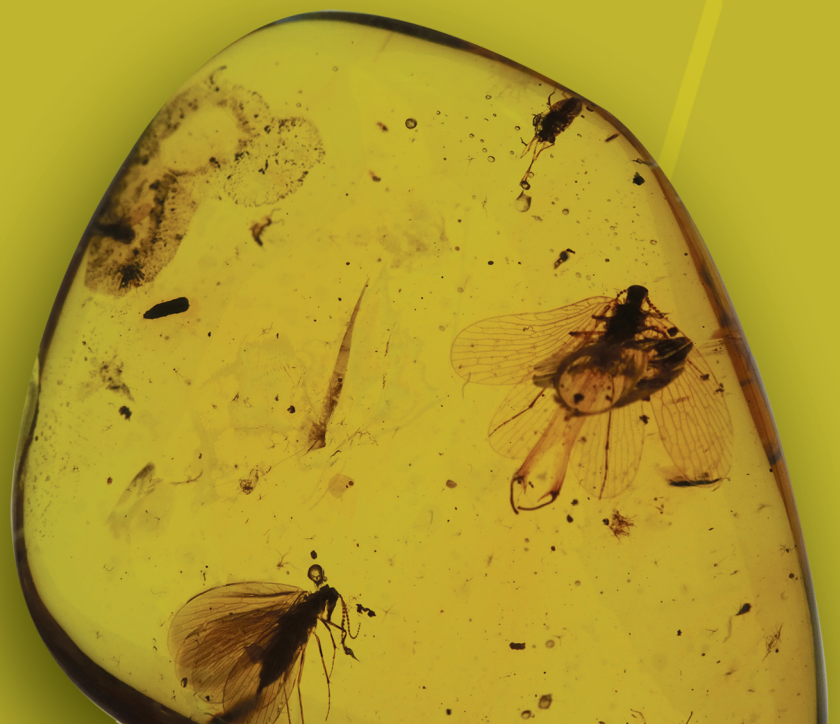


WYDZIAŁ BIOLOGII
i OCHRONY
ŚRODOWISKA
Uniwersytet Łódzki

ZAŁĄCZNIK 2
AUTOREFERAT

Systematyka oraz relacje filogenetyczne kopalnych i współczesnych wojsiłek (Insecta, Mecoptera)

dr Agnieszka Soszyńska-Maj
Łódź 2019



1. Imię i Nazwisko.

AGNIESZKA SOSZYŃSKA-MAJ

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.

2005 r. stopień naukowy doktora nauk biologicznych w zakresie biologii

Wydział Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Łódzkiego

Rozprawa doktorska, promotor: prof. dr hab. Stefan Myszkiwicz-Niesiołowski

pt. *Naśnieżne muchówki (Diptera) i wojsitki (Mecoptera) Wzniesień Łódzkich*

1999-2004 stacjonarne stadium doktoranckie Ekologii i ochrony środowiska

Uniwersytet Łódzki

1999 r. tytuł magistra biologii w zakresie biologii środowiskowej

Wydział Biologii i Ochrony Środowiska UŁ, Katedra Zoologii Bezkręgowców i Hydrobiologii, promotor: prof. dr hab. Stefan Myszkiwicz-Niesiołowski

pt. *Fauna naśnieżna Lasu Łagiewnickiego*

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych.

od X.2005 roku - adiunkt w Katedrze Zoologii Bezkręgowców i Hydrobiologii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Łódzkiego

od X.2004 roku - biolog i specjalista biolog w grupie pracowników naukowo-technicznych w Katedrze Zoologii Bezkręgowców i Hydrobiologii, WBiOŚ UŁ – cały etat

od XI.2001 roku - biolog w grupie pracowników naukowo-technicznych w Katedrze Zoologii Bezkręgowców i Hydrobiologii, WBiOŚ UŁ – ½ etatu

Dłuższe przerwy w pracy naukowej:

styczeń 2008 – wrzesień 2008 – zwolnienie lekarskie (8 miesięcy)

wrzesień 2008 – styczeń 2009 – urlop macierzyński (4 miesiące)

październik 2010 – luty 2010 – urlop wychowawczy (5 miesięcy)

październik 2013 – luty 2014 – urlop zdrowotny (5 miesięcy)

AUTOREFERAT

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.):

a) Tytuł osiągnięcia naukowego:

Systematyka oraz relacje filogenetyczne kopalnych i współczesnych wojsówek (Insecta, Mecoptera)

b) Wykaz prac stanowiących osiągnięcie habilitacyjne:

* autor korespondencyjny

- I. Krzemiński W., **Soszyńska-Maj A.*** 2012. A new genus and species of scorpionfly (Mecoptera) from Baltic amber, with an unusually developed postnotal organ. *Systematic Entomology* 37: 223-228.
- II. **Soszyńska-Maj A.***, Krzemiński W. 2013. Family Panorpididae (Insecta, Mecoptera) from Baltic amber (upper Eocene): new species, redescription and palaeogeographic remarks of relict scorpionflies. *Zootaxa* 3636 (3): 489-499.
- III. **Soszyńska-Maj A.***, Krzemiński W. 2015. New representative of the family Panorpididae (Insecta, Mecoptera) from Eocene Baltic Amber with a key to fossil species of genus *Panorpodes*. *Palaeontologia Electronica* 18.2.33A: 1-7.
- IV. **Soszyńska-Maj A.***, Krzemiński W., Kopeć K., Coram R. 2016. Phylogenetic relationships within the relict family Eomeropidae (Insecta, Mecoptera) based on the oldest fossil from the Early Jurassic (Sinemurian) of Dorset, southern England. *Journal of Systematic Palaeontology* 14(12): 1025-1031.
- V. **Soszyńska-Maj A.***, Kopeć K., Müller P., Gröhn C., Krzemiński W. 2017. Cretaceous inclusions in Burmese amber throw a new light on the evolution of the Meropeidae (Mecoptera). *Cretaceous Research* 79: 191-198.
- VI. **Soszyńska-Maj A.***, Krzemiński W., Kopeć K., Cao Y., Ren D. 2018. Large Jurassic scorpionflies belonging to a new subfamily of the family Orthophlebiidae (Mecoptera). *Annales Zoologici* 68(1): 85-92.
- VII. **Soszyńska-Maj A.***, Krzemiński W., Kopeć K., Cao Y., Ren D. 2019. New Middle Jurassic fossils shed light on the relationship of Recent Panorpoidea (Insecta, Mecoptera). *Historical Biology* doi.org/10.1080/08912963.2018.1564747.

c) Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Wojsiłki (Mecoptera) jako grupa reliktowa

Współczesna fauna wojsiłek (Mecoptera) liczy obecnie w skali świata około 700 gatunków zgrupowanych w dziewięciu rodzinach, będąc **zaledwie skromną pozostałością grupy, mającej długą i bogatą historię ewolucji**. W grupie Holometabola owady te zajmują szczególne miejsce, charakteryzują się bowiem dużym zestawem prymitywnych cech budowy (Grimaldi i Engel 2005), mało zróżnicowaną biologią, a zasięg niektórych rodzin, jak: Eomeropidae, Meropeidae i Panorpididae, jest skrajnie dysjunktywny (Soszyńska-Maj i Krzemiński 2013, Soszyńska-Maj i in. 2016, 2017).



Z permu znany jest ostatni wspólny przodek grupy Mecopteroidea, od którego wywodzą się dwie linie filogenetyczne: Aphiesmenoptera (Trichoptera i znacznie młodsze Lepidoptera) oraz Antliophora (Diptera, Mecoptera i Siphonaptera) (Willmann 1989, Grimaldi i Engel 2005). Z materiałów kopalnych opisanych jest już ponad 30 rodzin wojsiłek (Mitchell 2018), a dzięki nowym znaleziskom liczba ta wciąż rośnie. Analizując dynamikę zmian w faunie Mecoptera od najstarszych skamieniałości w permie można prześledzić stopniowe zwiększanie się ich różnorodności. **W mezozoiku wojsiłki były grupą owadów o kluczowym udziale i znaczeniu w entomofaunie (Novokshonov 2002)**. W jurze (~200-150 mln lat temu), wojsiłki przeżyły swój szczytowy okres radiacji (Novokshonov 2002, Grimaldi i Engel 2005). Jednakże rozpad superkontynentu Pangei na Laurazję i Gondwanę w dolnej jurze (ok. 190 mln lat temu), a w dolnej kredzie izolacja przestrzenna na skutek wędrówki kontynentów i powiązane z tym zmiany klimatu oraz środowiska przyrodniczego były impulsem do gwałtownej przebudowy fauny i radiacji innych grup jak muchówki, kosztem malejącej różnorodności Mecoptera. Kluczowym motorem tej przemiany był rozwój roślin kwiatowych od dolnej kredy, co umożliwiło dostęp do nieznanych wcześniej źródeł pokarmu, ale także spowodowało głębokie przemiany w środowisku, np. eutrofizację gleby i wód (Grimaldi i Engel 2005). Dowody kopalne wskazują, że przedstawiciele kilku rodzin Mecoptera z wydłużonym ryjkiem (m.in. Pseudopolycentropodidae) mogli być pierwszymi zapylaczami roślin nagonasiennych (Gymnospermae) (Ren i in. 2009), jednakże wraz ze zmianą środowiska w kredzie i eksplozją roślin okrytozalążkowych (Angiospermae) wojsiłki ustąpiły miejsca motylom i muchówkom. Od kredy rozpoczęło się stopniowe wymieranie Mecoptera i większość żyjących wówczas rodzin wymarła, a ich znaczenie w ekosystemach drastycznie zmalało. Tak malejąca różnorodność na osi czasu nie charakteryzuje żadnego innego rzędu owadów z grupy Holometabola (Grimaldi i Engel 2005). **Wojsiłki uznawane są więc za grupę wymierającą i reliktową, a ich znaczenie w ewolucji grupy Antliophora czyni je wręcz modelowym obiektem do badań paleoentomologicznych i filogenetycznych.**

Uzasadnienie podjęcia tematu badań

Moja pierwsza styczność z inkluzjami wojsiłek w bursztynie bałtyckim miała miejsce w 2010 roku. Wówczas znane były wyłącznie gatunki z eoceńskiego bursztynu pochodzące ze starszych opisów Hageny (1856) i Carpentera (1954, 1955, 1976), jedynie rodzina Bittacidae była przedmiotem nowszego opracowania (Krzemiński 2007). Wiedzioną ciekawością podjęłam się opracowania nowych materiałów Panorpidae i Panorpididae z dostępnych kolekcji bursztynu bałtyckiego, które w efekcie rzuciły więcej światła na różnorodność i dawne rozmieszczenie tych wojsiłek (Krzemiński i Soszyńska-Maj, 2012; Soszyńska-Maj i Krzemiński, 2013, 2015). Eoceńskie wojsiłki pochodzą jednak sprzed 40-50 mln lat, czyli z okresu, kiedy fauna była już zbliżona do współczesnej. Dlatego moje zainteresowania w naturalny sposób skierowałam

