

Original papers

Chigger mites (Actinotrichida: Parasitengona, Trombiculidae) of Poland. An updated distribution and hosts¹.

Hanna Moniuszko, Joanna Mąkol

Department of Invertebrate Systematics and Ecology, Institute of Biology, Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Kozuchowska 5b, 51-631 Wrocław, Poland

Corresponding author: Joanna Mąkol; e-mail:joanna.makol@up.wroc.pl

ABSTRACT. The existing body of knowledge regarding the Trombiculidae of Poland is summarized and supplemented with the results of our recent studies. Although around 3000 nominal species are known worldwide, only 18 have been recorded in Poland. Due to the medical and veterinary importance of parasitic larvae, and the complex life cycle which presents difficulties in finding habitats occupied by postlarval forms, most species have been described exclusively from their larvae. This review provides updated information on the host spectrum and distribution of all the trombiculid species hitherto recorded in Poland, supplemented with data on their general distribution and biology.

Key words: trombiculids, distribution, host spectrum, Parasitengona, Poland

Introduction

Terrestrial Parasitengona mites, together with water mites (Hydrachnidia), are among the most diverse and speciose monophyletic taxa within the superorder Actinotrichida (=Acariformes). The Trombiculidae, one of 18 families assigned to the terrestrial Parasitengona, includes more than 3000 nominal species; they are distributed world-wide, but they show their greatest diversity in the subtropical, tropical and southern temperate zones [1].

Seven stages are distinguished in the life cycle of Trombiculidae: egg – prelarva – larva – protonymph – deutonymph – tritonymph – adult. The larva, deutonymph and adult are active stages. The larvae, which are heteromorphic in relation to the post-larval stages, are ectoparasites of vertebrates (except fishes); they mainly parasitise small mammals and birds, but also reptiles [2,3], with a few invertebrate parasites [4,5]. Active post-larval stages, deutonymphs and adults, are predatory.

Trombiculids have medical and veterinary significance. The main pathology evoked by these mites in humans and animals is a form of dermatosis known as trombiculosis, trombiculiasis or

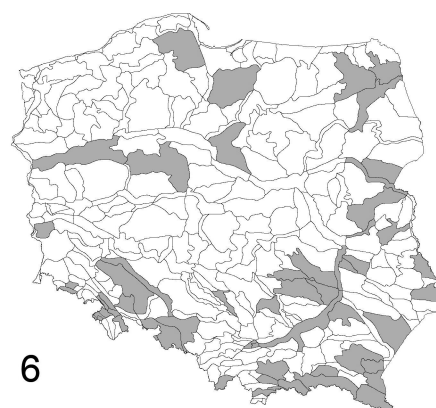
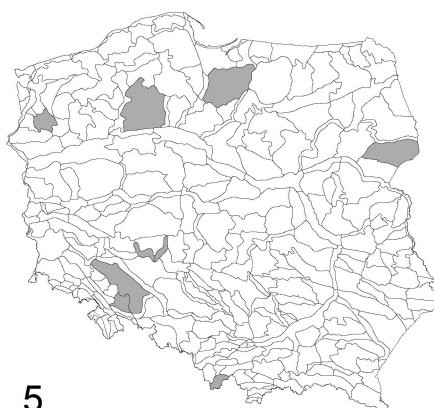
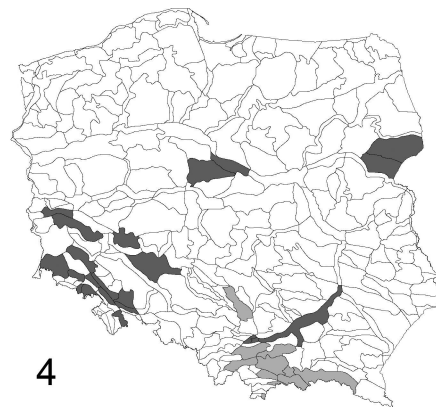
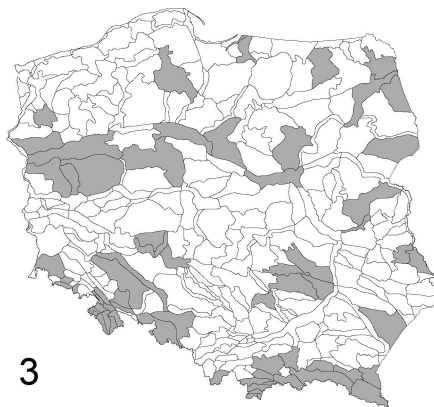
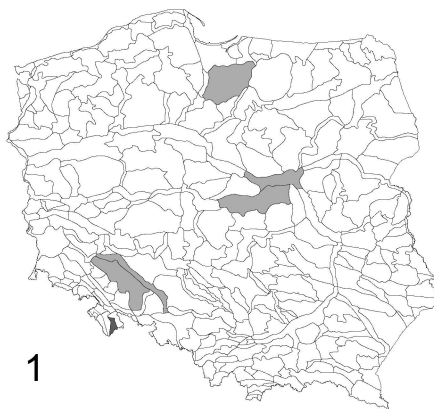
trombiodiosis, resulting from the immunological reaction of the host to the parasitic larva. The trombiculids are also known to play a role in the transmission of trench fever rickettsiae, spirochaetes of *Borrelia burgdorferi* s.l. and bacilli of *Anaplasma phagocytophilum* [6–10].