AUTOREFERAT

na starsze materiały, aby prześledzić radiację i ewolucję tych współcześnie występujących rodzin wojsiłek. Zgodnie z istniejącym wówczas stanem wiedzy, grupą wyjściową dla współcześnie najliczniejszej rodziny wojsiłowatych była polifiletyczna rodzina Orthophlebiidae (Willmann 1987, 1989, Novokshonov 2002, Grimaldi i Engel 2005), uznawana za duży problem w systematyce kopalnych Mecoptera. Orthophlebiidae dotychczas stanowiły bowiem swego rodzaju „śmietnik taksonomiczny”, do którego kolejni badacze wrzucali większość opisywanych gatunków, przypominających ogólnym schematem użytkowania wojsiłki z nadrodziny Panorpomorpha. Ponieważ większość wojsiłek z tej grupy opisywanych było na początku XX wieku i niemal wyłącznie w oparciu o odciski pojedynczych skrzydeł w skałach osadowych, istniejące w literaturze opisy i rysunki były skromnymi i często niedokładnymi, a wręcz błędnie odtworzonymi, dowodami na kolejne etapy ewolucji tej grupy owadów. Wyczerpującą dyskusję dotyczącą historii badań taksonomicznych nad Orthophlebiidae przedstawiłam w pracy Soszyńska-Maj i in. (2017). Synteza i katalog taksonów Willmanna (1987, 1989) stworzyły podwaliny do badań taksonomicznych kopalnych wojsiłek, jednakże słaby sprzęt optyczny, którym posługiwano się do połowy XX w., mała liczba materiałów o różnym stanie zachowania odcisków, zależącym głównie od typu skały spowodowały, że prawidłowa rekonstrukcja całego użytkowania badanych taksonów była rzadkim przypadkiem. Rażąco błędy w opisach kopalnych wojsiłek napotkałam zwłaszcza w pracach Bode (1953) i Sukachevej (1985, 1990). Na podstawie analizy istniejących opracowań dostrzegłam wyraźnie zarysowujący się problem. Najślabszą stroną w systematyce kopalnych Mecoptera był do tej pory brak dodatkowych cech morfologicznych poza użytkowaniem, uniemożliwiających postawienie wyraźnych granic między poszczególnymi grupami i taksonami, w tej gałęzi drzewa filogenetycznego, które prowadziło do współczesnych Panorpomorpha. **Szczególnie zaskakujące było traktowanie przez kolejnych badaczy rodziny Orthophlebiidae jako grupy o niedefiniowalnych jasno granicach taksonomicznych, co skutkowało różnymi scenariuszami ewolucji tej grupy Mecoptera, umiejscawiając je w różnych miejscach drzewa filogenetycznego (Willmann 1989, Whiting 2002, Novokshonov 2002, Grimaldi i Engel 2005), bądź traktując ją zbiorczo z innymi taksonami, jako Panorpoidea sensu stricto (Ren i in. 2009).**

Równocześnie z początkami mojego zaangażowania w problematykę kopalnych wojsiłek w literaturze zaczęły pojawiać się pojedyncze prace bazujące na materiałach kopalnych z Chin. Był to **moment nagłego rozkwitu badań paleoentomologicznych dzięki pozyskiwanym na dużą skalę skamieniałościom z Daohugou village, Jiulongshan Formation w Mongolii Wewnętrznej (Chiny), ze stanowiska datowanego na przełom środkowej i górnej jury** (m.in. Ren i in. 2009, Qiao i in. 2012). W materiałach tych odkryto dziesiątki tysięcy często doskonale zachowanych (awers i rewers) odcisków kompletnych owadów, w tym szczególnie licznych w mezozoiku wojsiłek. Najładniejsze, największe i stosunkowo proste w identyfikacji taksony wojsiłek zostały szybko opisane w międzynarodowych czasopiśmie (np. Ren i in. 2009, Quio i in. 2012, Petrulevicius i Ren 2012). W 2013 roku pod kierownictwem Profesora Wiesława Krzemińskiego z ISEZ PAN w Krakowie weszłam w ścisłą współpracę z Profesorem Dongiem Renem, kierownikiem laboratorium owadów kopalnych w Pekinie, który udostępnił mi tę nieocenioną kolekcję do badań. **Zaledwie kilka lat później drugim punktem zwrotnym w badaniach kopalnych wojsiłek był gwałtowny „pojaw” na międzynarodowym rynku inkluzji w kredowym bursztynie birmańskim (birmite) datowanym na ~99 mln lat.** Wydobywany w Birnie bursztyn transportowany jest do Chin, skąd wyprzedaje się go głównie w celach kolekcjonerskich na cały świat. Obfituje on w inkluzje, również wojsiłek, dzięki którym możliwe jest poznanie szczegółowej morfologii owadów zachowanych trójwymiarowo niemal 100 mln lat temu. Nawiązane kontakty międzynarodowe umożliwiły mi dostęp również do tych kredowych inkluzji Mecoptera. Nowe materiały z jury Daohugou oraz kredowe inkluzje w birmicie stworzyły szansę na stworzenie bardziej wiarygodnego systemu klasyfikacji kopalnych wojsiłek, opartego na większej liczbie cech morfologicznych. W moich badaniach postanowiłam skupić się na morfologii niejasnej rodziny Orthophlebiidae oraz systematyce

i relacjach filogenetycznych Mecoptera zaliczanych do grupy Panorpomorpha *sensu* Willmann, 1989 z zapisu kopalnego i znanych współcześnie (Panorpidae, Panorpididae i Eomeropidae). Sformułowałam następujące cele badań:

- CEL nr 1** Panorpomorpha w eoceńskim bursztynie bałtyckim, systematyka kopalnych Panorpida i Panorpididae, analiza morfologiczna organu notalnego i jego znaczenia w systematyce grupy.
publikacje I-III (punkt 4b)
- CEL nr 2** Relacje filogenetyczne reliktovej rodziny Eomeropidae w oparciu o nowe materiały z wczesno jurajskiego stanowiska Dorset w Anglii.
publikacja IV (punkt 4b)
- CEL nr 3** Taksonomia i filogeneza reliktovej rodziny Meropeidae w oparciu o nowe materiały z kredowego bursztynu birmańskiego.
publikacja V (punkt 4b)
- CEL nr 4** Weryfikacja teorii dotyczącej relacji filogenetycznych współczesnych przedstawicieli Panorpomorpha, dzięki zdefiniowaniu granic taksonomicznych problematycznej rodziny Orthophlebiidae w oparciu o istniejące typy opisowe oraz jurajską kolekcję z formacji Daohugou w Chinach.
publikacje VI-VII (punkt 4b)

Materiał i metody

Opracowałam następujące materiały kopalnych wojsitek:

- **kolekcje w bursztynie bałtyckim** z Muzeum Przyrodniczego Instytutu Systematyki i Ewolucji Zwierząt PAN w Krakowie, Museum of Comparative Zoology na Uniwersytecie w Harvardzie oraz Christel i Hansa Hoffeins w Senckenberg Deutches Entomologisches Institute w Münchenberg w Niemczech;
- **dostępne typy opisowe Mecoptera z rodziny Orthophlebiidae** z kolekcji: Tillyarda z 1933 roku i Rieka z 1950-55 w Natural History Museum w Londynie; Handlirscha z lat 1906-08 oraz Bode z 1953 roku zdeponowane głównie w Institute of Geography and Geology na Ernst-Moritz-Arndt-Universität w Greifswaldzie, jak również pojedyncze typy opisowe ww. niemieckich badaczy rozsiane w: Geoscience Museum w Göttingen, Roemer- und Pelizaeus-Museum w Hildesheim oraz Technische Universität w Clausthal-Zellerfeld; rosyjskich paleoentomologów w Instytucie Paleontologii Rosyjskiej Akademii Nauk w Moskwie (m.in. Martynova 1925-1927, Martynovej 1948-1956, Sukachevej 1985-1990, Novokshonowa 1993-2003; chińskie typy opisowe w Capital Normal University w Pekinie. Niektóre holotypy Orthophlebiidae z niemieckich kolekcji uznałam za zaginione. Pojedyncze typy opisowe Orthophlebiidae w Rosji zostały zniszczone w wyniku niewłaściwej konserwacji po pokryciu ich prawdopodobnie balsamem kanadyjskim. Nie udało mi się również zrewidować większości starszych chińskich typów opisowych, m.in. Honga z lat 1983-2004 ponieważ najprawdopodobniej zaginęły podczas liczych przenosin kolekcji owadów kopalnych.
- **odciski Orthophlebiidae** z przetomu środkowej i górnej jury (Daohugou, Chiny) w CNU w Pekinie;
- **kolekcje odcisków wojsitek** dra Roberta Corama z dolnej jury z Lyme, w zachodnim Dorset w południowej Anglii oraz dra Jorga Ansorge z Iasiu Niemiec;
- Mecoptera **w bursztynie birmańskim** z kolekcji Patricka Müllera i Carstena Grohmana.

Finansowanie

Grant Narodowego Centrum Nauki pt. „*Pochodzenie i relacje filogenetyczne kopalnych i współczesnych Mecoptera*”, Kierownik Prof. dr hab. W. Krzemiński, 2013/09/B/NZ8/03270.

AUTOREFERAT

CEL nr 1 Panorpomorpha w eoceńskim bursztynie bałtyckim, systematyka kopalnych Panorpida i Panorpididae, analiza morfologiczna organu notalnego i jego znaczenia w systematyce grupy.

Wojsiżkowate (Panorpidae) to najliczniejsza współcześnie rodzina Mecoptera, charakteryzująca się złożonymi obyczajami godowymi. Są one związane z oferowaniem samicom tzw. prezentów ślubnych i mają one za zadanie zachęcenie samicy do wyboru samca, oferującego najlepszą zdobycz oraz przedłużenie kopulacji, która może trwać nawet kilka godzin. Przekłada się to na większy sukces rozrodczy, lepiej odżywione samice składają więcej jaj, a samiec uzyskuje większą szansę na przekazanie własnych genów. Wśród trzech strategii rozrodczych saprofagicznych Panorpidae, dwie z nich obejmują oferowanie prezentu. Samce składają samicy w darze znalezionej ofiarę, niekiedy odpędzając inne samce od ich zdobyczy, wykradając owady z sieci pajęczej (kleptoparazytyzm) lub też wydzielając obfitą porcję śliny z mocno rozwiniętych gruczołów ślinowych. W obu przypadkach samce emitują również feromony z gruczołów umiejscowionych w ich bulwie genitalnej, co w połączeniu ze specyficznymi ruchami odwłoka i skrzydeł zwraca uwagę samicy konkretnego gatunku (Byers 1973). W obu powyższych przypadkach podczas kopulacji wojsiżkowate przybierają tzw. „V” kształtną pozycję, którą uzyskują przez przytrzymanie skrzydeł samicy przez organ notalny na odwłoku samca (np. Thornhill i Sauer 1991). Trzecia strategia rozrodcza Panorpidae, która umożliwia samcom większą liczbę kopulacji, bez tracenia energii na szukanie „prezentu”, jest to tzw. kopulacja wymuszona, bez oferowania prezentu (Byers 1973, Wang i Hua 2013). Samce niektórych gatunków posiadają szczególnie dobrze rozwinięty organ notalny, którym mogą schwytać i unieruchomić skrzydła samicy, aby uniemożliwić jej ucieczkę podczas wymuszonej kopulacji. Organ ten powstał w odpowiedzi na tzw. konflikt płci, w wyniku którego samce nabywają cech ułatwiających im wymuszenie kopulacji wbrew woli samicy (Zhong i Hua 2013). Struktura ta jest zbudowana z dwóch wyrostków na tergitach III i IV segmentu odwłoka samca (Mickoleit 1971), między którymi znajdują się specjalne mięśnie, które przybliżają oba wyrostki do siebie (Thornhill i Sauer 1991). Organ ten podlega różnym modyfikacjom; od dwóch małych łukowato zagiętych wyrostków, którymi samiec blokuje żyłkę kostalną skrzydeł samicy jak obcęgi, po bardzo wydłużony wyrostek III tergitu, który przyciska skrzydła samicy od góry, przy jednoczesnym zredukowaniu wyrostka na IV terגיע (Krzemiński i Soszyńska-Maj 2012).



Opracowanie kolekcji wojsiżek z grupy Panorpomorpha zachowanych w eoceńskim bursztynie bałtyckim (~40-50 mln) umożliwiło mi **opisanie i dokładną analizę morfologiczną pierwszego organu notalnego u kopalnego przedstawiciela rodziny Panorpidae**. U eoceńskiego gatunku *Baltipanorpa damzeni* Krzemiński i Soszyńska-Maj, 2012 organ ten jest inaczej zbudowany niż u gatunków współczesnych. Składa się z dwóch bardzo wydłużonych wyrostków sięgających VIII segmentu odwłoka przypominających dziób bociana. Taki schemat budowy tego organu nie występuje u żadnych współcześnie znanych wojsiżek. Ponieważ wyrostek na IV segmencie *B. damzeni* jest nawet dłuższy niż wyrostek III tergitu, organ ten odstaje od odwłoka pod dużym kątem. Nietypowa budowa organu notalnego gatunku z bursztynu bałtyckiego, w połączeniu z cechami różnicującymi w użytkowaniu skrzydeł, jak i w morfologii głowy i odwłoka samca zostały uznane za cechy diagnostyczne wystarczające do ustanowienia nowego kopalnego rodzaju w ramach rodziny Panorpidae. Dotąd u kopalnych wojsiżek organ notalny opisywany był tylko u jednego ga-

tunku, przedstawiciela rodziny Orthophlebiidae z Karatau, *Orthophlebia heidemiae*, gdzie występuje w postaci dwóch bardzo małych wyrostków na wspomnianych wcześniej tergitach. Taka struktura spotykana jest wyłącznie w rodzinie Panorpidae, u relikтового gatunku z rodziny Eomeropidae (*Nothiothauma redii*) oraz jako szczątkowy organ u Panorpididae i kilku gatunków bezskrzydłych Boreidae (Penny 1975). **Obecność organu notalnego jest jedną z cech, o dużym znaczeniu dla systematyki i filogenezy Mecoptera. Dowody kopalne wskazują na pojawienie się tego organu u Mecoptera w mezozoiku w jurze i jest jedną z synapomorfii Panorpomorpha.**



Druga współcześnie występująca rodzina wojsitek z grupy Panorpomorpha to mała reliktoowa rodzina Panorpididae, skupiająca współcześnie 13 gatunków zgrupowanych w dwóch rodzajach: *Brachypanorpa* (5 gatunków) i *Panorpodes* (8 gatunków). Od Panorpididae, odróżnia je wyraźnie skrócone rostrum (silniejsza redukcja w rodzaju *Brachypanorpa*) oraz brak specjalizacji w budowie ostatnich trzech segmentów odwłoka samców (Issiki 1933). W połowie XIX Hagen opisał pierwszy kopalny gatunek z rodzaju

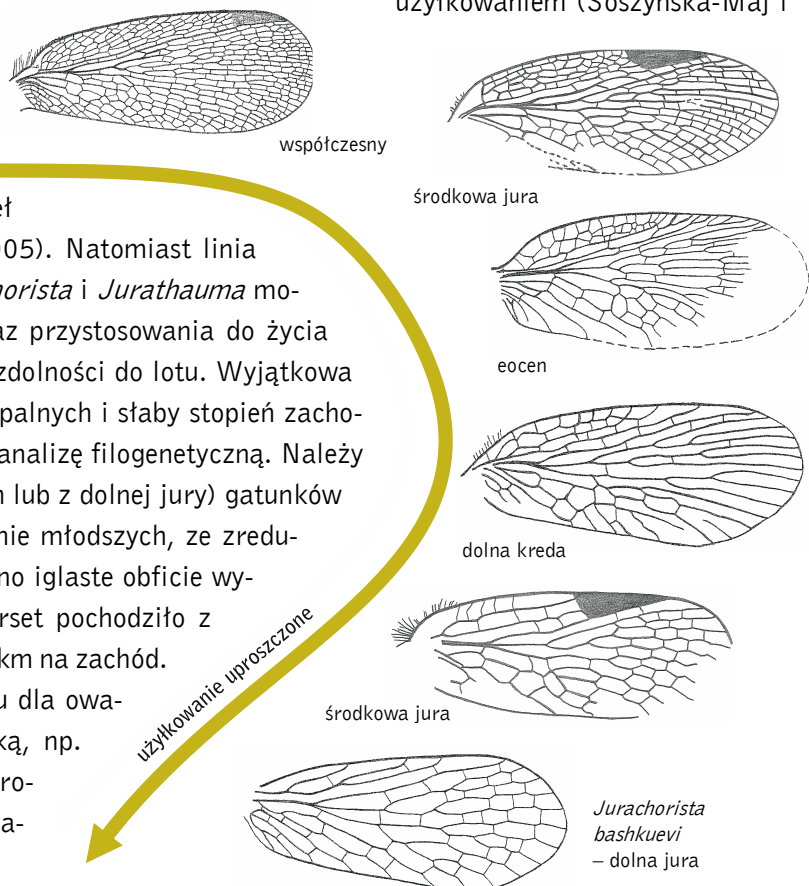
Panorpodes z bursztynu bałtyckiego, *P. brevicauda* Hagen, 1856. Dopiero sto lat później opisany został kolejny gatunek *P. hageni* Carpenter, 1954, choć opis Carpentera był niezwykle krótki i nie był poparty ilustracją taksonu. **Nowe materiały z przebadanych kolekcji pozwoliły mi na redeskrpcję gatunku *P. hageni*, opisanie aparatu kopulacyjnego pierwszej kopalnej samicy z rodzaju *Panorpodes* oraz na opisanie dwóch kolejnych gatunków z tego rodzaju: *P. wietschati* Soszyńska-Maj i Krzemiński 2013 oraz *P. gedanensis* Soszyńska-Maj i Krzemiński 2015, jak również na skonstruowanie klucza do kopalnych Panorpididae (Soszyńska-Maj i Krzemiński 2013, 2015).**

Współczesne reliktove i dysjunktywne rozmieszczenie Panorpididae (Pollman i in. 2008) jest konsekwencją istnienia Beringii, lądu łączącego Azję z zachodem Północnej Ameryki w paleogenie. Późniejsze wymieranie i specjacja allopatryczna tej grupy spowodowana była zlodowaceniami w plejstocenie (Pringle 2014). Pięć gatunków z rodzaju *Brachypanorpa* znanych jest tylko z południowo-wschodnich Appalachów i zachodniej części USA, podczas gdy siedmiu przedstawicieli rodzaju *Panorpodes* zamieszkuje Japonię, Koreę, Chiny i jeden USA (Soszyńska-Maj i Krzemiński 2013, 2015). Rodzina Panorpididae znana jest z zapisu kopalnego wyłącznie z eocenu, cztery gatunki z rodzaju *Panorpodes* z bursztynu bałtyckiego (40-50 mln lat), oraz jedyne go znanego obecnie przedstawiciela tej rodziny z półkuli południowej *Austropanorpodes gennaken* Petrulevičius, 2009 z dolnego eocenu Patagonii. Ponieważ rejon występowania bursztynu bałtyckiego obejmuje głównie basen Morza Bałtyckiego i Ukrainę, **stwierdzenie w materiałach kopalnych połowy z współcześnie znanych gatunków rodzaju *Panorpodes*, świadczy o dość pospolitym występowaniu i szerokim zasięgu tych wojsitek na terenie Europy w eocenie, co podkreśla obecną reliktowość omawianej rodziny.** Dla porównania proporcje znanych z bursztynu bałtyckiego gatunków do gatunków żyjących, dwóch współcześnie najliczniejszych rodzin wojsitek, Panorpididae i Bittacidae, to odpowiednio 0,8% i 4% (Soszyńska-Maj i Krzemiński 2015). **Brak dowodów kopalnych na występowanie Panorpididae i Panorpididae w mezozoiku zrodziło moje pytanie o pochodzenie i pokrewieństwo tych dwóch rodzin, które jak dotąd były traktowane jako taksony siostrzane (Willmann 1989).**

AUTOREFERAT

CEL nr 2 Relacje filogenetyczne reliktywnej rodziny Eomeropidae w oparciu o nowe materiały z wczesno jurajskiego stanowiska Dorset w Anglii.