No comprehensive studies on the Trombiculidae have been conducted in Poland; the knowledge of the native fauna is based on the results of wide-ranging studies on vertebrate parasite fauna. Eighteen nominal species have been recorded to date, of which 12 are known exclusively as larvae, and six as larvae and active post-larval stages [11–13]. The aim of this paper is to summarise the knowledge of the Trombiculidae of Poland, with special reference to their distribution and host spectrum. The review ascertaining the validity of specific level taxa lies beyond the scope of the present paper and will be discussed separately.

Materials and Methods

Trombiculid larvae were mounted on microscope slides in Faure's fluid, prior to morphometric analysis in light microscopes Nikon

¹ The work was partly supported by the National Science Centre, Poland (Grant: DEC-2012/07/N/NZ8/02354).



Figures 1-6. Approximate distribution of Trombiculidae in Poland. 1. *Ascoschoengastia latyshevi*, *Heterotrombidium sanremense*; 2. *Cheladonta costulata*; 3. *Hirsutiella zachvatkini*; 4. *Leptotrombidium europaeum*, *Leptotrombidium russicum*; 5. *Miyatrombicula muris*; 6. *Neotrombicula autumnalis*.

Eclipse E600 and Nikon Eclipse 80i. Mites were identified on the basis of Kudryashova [14], Stekolnikov [15] and the data provided in original descriptions. In order to standardize the data on distribution, all locality records, obtained from a number of published sources, have been assigned to mesoregions according to Kondracki [16], which provides an outline of the known distribution of trombiculids in Poland in map form. The nomenclature of mammalian host species follows Wilson and Reeder [17]. The following review details the extent of the current knowledge of the distribution, phenology and host spectrum of the Trombiculidae in Poland. Our own data is indicated with an [N].

Review of species

Ascoschoengastia latyshevi (Schluger, 1955)

Neoschoengastia latyshevi Schluger, 1955: 204.

Known from larvae and active postlarval forms [13,18]. In Poland, the parasitizing larvae have been recorded from yellow-necked field mouse *Apodemus flavicollis* (Melchior, 1834), bank vole *Myodes glareolus* (Schreber, 1780), great tit *Parus major* Linnaeus, 1758 and Eurasian nuthatch *Sitta europaea* Linnaeus, 1758. The larvae appear in autumn. Individual records originate also from April and May [19,20].

Distribution in Poland (Fig. 1): Pojezierze Iławskie (Wenecja ad Morąg), Pradolina Wrocławska/Równina Wrocławska (Wrocław), Kotlina Warszawska/Równina Łowicko-Błońska (Kampinowska Primeval Forest) [19,20].

General distribution: Austria, Azerbaijan, Belarus, Bulgaria, China, Czech Republic, France (Corsica), Kazakhstan, Kyrgyzstan, Moldova, Mongolia, Montenegro, Poland, Russia, Slovakia, Tajikistan, Turkey, Ukraine, former Yugoslavia [14,19–24].