Skrajnie reliktywna rodzina Eomeropidae reprezentowana jest współcześnie tylko przez jeden gatunek *Notiothauma reedi* MacLachlan, 1877 nazywany „żywą skamieniałością”, charakteryzuje go bowiem wiele plezjomorficznych cech morfologicznych, szczególnie na odwłoku (Crampton 1930). Wojsitka ta zamieszkuje wyłącznie wilgotne lasy strefy umiarkowanej ciepłej, tzw. lasy walwidyjskie, w zachodniej części Andów w Chile, gdzie żyje pod korą i w opadłych liściach buków południowych *Nothofagus* spp. (Archibald i in. 2005). Natomiast z materiałów kopalnych opisanych jest dziesięć gatunków Eomeropidae, choć ich odciski są niezwykle rzadkie. Cztery gatunki znane są z ze środkowej jury i dolnej kredy Chin. Kolejne sześć gatunków jest opisanych z paleogenu (66-23 mln) Kanady, USA i Syberii (pełne zestawienie literatury w Soszyńska-Maj i in. 2016). Ich dispersja ze wschodniej Azji do północnej Ameryki odbyła się prawdopodobnie przed eocenem, tak jak u Panorpididae przez Beringię (Archibald i in. 2005). **Ich znaczenie dla poznania systematyki i filogenezy grupy Panorpomorpha jest szczególnie istotne ze względu na posiadanie organu notalnego.** Opracowanie kolekcji wojsitek z dolnej jury z Lyme w zachodnim Dorset w południowej Anglii datowanym na około 196 mln z kolekcji dr Roberta **zaowocowało wykazaniem najstarszego znanego przedstawiciela rodziny Eomeropidae, wydłużając historię tej rodziny do dolnej jury i zmieniając pogląd na jej ewolucję i dawne rozmieszczenie.** Co ciekawe, opisany przeze mnie gatunek, *Jurachorista bashkuevi*, charakteryzuje się najbardziej uproszczonym użytkowaniem w całej tej rodzinie. **Okaz ten dał podstawy do skonstruowania drzewa filogenetycznego całej reliktywnej rodziny Eomeropidae. Wyniki tej analizy pozwoliły mi na wniosek, że Eomeropidae we wczesnej i środkowej jurze przeszły gwałtowną radiację w krótkim okresie historii Ziemi.** W jurze istniały dwie linie ewolucyjne Eomeropidae, jedna linia skupiała gatunki o uproszczonym użytkowaniu, a druga gatunki charakteryzujące się skomplikowanym użytkowaniem (Soszyńska-Maj i in. 2017). Druga z tych linii przetrwała do dziś, z reliktywnym gatunkiem *N. reedi*, u którego funkcja tak silnie użytkowanych skrzydeł jest adaptacją do zmniejszenia uszkodzeń błony skrzydeł przez liście czy korę (Archibald i in. 2005). Natomiast linia skupiająca dwa jurajskie rodzaje: *Jurachorista* i *Jurathauma* mogła wyewoluować gwałtownie, jako wyraz przystosowania do życia na bardziej odkrytych terenach i lepszej zdolności do lotu. Wyjątkowa rzadkość Eomeropidae w materiałach kopalnych i słaby stopień zachowania pozostałych części ciała utrudniła analizę filogenetyczną. Należy oczekiwać odkrycia starszych (triasowych lub z dolnej jury) gatunków o gęstszym użytkowaniu, jak i geologicznie młodszych, ze zredukowanym użytkowaniem. Dryfujące drewno iglaste obficie występujące w jurajskim depozytach w Dorset pochodziło z Cornubii, wyspy położonej wówczas ~50 km na zachód. Była to prawdopodobna droga transportu dla owadów związane z drewnem, korą i ściółką, np. skorków (Coram 2014), czy wojsitek z rodziny Eomeropidae, wnioskując po behaviorze współczesnego przedstawiciela tej grupy.



CEL nr 3 Taksonomia i filogeneza reliktywnej rodziny Meropeidae w oparciu o nowe materiały z kredowego bursztynu birmańskiego.

Rodzina Meropidae jest małą, reliktywną rodziną obejmującą sześć gatunków; trzy kopalne i trzy współczesne. Apomorfią tej rodziny wojsówek jest aparat kopulacyjny samców, przypominający cerci u skorków Dermaptera, stąd ich angielska nazwa earwigflies. Funkcją tych długich *gonostyli* samców, osiagających niemal długość całego ciała jest prawdopodobnie walka między samcami i chwytanie samicy przy kopulacji (Byers i Thornhill 1983). Rozmieszczenie tej rodziny jest mocno allopatryczne. Współcześnie Meropeidae są znane ze wschodniego USA, południowo zachodniej Australii i południowo-wschodniej Brazylii (Grimaldi i Engel 2013). Najstarszy przedstawiciel rodziny znany jest natomiast z odcisku skrzydła ze środkowej jury z Syberii (Novokshonov 1995). Dwa pozostałe gatunki kopalne zostały opisane z bursztynu birmańskiego ze środkowej kredy, choć jeden (*Burmomerope clara*) został opisany wyłącznie na podstawie samicy (Grimaldi i Engel 2013, Zhao i in. 2016). Inkluzje z bursztynu birmańskiego (dolny cenoman, 98.8 ± 0.62 Ma), do których uzyskałam dostęp w ramach współpracy z niemieckimi kolekcjonerami birmitu, pozwoliły mi na opisanie samca tego gatunku oraz uzupełnienie opisu gatunku o nowe, dodatkowe cechy. **Na podstawie nowych danych morfologicznych gatunków kopalnych uzupełniłam diagnozę rodziny o wiele ważnych cech i wykonałam analizę filogenetyczną rodziny Meropeidae, co uzasadniło podzielenie jej na trzy podrodziny zgodnie z trzema liniami ewolucyjnymi: Meropeinae, Boreomeropeinae i Burmomeropeinae.** Wcześniejsza uproszczona filogeneza, wykonana bez żadnego algorytmu obliczeniowego została zaproponowana przez Grimaldiego i Engela (2013). W wykonanej analizie filogenetycznej w programie TNT wzięłam pod uwagę różne grupy zewnętrzne, ponieważ pokrewieństwo tej rodziny nie jest jednoznacznie rozstrzygnięte. Wykorzystanie dodatkowych grup poskutkowało otrzymaniem alternatywnych scenariuszy rozdzielenia się trzech linii filogenetycznych Meropeidae w dolnej lub środkowej jurze. Kredowe Burmomeropeinae i współczesne Meropeinae różnią się od siebie znacznie długością rostrum, budową oczu, obecnością ocelli, kształtem flagellomerów, oszczecinieniem nóg i budową pazurków, co prawdopodobnie ma odzwierciedlenie w różnych strategiach życiowych Meropeinae i Burmomeropeinae (Soszyńska-Maj i in. 2017).

Strategie życiowe współczesnych Meropeidae i wcześniej omawianych Eomeropidae są bardzo podobne. Zajmują nisze współcześnie zajęte przez typowo naziemne rzędy owadów: karaczany (Blattodea) i skorki (Dermaptera). Obie te rodziny wojsówek są reliktywne, a ich różnorodność spadła podczas mezozoicznego wymierania. Nisza, którą zamieszkują, to prawdopodobnie jedyne środowisko, w którym mogły przetrwać ze względu na małą konkurencję. Budowa morfologiczna gatunków, które wymarły, m.in. rozmiar, obecność przyoczek, krótsze rostrum i uboższe użytkowanie Burmomeropeinae, może sugerować adaptację do otwartych przestrzeni, lepszego lotu i być może innej diety, czyli inną niszę ekologiczną, z której zostały wyparte na skutek intensywnej konkurencji (Soszyńska-Maj i in. 2017).



AUTOREFERAT

CEL nr 4 Weryfikacja teorii dotyczącej relacji filogenetycznych współczesnych przedstawicieli Panorpomorpha, dzięki zdefiniowaniu granic taksonomicznych problematycznej rodziny Orthophlebiidae, w oparciu o istniejące typy opisowe oraz jurajską kolekcję z formacji Daohugou w Chinach.

Przebadanie dostępnych typów opisowych rodziny Orthophlebiidae, obejmującej 119 gatunków kopalnych, a w szczególności redeskrpcja holotypów i dodatkowych okazów gatunku: *Mesopanorpa palmaris* Martynova, 1948, *Orthophlebia grandis* Martynov, 1927 oraz *Orthophlebia stigmosa* Qiao and Ren, 2012 umożliwiły wydzielenie w obrębie rodziny Orthophle-

biidae podrodziny Gigaphlebiinae Soszyńska-Maj i Krzemiński, 2018. Nowa podrodzina skupiała wojsitki o bardzo dużych wymiarach skrzydeł (powyżej 30 mm) oraz zdecydowanie większej liczbie żyłek w poszczególnych sektorach skrzydła, według wzoru w przednim skrzydle sektor radialny Rs-9 (wyjątkowo 8), sektor medialny M-6, a w tylnym skrzydle Rs-9 (wyjątkowo 8), sektor medialny M-5. Taki wzór



użytkowania jest charakterystyczny tylko dla czterech opisanych gatunków Orthophlebiidae: *Gigaphlebia grandis*, *G. palmaris*, *G. riccardii* i *Longiphlebia stigmosa*, pierwotnie zaliczonych do rodzajów *Orthophlebia* i *Mesopanorpa* (Martynov, 1927; Martynova, 1948; Hong i Zhang, 2007; Petrulevičius i Ren 2012; Qiao i in. 2012). **Nowe dane kopalne pozwoliły mi na weryfikację i odrzucenie hipotezy Willmanna (1989) i Novokshonova (1997), którzy sugerowali, że zwiększenie powierzchni skrzydeł skutkuje multiplikacją użytkowania.** Część opisanych jurajskich gatunków z Karatau *O. elenae* i *O. heidemariae* (Willmann i Novokshonov 1998) oraz *O. nervulosa* z Chin (Qiao et al. 2012), jak również nowe materiały z kolekcji CNU, których skrzydła są równie duże jak przedstawicieli Gigaphlebiinae, nie mają większej liczby żyłek podłużnych i charakteryzuje je użytkowanie przypominające wszystkie inne gatunki rodzaju *Orthophlebia*.

W środkowej jurze przedstawiciele Orthophlebiidae należeli do najliczniejszych taksonów ówczesnej entomofauny. W latach 2015-18 w kolekcji paleontologicznej w Collage of Life Sciences w Pekinie podczas trzech wyjazdów badawczych wraz z zespołem opracowywałam jurajską kolekcję wojsitek z rodziny Orthophlebiidae z Jiulongshan Formation w Daohugou village, Inner Mongolia w Chinach, która obejmuje tysiące osobników w różnym stopniu zachowania. **W moich badaniach skupiłam się na odnalezieniu i odtworzeniu jak największej liczby dodatkowych cech morfologicznych, poza użytkowaniem, kluczowych dla stworzenia bardziej precyzyjnych ram taksonomicznych rodziny Orthophlebiidae**, m.in. morfologii głowy, odnóży, odwłoka, budowie aparatów kopulacyjnych samca i samicy. Poza dwoma gatunkami z Daughugo *Gigaphlebia ricarii* i *Orthophlebia stigmosa* (Petrulevičius i Ren 2012, Qiao i in. 2012) oraz gatunkiem *O. heidemariae* (Willmann i Novokshonov 1998), nie istniały wcześniej w literaturze żadne informacje dotyczące morfologii przedstawicieli tej rodziny. Analiza morfologiczna odwłoka na podstawie setek przebadanych osobników umożliwiła zrewidowanie pozycji systematycznej tej rodziny i relacji między należącymi do niej rodzajami. Wykazałam, że zwężenie, wydłużenie trzech ostatnich (VI-VIII) segmentów odwłoka samców jest charakterystyczne dla dwóch rodzajów z rodziny Orthophlebiidae: *Orthophlebia* i *Gigaphlebia* (Soszyńska-Maj i in 2018). Trzeci opisany przez mnie monotypowy rodzaj *Juraphlebia* Soszyńska-Maj i Krzemiński, 2019 charakteryzuje zwężenie i wydłużenie tylko VIII segmentu. W przypadku wszystkich tych trzech rodzajów tergity i sternity VI-VIII segmentów są zlane, a błona pleuralna uległa

zanikowi. Taka konstrukcja odwłoka nadaje odwłokowi samców typowy wygląd kojarzący się z opistosomą skorpiona. Natomiast rodzaj *Protorthophlebia*, znany był do tej pory wyłącznie z odcisków skrzydeł. Moje badania dowiodły, że charakteryzuje się on plezjomorficzną, wobec pozostałych Orthophlebiidae, budową segmentów odwłoka, które są szersze niż dłuższe, choć tergity i sternity są złane. Rostrum przedstawicieli rodzaju *Protorthophlebia* jest wyraźnie krótsze niż u pozostałych rodzajów, skrzydła są zwykle o wiele mniejsze, bardziej owalne w kształcie, a żyłek w sektorze radialnym jest zawsze pięć. Powyższe cechy budowy uzasadniły **ustanowienie osobnej rodziny Protorthophlebiidae z rodzajem typowym *Protorthophlebia*, który został wydzielony z Orthophlebiidae**. Przeprowadziłam rewizję holotypu *Protorthophlebia latipennis*, gatunku typowego dla rodzaju, z dolnego liasu, który stał się gatunkiem typowym dla nowo opisanego rodzaju (Soszyńska-Maj i in. 2019).

Wydłużone ostatnie segmenty odwłoka są typowe wyłącznie dla przedstawicieli współczesnych i kopalnych przedstawicieli rodziny Panorpidae, wymarłej rodziny Holcorpidae (Wang i in. 2013) oraz Orthophlebiidae *sensu* Soszyńska-Maj i in. 2019. Różnice w długości segmentów pregenitalnych pomiędzy rodzajami Orthophlebiidae są porównywalne do tych między poszczególnymi rodzajami Panorpidae (Hu i in. 2015). Natomiast nowe cechy diagnostyczne rodzaju *Protorthophlebia*, wskazują na duże podobieństwo do rodzaju *Panorpodes* (Panorpididae). Holotyp kopalnego gatunku *Protorthophlebia punctata* Soszyńska-Maj i Krzemiński, 2018 z podwiniętą bulwą genitalną leżącą na tergitach VI–VIII segmentów odwłoka niemal zupełnie przypomina habitus *Panorpodes* spp. Wszystkie współczesne gatunki z rodziny Panorpididae, jak i kopalne gatunki z rodzaju *Panorpodes*, charakteryzują się podobną budową odwłoka i skróconym rostrum (Tan i Hua 2008). Jednakże, cechy użytkowania rodzaju *Protorthophlebia* oraz apomorfia w postaci złania się tergitów i sternitów ostatnich trzech segmentów odwłoka samca uniemożliwiają zaliczenie tego rodzaju do rodziny Panorpididae. Prowadzi to do konkluzji, że wymarłe Protorthophlebiidae były bardziej apomorficzne niż współczesne reliktywne Panorpididae.

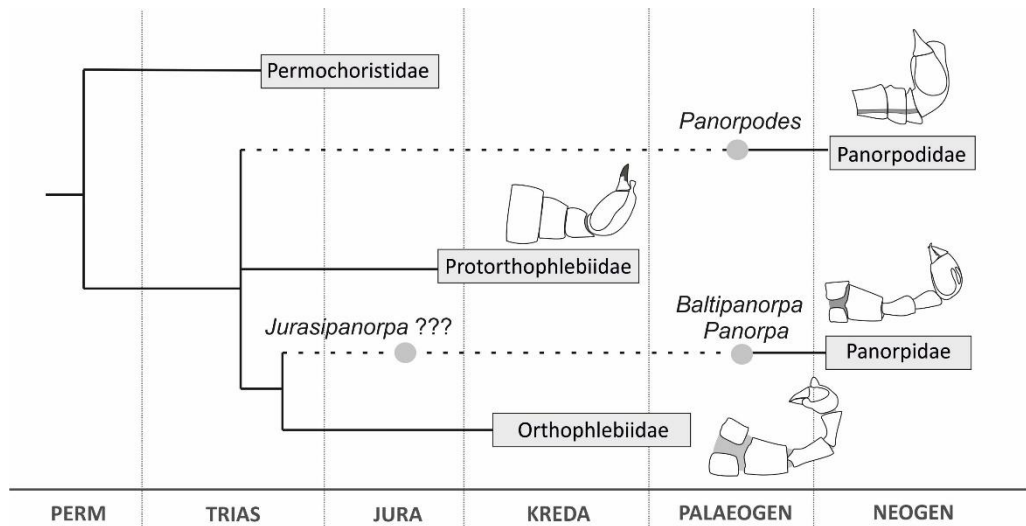


Po przeprowadzonych rewizjach w obrębie rodziny Orthophlebiidae najstarszym przedstawicielem tego taksonu, po wyłączeniu rodzaju *Protorthophlebia* oraz przeniesieniu triasowego gatunku *Worcestobia haradai* (Ueda 1991) do Worcestobiidae (Soszyńska-Maj i in. 2018) jest *Orthophlebia liassica* (Mantell, 1844) z retynianu (górnny trias) Wielkiej Brytanii, datowanego na około 204 mln (Cohen i in. 2013) oraz część gatunków z rodzaju *Neoparachorista* ze środkowego triasu Australii, które są datowane na 240 mln (Riek 1954, 1955). Najstarsi przedstawiciele Protorthophlebiidae są opisani ze środkowego triasu Chin (Hong 2009, Hong i in. 2002). Choć najstarszy przedstawiciel współczesnych Panorpidae, *Jurassipanorpa impunctata* Ding, Shih & Ren, 2014, jest opisany ze środkowej jury Chin (Ding *et al.* 2014), to wstępna rewizja tego holotypu, jak i nowe materiały obejmujące kompletne osobniki, wskazują na błędne przyporządkowanie tego taksonu do Panorpidae (Soszyńska-Maj i in. w przygotowaniu). Dlatego kopalni przedstawiciele współczesnej rodziny Panorpidae obecnie znani są wyłącznie z paleogenu, z inkluzji w eoceńskim bursztynie bałtyckim (Carpenter 1954, Krzemiński & Soszyńska-Maj 2012) oraz z odcisków z oligocenu (Willmann 1978). Natomiast najbardziej plezjomorficzna rodzina Panorpididae wśród Panorpomorpha znana jest z opisów kopalnych jedynie z inkluzji w eoceńskim bursztynie bałtyckim (Hagen 1856; Carpenter 1954; Soszyńska-Maj & Krzemiński 2013, 2015).

AUTOREFERAT

Efekty

W oparciu o nowe i liczne materiały kopalne, wyznaczyłam dodatkowe, prócz użytkowania, cechy morfologiczne, które znacząco wpłynęły na dotychczasową systematykę Mecoptera. Poznanie morfologii odwłoka kopalnych



rodzajów Orthophlebiidae i Protorthophlebiidae umożliwiło zrewidowanie dotychczasowych poglądów na relacje filogenetycznych wewnątrz żyjących przedstawicieli nadrodziny Panorpoidea. **Moje badania wskazują, że dwie blisko spokrewnione rodziny Panorpidae i Panorpididae nie są taksonami siostrzanymi, mającymi wspólnego przodka w górnej jurze**, co sugerowali Penny (1975), Mickoleit (1978) i Willman (1989), a pogląd ten z pewnymi modyfikacjami podzielał również Grimaldi i Engel (2005). Już wiele lat temu badania molekularne wojsitek (Whiting 2002, Pollmann i in. 2008) poddawały pod wątpliwość to twierdzenie. **Wstępna analiza filogenetyczna wskazuje, że Panorpidae i Panorpididae należą do oddzielnych, starszych linii filogenetycznych i nie mają bezpośredniego wspólnego przodka (Soszyńska-Maj i in. 2019)**. W oparciu o wyniki przeprowadzonych badań należy podkreślić, że reliktowa rodzina Panorpididae jest najbardziej plezjomorficzną grupą wojsitek w obrębie Panorpomorpha.

Plany badawcze

Materiały z Daohugou oraz unikatowe inkluzje w hiszpański i birmański bursztynie kredowym, w których posiadanie weszłam w ostatnich kilku latach wskazują na dużo większe zróżnicowanie taksonomiczne nadrodziny Panorpoidea niż dotychczas sądzono. Badania te znacząco wpłyną na teorię Archibalda i in. (2013) o eoceńskiej radiacji tej grupy. Obecnie na różnym etapie przygotowań mam prace dotyczące m.in. najstarszej znanej na świecie wojsitki w kredowym bursztynie hiszpańskim, jaki i wojsitki z nadrodziny Panorpoidea z bursztynu birmańskiego, w tym również posiadające najstarszy zachowany w bursztynie organ notalny. Przedmiotem mojej obecnej pracy badawczej jest również analiza morfologiczna, rewizja systematyczna oraz filogenetyczna kopalnej rodziny Pseudopolycentropodidae, jedynych wojsitek charakteryzujących się konwergencją z muchówkami dugoczułkami (Diptera, Nematocera) wyrażoną w redukcji drugiej pary skrzydeł, kłująco-ssącym aparatem gębowym i komarokształtnym pokrojem ciała. W oparciu o zgromadzone dowody kopalne przygotowuję również rewizję najstarszej opisanej wojsitki z rodziny Panorpidae oraz obszerną pracę systematyczną dotyczącą rodziny Muchoridae, dotychczas znanej z jednego odcisku skrzydła. Wykonane w ostatnich latach rewizje typów opisowych przedstawicieli rodziny Orthophlebiidae są również przedmiotem dalszych analiz i poszczególne ich aspekty są przygotowywane do druku. Dzięki nawiązanej współpracy ze wszystkimi ośrodkami, kolekcjonerami i paleontologami, które są w posiadaniu materiałów kopalnych Mecoptera z badanej grupy oraz ze względu na fakt, że jestem obecnie jedną z trzech specjalistów na świecie aktywnie publikujących w temacie kopalnych wojsitek planuję kontynuację pracy nad systematyką i ewolucją tej grupy owadów. W najbliższym czasie wyjeżdżam na miesięczny staż do CNU w Pekinie gdzie będę miała okazję na dłuższą pracę z kolekcją kopalnych wojsitek. W bliskiej perspektywie planuję wykorzystanie nowych narzędzi, jak geometria morfometryczna, której właśnie się uczę.