Cheladonta costulata (Willmann, 1952)

Euschoengastia costulata Willmann, 1952: 412.

Known exclusively from larvae [25]. Recorded from *Apodemus flavicollis*, long-tailed field mouse *Apodemus sylvaticus* (Linnaeus, 1758), herb field mouse *Apodemus uralensis* (Pallas, 1811), Eurasian water vole *Arvicola amphibius* (Linnaeus, 1758), field vole *Microtus agrestis* (Linnaeus, 1761), common vole *Microtus arvalis* (Pallas, 1778), common pine vole *Microtus subterraneus* (de Selys-

Longchamps, 1836), house mouse *Mus musculus* Linnaeus, 1758, *My. glareolus* and common shrew *Sorex araneus* (Linnaeus, 1758). Restricted to the foothills and mountainous areas in the southern part of the country. Collected from April to November [26–30].

Distribution in Poland (Fig. 2): Wysoczyzna Czerwieńska/Dolina Dolnego Bobru/Wał Zielonogórski (Pajęczno), Pradolina Wrocławska (Wrocław Sępolno), Równina Wrocławska/Wzgórza Niemczańsko-Strzelińskie (Błotnica ad Niemcza), Równina Oleśnicka/Pradolina Wrocławska (Wrocław Popowice), Płaskowyż Głubczycki (Dzierżysław, Gródzany), Płaskowyż Głubczycki/Góry Opawskie (Pokrzywna, Biskupia Kopa, Zabierzyce), Wzgórza Niemczańsko-Strzelińskie (Wzgórza Niemczańskie), Brama Lubawska/Góry Stołowe/Pogórze Orlickie (Czermna), Góry Sowie (Przełęcz Jugowska), Góry Sowie/Wzgórza Niemczańsko-Strzelińskie (Srebrna Góra), Góry Sowie/Obniżenie Nowej Rudy (Rzeczka, Sokolec), Masyw Śnieżnika („Śnieżnik Kłodzki” nature reserve), Obniżenie Ścinawki/Góry Stołowe (Radków), Góry Stołowe (Karlów), Góry Stołowe/Pogórze Orlickie (Łężyce), Pogórze Orlickie (Lewin), Góry Orlickie (Zieleniec), Pogórze Wiśnickie/Beskid Wyspowy (Żegocina), Beskid Wyspowy (Jurków, Kasinka Mała), Beskid Żywiecki (Babia Góra), Gorce/Beskid Sądecki/Kotlina Orawsko-Nowotarska/Pieniny (Krościenko), Beskid Sądecki (Zubrzyk ad Muszyzna), Beskid Sądecki/Pieniny (Szczawnica, Jaworki), Pogórze Jasielskie/Beskid Niski (Bodaki, Chyrowa, Folusz), Kotlina Orawsko-Nowotarska/Pieniny (Hałuszowa), Pieniny (Czorsztyn, Podskálnia), Góry Sanocko-Turczańskie/Bieszczady Zachodnie (Bóbrka on Solina) [25–37].