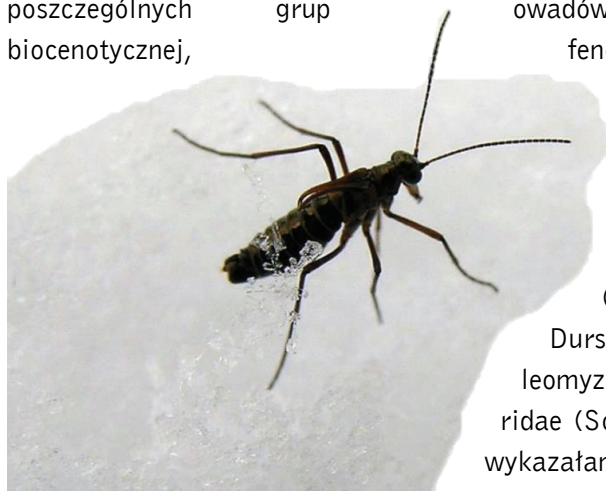
Powyżej schemat relacji filogenetycznych w obrębie Panorpomorpha, obok *Boreus hiemalis*.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo - badawczych.

Literatura do punktu 5 – Załącznik 3 dokumentacji habilitacyjnej

Fauna naśnieżna

Wychowałam się w rodzinie przyrodników, co wywarło nieodwracalny wpływ na moją przyrodniczą wrażliwość oraz ukierunkowało moje zainteresowania na entomologię. Już na etapie szkoły podstawowej wyróżniałam się wśród rówieśników zamiłowaniem do owadów. Zostałam laureatką konkursu biologicznego realizując pracę badawczą na temat wpływu warunków środowiskowych na aktywność strydulacyjną podkrzewina szarego *Pholidoptera griseoptera* (Orthoptera, Tettigoniidae). W 1994 roku rozpoczęłam studia biologiczne na Uniwersytecie Łódzkim, gdzie pod opieką Prof. dr hab. Stefana Niesiołowskiego badałam naśnieżną aktywność bezkręgowców. W 1999 roku obroniłam pracę magisterską na temat „Fauny naśnieżnej Lasu Łagiewnickiego”, wykazując najdłuższą listę bezkręgowców aktywnych na śniegu, wraz z danym środowiskowymi, która kiedykolwiek została opublikowana. W tym samym roku otrzymałam stypendium i kontynuowałam naukę na Stacjonarnym Studium Doktoranckim Ekologii i Ochrony Środowiska UŁ, gdzie w latach 1999-2004 realizowałam pracę doktorską, nawiązującą tematyką do moich zainteresowań z okresu studiów. W ramach badań terenowych prowadzonych w tamtych latach skupiłam się na wpływie warunków atmosferycznych, strukturze biocenotycznej i dynamice zimowej aktywności dwóch dominujących na śniegu rzędów owadów z grupy Antliophora: wojsitek i muchówek, na tle aktywności pozostałych stawonogów. Prowadzone badania wzbogaciłam o nowe metody pozyskiwania materiału, m.in. pułapki podśnieżne, oraz żółte miski i poszerzyłam teren moich badań. Próby ze śniegu zbierałam w różnych siedliskach i całym okresie fenologicznym od jesieni do wiosny, we wszystkich warunkach atmosferycznych. Na wspomniane badania pozyskałam grant młodego badacza KBN nr 6 P04F 060 19. Na etapie realizacji pracy doktorskiej napisałam pierwsze prace z listy JCR dotyczące badanej tematyki (Soszyńska i Durska 2002, Soszyńska 2004). Prowadzone przez mnie badania i opublikowane wyniki były pierwszymi prowadzonymi metodycznie badaniami fauny zimą aktywnej i naśnieżnej. Obroniona w 2005 roku praca doktorska na temat „Naśnieżnych muchówek i wojsitek Wzniesień Łódzkich” stała się tylko punktem wyjścia do realizacji kolejnych planów badawczych z zakresu entomologii naśnieżnej. Rejon moich zainteresowań rozszerzyłam na tereny górskie, Tatr i Beskidu Sądeckiego, a zakresem moich badań objęłam więcej grup owadów i pajęczaków, które już wcześniej zaczęłam opracowywać we współpracy z licznymi specjalistami od różnych grup: m.in. chrząszczy, kilkunastu rodzin muchówek, skoczogonków, widelnic, błonkówek, a nawet pająków i kosarzy. Ogrom pracy terenowej prowadzonej około 15 lat zaowocował reprezentatywnym materiałem, który w części został opublikowany, w postaci monograficznych opracowań naśnieżnej i zimowej aktywności poszczególnych grup owadów, z uwzględnieniem różnorodności, struktury biocenotycznej,



fenologii oraz związku z czynnikami atmosferycznymi m.in. Coleoptera, Carabidae (Jaskuła i Soszyńska-Maj 2011) i Staphylinidae (Soszyńska-Maj i Melke 2004), Lepidoptera (Soszyńska-Maj i Buszko 2011, Hikisz i Soszyńska-Maj 2015), Dermaptera (Jaskuła i in. 2011, Soszyńska-Maj i Jakuła 2013), Diptera, Tephritidae (Soszyńska-Maj i Klasa, 2009), Phoridae (Soszyńska i Durska 2002), Chironomidae (Soszyńska-Maj i in. 2015), Heleomyzidae (Soszyńska-Maj i Woźnica 2012, 2016) i Trichoceridae (Soszyńska-Maj i in. złożone do druku). W wyniku badań wykazałam przystosowania morfologiczne zimowych populacji

AUTOREFERAT

dwóch gatunków muchówek *Triphleba trinervis* (Phoridae) oraz *Diamesa starmachi* (Chironomidae) do aktywności na śniegu (Soszyńska i Durska 2002, Giłka i in. 2013). Korzystając z narzędzi statystycznej analizy danych wykazałam korelację poszczególnych czynników atmosferycznych z naśnieżną aktywnością muchówek (Soszyńska 2004, Soszyńska-Maji in 2015, Soszyńska-Maj i Woźnica 2012, 2016). Zebrany materiał i zachowania godowe ochotkowatych Chironomidae zaobserwowane podczas badań w dolinie Czar-



nego Potoku w Beskidzie Sądeckim pozwoliły na opisanie strategii rozrodczej typu „searching”, w której masowy wylęg ochotek jest zsynchronizowany, a na powierzchni śniegu odbywa się poszukiwanie partnera i kopulacja, które zaburzają niestabilne termicznie zimy, z okresami dużych ociepleń i odwilży (Soszyńska-Maj i in. 2015). Opis tych badań spotkał się z uznaniem redakcji czasopisma *Insect Science*, które zaproponowało mi zilustrowanie okładki numeru czasopisma z moim artykułem. Moje zaangażowanie w problematykę naśnieżnej aktywności muchówek nie słabnie, na co wskazują m.in. referaty, które wygłosiłam na dwóch międzynarodowych kongresach dipterologicznych w Poczdamie w 2014 i Windhouk w 2018 oraz opracowanie fauny muchówek naśnieżnych Republiki Czuwaskiej (Borisova i in. 2018). Prace nad opublikowaniem pozostałych wyników wciąż trwają.

Waloryzacja faunistyczna terenów chronionych

Prace terenowe, które prowadziłam, nie tylko zimą, wzbogaciły znacząco dane faunistyczne dotyczące entomofauny rezerwatów Polski Środkowej oraz Beskidu Sądeckiego, jak i Ojcowskiego Parku Narodowego. Byłam autorem lub współautorem kilku rozdziałów w monografii „*Owady (Insecta) Parku Krajobrazowego Wzniesień Łódzkich*” dotyczących muchówek, wojsiłek, skorków, chrząszczy i kilku innych rzędów (Soszyńska-Maj i Melke 2004, Soszyński i in. 2010a,b, Soszyńska-Maj 2010, Soszyńska-Maj i in. 2010, Jaskuła i in. 2010, Tończyk i in. 2010). Moje zainteresowania dotyczyły również znaczenia terenów chronionych w obrębie aglomeracji miejskiej dla zachowania różnorodności owadów, na przykładzie muchówek z rodziny Syrphidae (Soszyński i Soszyńska-Maj 2011a,b), jak i fauny naśnieżnej (Soszyńska-Maj 2008). Moje obserwacje wzbogaciły wiedzę o rozmieszczeniu w Polsce, ekologii i słabo poznanej behawiorze rozrodczym bardzo rzadkiej saproksylicznej muchówki *Chalcosyrphus eunotus* (Soszyńska-Maj i in. 2010).

Badania kopalne

Równolegle z badaniami owadów naśnieżnych moje zainteresowania entomologiczne zawsze były zwrócone w kierunku wojsiłek, które na śniegu reprezentowane są przez rodzinę Boreidae, a szczególnie na ich behawior rozrodczy i morfologię funkcjonalną. W 2010 roku nawiązałam współpracę z Profesorem Wiesławem Krzemińskim z ISEZ PAN w Krakowie, dzięki któremu uzyskałam dostęp do kolekcji inkluzji Mecoptera w bursztynie bałtyckim. Moja pierwsza praca w *Systematic Entomology*, dotycząca eoceńskiej wojsiłki o niezwykle rozwiniętym organie notalnym (osiągnięcie habilitacyjne) stała się punktem zwrotnym w moich zainteresowaniach badawczych. Możliwość pracy nad materiałami, odkrywającymi wciąż zagadkową różnorodność mezozoicznych wojsiłek spowodowała zdecydowaną zmianę moich planów zawodowych. Kilkunastoletnie doświadczenie zdobyte podczas oznaczania zimą zebranego materiału stawonogów z niemal wszystkich grup systematycznych, praca nad wieloma rodzinami muchówek oraz praktyka we współpracy ze specjalistami od różnych grup owadów, okazały się bardzo pomocne w pracy nad materiałem kopalnym, która wymaga podobnych kompetencji. W krótkim czasie rozpoczęłam prace nad odciskami wojsiłek w

skafach osadowych. Wspólnie z Prof. W. Krzemińskim złożyłam grant do NCNu i jako główny wykonawca rozpocząłam współpracę z większością uznanych na świecie autorytetów w dziedzinie paleontologii. W ciągu kilku lat odbyłam kilkanaście wizyt i staży w największych na świecie kolekcjach kopalnych wojsitek, m.in. w Natural History Museum w Londynie, w Institute of Geography and Geology na Ernst-Moritz-Arndt-Universität w Greifswaldzie, w Geoscience Museum w Göttingen, Roemer- und Pelizaeus-Museum w Hildesheim oraz w Instytucie Paleontologii Rosyjskiej Akademii Nauk w Moskwie, kolekcjach bursztynów bałtyckich w ISEZ PAN w Krakowie, kolekcji Christel i Hansa Hoffeinz w Niemczech, bursztynu birmańskiego w kolekcji Patricka Müllera w Niemczech. Uzyskałam dostęp do prywatnych kolekcji odcisków w osadach kredowych Anglii dra Roberta Corama (Dorset, Anglia) i dra Eda Jarzembowskiego oraz ogromnej kolekcji z liasu Niemiec dra Jorga Ansorge. W 2015 roku odbyłam wyprawę na najbardziej znane jurajskie stanowisko kopalne Daohugou (Mongolia Wewnętrzna, Chiny). Dzięki uzyskanemu przez Prof. W. Krzemińskiego w 2017 roku grantowi p.t. „*Ewolucja muchówek (Diptera, Nematocera) na tle zmian środowiskowych w Mezozoiku i jej znaczenie dla ewolucji całego rzędu*”, w którym jestem głównym wykonawcą, pracuję również nad kopalnymi muchówkami długoczułkami. Jako wykonawca grantu Chińskiej Akademii Nauk pod kierownictwem Prof. Bo Wang „Research in Burmese amber” opracowuję materiały z największej na świecie kolekcji bursztynu birmańskiego oraz z kolekcji znanych chińskich kolekcjonerów inkluzji. W ramach ww. projektu w 2018 roku odbyłam podróż do Tengchong w Chinach, pod granicę z Birmą, na największy na świecie targ bursztynu birmańskiego, w celu poszukiwania inkluzji muchówek i wojsitek na początkowym etapie ich selekcji.

Dotychczasowa praca z różnymi kolekcjami kopalnych wojsitek zaowocowała wieloma dodatkowymi efektami, poza osiągnięciem habilitacyjnym. Współpracowałam przy rewizji kredowych materiałów wojsitek z rodziny bugarowatych (Bittacidae) (Kopeć i in. 2016) oraz rewizji bardzo słabo opisanych wczesno kredowych materiałów ze stanowiska Koonwarra w Australii, co pozwoliło na opis nowej kopalnej rodziny wojsitek Australochoristidae (Krzemiński i in. 2015). Zdobyte doświadczenie, skuteczność publikacyjna i nawiązana współpraca międzynarodowa poskutkowały niezwykle prestiżową propozycją dokończenia pracy nad kredowymi materiałami z Anglii, która została przerwana przez tragiczną śmierć najzdolniejszego badacza kopalnych wojsitek, rosyjskiego paleontologa Viktora Novokshonova. Ta współpraca zakończyła się opisaniem nowej kopalnej rodziny Mecoptera – Englathau-



matidae (Novokshonov et al. 2016). Dodatkowym efektem przeprowadzenia rewizji rodziny Orthophlebiidae (osiągnięcie habilitacyjne) było również wydłu-

żenie wieku monotypowej rodziny Austropanorpidae znanej dotychczas z eocenu Australii do dolnej jury (Krzemiński i in. 2017) oraz opisaniem nowej triasowej rodziny Worcestobiidae (Soszyńska-Maj i in. 2017). Wraz z zespołem opracowaliśmy faunę wojsitek i muchówek

mało znanego stanowiska kopalnego Große Kley koło Wolfs-

burga w Dolnej Saksonii w Niemczech (Kopeć i in. 2017). Ze stanowiska Wealden (dolna kreda) w południowej Anglii opisałam pierwszego przedstawiciela rodziny Orthophlebiidae (Jarzembowski i Soszyńska-Maj 2017). Natomiast wyprawa na wykopaliska na stanowisko Daohugou w Wewnętrznej Mongolii poskutkowałam opisaniem nowego gatunku wojsitek w ramach najbardziej plezjomorficznego rodzaju *Orthobittacus* (Bittacidae) (Kopeć i in. 2017). Podczas realizacji grantu dotyczącego ewolucji Diptera współpracowałam przy rewizji rodzaju *Mesotipula* (Diptera, Limoniidae, Architipulinae) z dolnej jury Niemiec (Kopeć i in. 2018) oraz opisie pierwszego przedstawiciela rodziny Limoniidae ze słabo poznanego i niedawno odkrytego stanowiska Caergen Village (Qinghai Province, północno-wschodni Tybet) (Wu i in. 2019).

AUTOREFERAT

Podsumowanie dorobku naukowego, dydaktycznego i popularyzatorskiego

Jestem autorką i współautorką 43 publikacji (39 po doktoracie), w tym 25 z listy JCR (23 po doktoracie). Sumaryczny Impact Factor według listy JCR, zgodny z rokiem opublikowania prac to 32,46. Byłam kierownikiem grantu młodego badacza i brałam lub biorę udział w czterech międzynarodowych projektach badawczych, jako wykonawca i główny wykonawca. Opisałam 25 taksonów nowych dla nauki; w tym cztery rodziny, trzy podrodziny, siedem rodzajów i 11 gatunków. Przez ostatnie cztery lata corocznie otrzymuję dodatek motywacyjny II stopnia za dorobek publikacyjny i dostałam nagrodę Dziekana WBiOŚ za rzeczywisty wkład w ocenę parametryczną działalności Wydziału w latach 20-13-1016. Wygłosiłam 11 referatów na konferencjach międzynarodowych, a w 11-stu kolejnych byłam współautorem. Na konferencjach krajowych zaprezentowałam 20 referatów, a 12-stu byłam współautorem. Recenzowałam 11 prac w czasopiśmie z listy JCR oraz pięć w czasopiśmie krajowych z listy B. Uczestniczyłam w komitetach organizacyjnych dwóch międzynarodowych i czterech krajowych konferencji. Jestem członkinią rady redakcyjnej czasopisma z listy B – DIPTERON, *Bulletin of the Dipterological Section of the Polish Entomological Society*. Od 2000 roku należę do Polskiego Towarzystwa Entomologicznego, pełniąc od 2001 funkcje z wyboru w jego strukturach, m.in. od 2013 roku jestem przewodniczącą komisji rewizyjnej PTE, a od 2016 roku jestem przewodniczącą Łódzkiego Oddziału PTE. Od kilku lat należę również do International Palaeontological Society. W ramach działalności dydaktycznej prowadziłam 20 różnych przedmiotów na kierunku Biologia i Ochrona Środowiska. Byłam opiekunką 10 magistrantów i siedmiu licencjatów. Obecnie jestem promotorem pomocniczym w doktoracie dotyczącym muchówek kopalnych na Uniwersytecie Rzeszowskim. Moje zamiłowanie do edukacji entomologicznej przejawia się w aktywności na polu popularyzacji nauki i edukacji, szczególnie dzieci i młodzieży szkolnej. Jestem autorką ośmiu artykułów popularno-naukowych. Prowadziłam wiele zajęć na temat owadów dla dzieci przedszkolnych, dla szkół podstawowych, gimnazjów i liceów. Angażuję się w wykłady na uniwersytecie III wieku, „Otwarte wykłady dla licealistów”, wygłosiłam wykład uniwersytecki pod patronatem Rektora UŁ w Filharmonii Łódzkiej oraz prowadziłam otwarte zajęcia edukacyjne w łódzkim ZOO. Udzielam wywiadów o tematyce entomologicznej dla różnych stacji radiowych i telewizyjnych oraz dla portalu Nauka Polska. Konsultowałam serię znaczków z owadami dla Poczty Polskiej. Byłam w jury ośmiu konkursów zoologicznych dla młodzieży oraz jestem główną organizatorką i pomysłodawczynią konkursu fotograficznego „Owad w obiektywie” dla młodzieży licealnej i studentów województwa łódzkiego, mającego na celu propagowanie zainteresowanie owadami.

Dane Bibliometryczne – stan na 9 II 2019 (www.webofknowledge.com)

	Liczba publikacji z listy JCR	IF zgodny z rokiem opublikowania	IF 5-letni	Punkty MNISW zgodne z rokiem opublikowania	Punkty MNISW sumaryczne za lata 2013-2016
Przed doktoratem	2	1,068	2,108	-	55
Po doktoracie	23	31,393	36,04	630	700
Razem	25	32,461	38,148	630	755
Osiągnięcie Habilitacyjne	7	12,332	13,33	220	225

Cytacje: 91/48 – bez autocytacji (Web of Sciences), **114/54** – bez autocytacji (Scopus)

Indeks Hirscha: 5 (Web of Sciences), **7** (Scopus)

.....

Literatura (Wytłuszczonym drukiem zaznaczone są prace stanowiące osiągnięcie habilitacyjne)