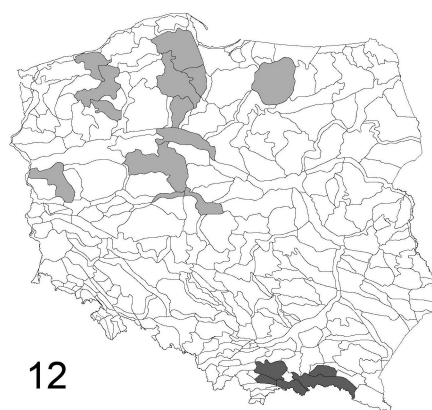
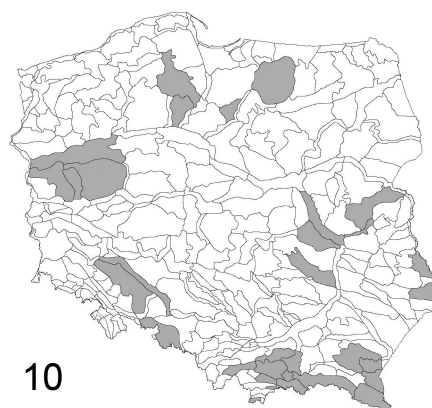
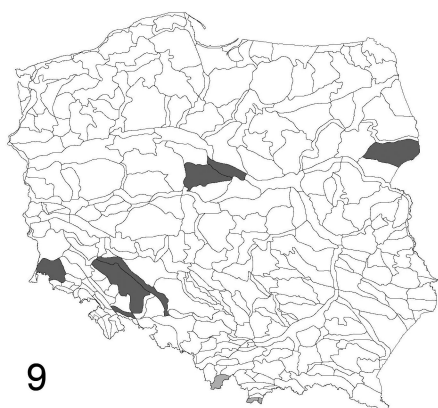
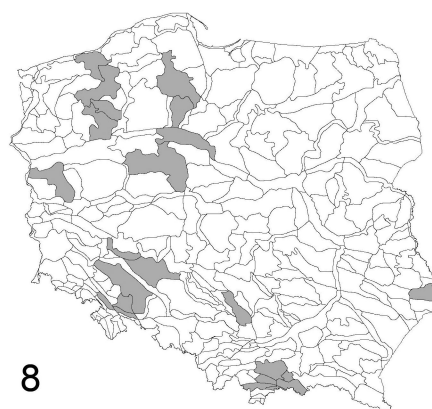
General distribution: Armenia, Austria, Azerbaijan, Belgium, Bulgaria, Czech Republic, Germany, Greece, Hungary, Moldova, Poland, Romania, Slovakia, Ukraine, former Yugoslavia [14,21,31,38,39].

Heterotrombidium sanremense Oudemans, 1910

Heterotrombidium sanremense Oudemans, 1910: 30, nom. nov. pro *Trombidium granulatum* Oudemans, 1902: 54.

Known exclusively from larvae [40], assigned to a genus of uncertain systematic status [41]. The only record from Poland applies to the larvae collected in winter, off-host, under the tree bark [42].

Distribution in Poland (Fig. 1): Masyw Śnieżnika [42].



Figures 7–12. Approximate distribution of Trombiculidae in Poland, cont. 7. *Neotrombicula inopinata*; 8. *Neotrombicula japonica*; 9. *Neotrombicula nagayoi*, *Oudemansidium muscae*; 10. *Neotrombicula talmiensis*; 11. *Neotrombicula earis*, *Neotrombicula vernalis*, *Schoutedenichia krampitzi*; 12. *Neotrombicula vulgaris*, *Leptotrombidium silvaticum*.

General distribution: Italy, Poland [40,42,43].

***Hirsutiella zachvatkini* (Schluger, 1948)**

Trombicula zachvatkini Schluger, 1948: 160.

Trombicula multisetosa Willmann, 1944: 62.

Known from larvae and active postlarval forms [44,45]. Widely distributed in Poland. Larvae were recorded from striped field mouse *Apodemus agrarius* (Pallas, 1771), *Ap. flavicollis*, *Ap. sylvaticus*, *Ap. uralensis*, *Ar. amphibius*, European snow vole *Chionomys nivalis* (Martins, 1842), *Microtus agrestis*, *Mi. arvalis*, root vole *Mi. oeconomus* (Pallas, 1776), *Mi. subterraneus*, tatra vole *Mi. tatricus* Kratochvil, 1952, *Mus musculus*, *My. glareolus*, bicolored shrew *Crocidura leucodon* (Hermann, 1780), lesser white-toothed shrew *Cr. suaveolens* (Pallas, 1811), Mediterranean water shrew *Neomys anomalus* Cabrera, 1907, Eurasian water shrew *Ne. fodiens* (Pennant, 1771), alpine shrew *Sorex alpinus* Schinz, 1837, *So. araneus* and Eurasian pygmy shrew *So. minutus* Linnaeus, 1766 [26,28,29,46–52]. The most common and most widely-distributed representative of trombiculids recorded from Poland. Associated with forests. Collected throughout the year [N].