1. Archibald S.B., Rasnitsyn A.P., Akhmetiev, M.A. 2005. Ecology and Distribution of Cenozoic Eomeropidae (Mecoptera), and a New Species of Eomerope Cockerell from the Early Eocene McAbee locality, British Columbia, Canada. *Annals of the Entomological Society of America* 98: 503–514.
2. Archibald S.B., Rolf W.M., Greenwood D.R. 2013. The Eocene apex of panorpoid scorpionfly family diversity. *Journal of Paleontology* 87: 677–695.
3. Bode A. 1953. Die Insektenfauna des ostniedersächsischen Oberen Lias. *Palaeontographica (A)* 103: 1-375.
4. Byers G.W. 1973. Zoogeography of the Meropeidae (Mecoptera). *Journal of the Kansas Entomological Society* 46: 511-516.
5. Byers G.W., Thornhill, R., 1983. Biology of the Mecoptera. *Annual Review of Entomology* 28: 203-228.
6. Carpenter F. M. 1954. The Baltic amber Mecoptera. *Psyche* 61: 31-40.
7. Carpenter F. M. 1955. An Eocene Bittacus (Mecoptera). *Psyche* 62: 39-41.
8. Carpenter F.M. 1976. Note on Bittacus validus in Baltic amber. *Psyche* 82: 303.
9. Cohen K.M., Finney S., Gibbard, P.L. 2013. International Chronostratigraphic Chart, International Commission on Stratigraphy. <http://www.stratigraphy.org/>
10. Coram R. A. 2014. New insect fossils from the Lower Lias (Lower Jurassic) of West Dorset. *Proceedings of the Dorset Natural History and Archaeological Society* 135, 181–188.
11. Crampton G. C. 1930. The Wings of the Remarkable Archaic Mecopteran *Notiothauma reedi* MacLachlan with Remarks on their Protoblattoid Affinities. *Psyche* 37: 83.
12. Ding H. Shih C., Bashkuev A., Zhao Y., Ren D. 2014. The earliest fossil record of Panorpidae (Mecoptera) from the Middle Jurassic of China. *ZooKeys* 431: 79–92.
13. Grimaldi D., Engel M. S. 2005. *Evolution of the Insects*. Cambridge University Press, New York, 755 pp.
14. Grimaldi D.A., Engel M.S. 2013. The relict scorpionfly family Meropeidae (Mecoptera) in Cretaceous amber. *Journal of the Kansas Entomological Society* 86: 253-263.
15. Hagen H. 1856. Die im Bernstein befindlichen Neuropteren der Vorwelt bearbeitet von F.J. Pictet-Baraban und Dr. H. Hagen, p. 41-125. In Berendt, G.C. (ed.), *Die im Bernstein Befindlichen Organischen Reste der Vorwelt Gesammelt in Verbindung mit Mehreren Bearbeitet und Herausgegeben*, Bd. 2. Berlin.
16. Hong Y. C. 2009. Midtriassic new genera and species of Orthophlebiidae and Neorthophlebiidae (Insecta, Mecoptera) from Shaanxi, China. *Acta Zootaxonomica Sinica* 34, 423-427.
17. Hong Y., Hen S., Liu, S. 2002. Middle Triassic new fossils of Protorthophlebia Tillyard (Insecta: Mecoptera) from Tongchuan region, Shaanxi Province, China. *Insects Science* 9(2): 51-57.
18. Hong Y.C., Li Z. 2007. Discovery of the oldest fossil Meropeidae (Insecta, Mecoptera) from Shaanxi, China. *Acta Zootaxonomica Sinica* 32: 875-880.
19. Issiki S. 1933. Morphological studies on the Panorpidae of Japan and adjoining countries and comparison with American and European forms. *Japanese Journal of Zoology* 4: 315–416.
20. Krzemiński W. 2007. A revision of Eocene Bittacidae (Mecoptera) from Baltic amber with the description of a new species. *African Invertebrates* 48: 153-162.
21. **Krzemiński W., Soszyńska-Maj A. 2012. A new genus and species of scorpionfly (Mecoptera) from Baltic amber, with an unusually developed postnotal organ. *Systematic Entomology* 37: 223-228.**
22. MacLachlan R. 1877. On *Notiothauma reedi*, a remarkable new genus and species of Neuroptera from Chile, pertaining to the family Panorpidae. *Transactions of the Entomological Society of London* 877: 427–430.
23. Mantell G. A. 1844. *Medals of Creation; or first lessons in Geology and in the study of organic remains*, Vol. 2. London, Henry G. Bohn, 1016 pp.
24. Martynov A. 1927. Jurassic fossil Mecoptera and Paratrichoptera from Turkestan and Ust-Balei (Siberia). *Bulletin de l'Academie des Sciences de l'URSS* 21: 651–666.
25. Martynova O.M. 1948. Materials on the evolution of the Mecoptera. *Bulletin of the Academy of Sciences of USSR*, 14: 1–76.
26. Mickoleit G. 1978. Die phylogenetischen beziehungen der schnabelfliegen-familien aufgrund morphologischer ausprägungen der weiblichen genital und postgenitalsegmente (Mecoptera). *Entomologica Germanica* 4: 258–271.
27. Mickoleit G. 1971 Zur phylogenetischen und funktionellen Bedeutung der sogenannten Notalorgane der Mecoptera (Insecta, Mecoptera). *Zeitschrift für Morphologie der Tiere* 69: 1-8.
28. Novokshonov V.G. 1995. Der älteste Vertreter der Meropeidae (Mecoptera, Insecta). *Palaeontologische Zeitschrift* 69: 149-152.
29. Novokshonov V.G. 1997a. Early evolution of scorpionflies (Insecta: Panorpida). Moscow, Nauka, 140 pp.
30. Novokshonov V.G. 2002. Order Panorpida Latreille, 1802, p. 194-199. In Rasnitsyn, A.P. and Quicke, D.L.J. (eds), *History of Insects*. Kluwer Academic, Boston/London.
31. Penny N.D. 1975. Evolution of the extant Mecoptera. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 48:331-350.
32. Petrulevičius J.F., Ren D. 2012. A new species of "Orthophlebiidae" (Insecta: Mecoptera) from the Middle Jurassic of Inner Mongolia, China. *Revue de Paléobiologie* 11: 311-315.
33. Petrulevičius J.F. 2009. A panorpoid (Insecta: Mecoptera) from the Lower Eocene of Patagonia, Argentina. *Journal of Paleontology* 83: 994-997.

AUTOREFERAT

34. Pollmann C., Misof B., Sauer K. 2008 Molecular phylogeny of panorpodid scorpionflies: An enigmatic, species-poor family of Mecoptera (Insecta) *Organisms Diversity & Evolution* 8(2): 77-83
35. Pringle H. 2014. Welcome to Beringia. *Science* 6174: 961-963.
36. Qiao X., Shih C. K., Ren D. 2012. Two new Middle Jurassic species of orthophlebiids (Insecta: Mecoptera) from Inner Mongolia, China. *Alcheringa* 36: 467-472.
37. Ren D., Labandeira C., Santiago-Blay J.A., Rasnitsyn A., Shih C., Bashkuev A., Logan M.A., Hotton C.L., Dilcher D. 2009. A probable pollination mode before angiosperms: Eurasian, long-proboscid scorpionflies. *Science* 326(5954): 840-847.
38. Riek E.F. 1954. A second specimen of the dragon-fly *Aeschnidiopsis flindersiensis* (Woodward) from the Queensland Cretaceous. *Proceedings of the Linnean Society of New South Wales* 79(3-4): 61-62.
39. Riek E.F. 1955. Fossil insects from the Triassic beds at Mt. Crosby, Queensland. *Australian Journal of Zoology* 3: 654-691.
40. **Soszyńska-Maj A., Krzemiński W. 2013. Family Panorpodidae (Insecta, Mecoptera) from Baltic amber (upper Eocene): new species, redescription and palaeogeographic remarks of relict scorpionflies. *Zootaxa* 3636: 489-499.**
41. **Soszyńska-Maj A., Krzemiński W. 2015. New representative of the family Panorpodidae (Insecta, Mecoptera) from Eocene Baltic Amber with a key to fossil species of genus Panorpodes. *Paleontologica Electronica* 18.2.33A: 1-7.**
42. **Soszyńska-Maj A., Krzemiński W., Kopeć K., Coram R. 2016. Phylogenetic relationships within the relict family Eomeropidae (Insecta, Mecoptera) based on the oldest fossil from the Early Jurassic (Sinemurian) of Dorset, southern England. *Journal of Systematic Paleontology* 14: 1025-1031.**
43. **Soszyńska-Maj A., Kopeć K., Müller P., Gröhn C., Krzemiński W. 2017. Cretaceous inclusions in Burmese amber throw a new light on the evolution of the Meropeidae (Mecoptera). *Cretaceous Research* 79: 191-198.**
44. **Soszyńska-Maj A., Krzemiński W., Kopeć K., Cao Y., Ren D. 2018. Large Jurassic scorpionflies – belonging to a new subfamily of the family Orthophlebiidae (Mecoptera). *Annales Zoologici* 68(1): 85-92.**
45. **Soszyńska-Maj A., Krzemiński W., Kopeć K., Cao Y., Ren D. 2019. New Middle Jurassic fossils shed light on the relationship of Recent Panorpoidea (Insecta, Mecoptera). *Historical Biology* doi.org/10.1080/08912963.2018.1564747.**
46. Sukatsheva I.D. 1985. Jurassic scorpionflies of South Siberia and West Mongolia. In Rasnitsyn, A.P. (ed) *Jurassic insects of Siberia and Mongolia. Trudy Paleontologicheskogo Instituta AN SSSR*, Vol. 211, 96-114. Moscow: Nauka.
47. Sukacheva I. D. 1990. Scorpion flies, Panorpida. In: *Pozdne-Mezozoyskie Nasekomye Vostochnogo Zabaykal'ya. Trudy Paleontologicheskogo Instituta Akademii Nauk SSSR* 239: 88-94.
48. Tan J.L., Hua B.Z. 2008. The second species of the Chinese Panorpodidae (Mecoptera), *Panorpodes brachypodus* sp. nov. *Zootaxa* 1751: 59-64.
49. Thornhill R., Sauer K.P. 1991. The notal organ of the scorpionfly (*Panorpa vulgaris*): an adaptation to coerce mating duration. *Behavioral Ecology* 2: 156-164.
50. Ueda K. 1991. A Triassic fossil of scorpion fly from Mine, Japan. *Bulletin of the Kitakyushu Museum of Natural History* 10: 99-103.
51. Wang Q., Shih C., Ren D. 2013. The Earliest Case of Extreme Sexual Display with Exaggerated Male Organs by Two Middle Jurassic Mecopterans. *PLoS ONE* 8(8): e71378. doi:10.1371/journal.pone.0071378
52. Whiting M.F. 2002 Mecoptera is paraphyletic: multiple genes and phylogeny of Mecoptera and Siphonaptera. *Zoologica Scripta* 31: 93-104.
53. Willmann R. 1978. *Fossilium Catalogus, Animalia. Mecoptera (Insecta, Holometabola)* 124. Dr. W. Junk bv Publishers, Hague, 139 pp.
54. Willmann R. 1987. The phylogenetic system of the Mecoptera. *Systematic Entomology* 12, 519-524.
55. Willmann R. 1989. Evolution und Phylogenetisches System der Mecoptera (Insecta: Holometabola). *Abhandlungen der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft* 544: 1-153.
56. Willmann R., Novokschonov V.G. 1998. Neue Mecopteren aus dem oberen Jura von Karatau (Kasachstan) (Insecta, Mecoptera: 'Orthophlebiidae'). *Paläontologische Zeitschrift* 72(3/4): 281-298.
57. Zhao X., Zhang Q., Jarzembowski E.A., Chen L., Wang B. 2016. A new earwingfly from mid-Cretaceous Burmese amber (Mecoptera: Meropeidae). *Cretaceous Research* 66: 136-140.
58. Zhong W., Hua B.Z. 2013. A new species of *Neopanorpa* with an extremely long notal organ from Sichuan, China (Mecoptera, Panorpidae). *PLoSone* 8(9): e74781. doi:10.1371/journal.pone.0074781.

Josyńska Soszyńska-Maj