Distribution in Poland (Fig. 3): Wybrzeże Staropruskie/Równina Warmińska (Braniewo), Równina Gorzowska (Lipy), Bory Tucholskie (Wdzydze Kiszewskie), Bory Tucholskie/Wysoczyzna Świecka (Tleń), Pojezierze Dobrzyńskie (Skępe), Kotlina Gorzowska (Smolarnia), Kotlina Toruńska (Bobrowniki ad Nieszawa), Pojezierze Łagowskie (Lubrza, Lubniewice), Pojezierze Poznańskie/Bruzda Zbąszyńska (Trzciel), Pojezierze Gnieźnieńskie (Oćwieka, Wieniec ad Mogilno), Wysoczyzna Wieruszowska (Siemianice ad Kępno), Pradolina Wrocławska/Równina Wrocławska (Wrocław Popowice), Płaskowyż Głubczycki (Dzierżysław, Gródczany), Płaskowyż Głubczycki/Góry Opawskie (Pokrzywna, Biskupia Kopa), Kotlina Raciborska/Płaskowyż Głubczycki (Studzienna), Wysoczyzna Ciechanowska/Kotlina Warszawska (Jachranka), Równina Łukowska/Pradolina Wieprza (Radzyń Podlaski), Wzgórza Niemczańsko-Strzelińskie (Wzgórza Niemczańskie), Obniżenie Polesie/Góry Sowie (Złoty Las), Pogórze Izerskie/Kotlina Jeleniogórska (Rybnica), Kotlina Jeleniogórska/Karkonosze (Czarny Kocioł Jagniątkowski), Karkonosze (Przesieka, at „Samotnia” mountain hut), Brama Lubawska/Góry Stołowe/Pogórze Orlickie (Czermana), Góry Sowie (Przełęcz Jugowska, Walim), Góry Sowie/Obniżenie Nowej Rudy (Jugów, Rzecza,

Sokolec), Góry Sowie/Obniżenie Otmuchowskie (Mikołajów), Góry Sowie/Wzgórza Niemczańsko-Strzelińskie (Srebrna Góra), Góry Złote (Bielice), Góry Złote/Masyw Śnieżnika (Maria Śnieżna, Kletno), Masyw Śnieżnika (Dworska Góra, Międzygórze), Obniżenie Nowej Rudy/Obniżenie Ścinawki/Góry Bardzkie (Zagórze), Obniżenie Ścinawki/Góry Stołowe (Radków), Obniżenie Ścinawki/Góry Stołowe/Kotlina Kłodzka/Góry Bystrzyckie (Polanica Zdrój), Góry Stołowe (Karlów), Góry Stołowe/Pogórze Orlickie (Łężyce), Pogórze Orlickie (Lewin, Taszów), Góry Orlickie (Zieleniec), Płaskowyż Jędrzejowski (Rejowiec k/Nagłowic), Przedgórze Iłżeckie/Wyżyna Sandomierska (Ćmielów), Góry Świętokrzyskie (Łysica), Płaskowyż Suchedniowski (Suchedniów), Płaskowyż Tarnogrodzki (Nowa Grobla), Beskid Wyspowy (Łososińska Górna), Beskid Żywiecki (Babia Góra, Mordarka, Pilsko, Sobkówka, Wielka Racza), Gorce/Beskid Sądecki/Kotlina Orawsko-Nowotarska/Pieniny (Krościenko), Gorce/Beskid Sądecki (Ochotnica), Beskid Sądecki (Jaworzynka Valley, Pasma Radziejowej Zubrzyk ad Muszyna), Beskid Sądecki/Pieniny (Czarna Woda, Homole, Jaworki, Szczawnica, Wąwóz Szopczański, Grabczychy, Obłężnia Góra, Pieniński Potok, Polana Podlaźce), Pogórze Rożnowskie/Beskid Niski (Słowikowa), Pogórze Jasielskie/Beskid Niski (Bodaki), Pogórze Bukowskie/Beskid Niski (Posada Górna), Pogórze Bukowskie/Góry Sanocko-Turczańskie/Bieszczady Zachodnie (Hoczew), Beskid Niski (Wisłok, Gładyszów), Kotlina Orawsko-Nowotarska/Pieniny (Hałuszowa), Pieniny (Czorsztyn, Podskalnia, Trzy Korony), Pieniny/Pogórze Spisko-Gubałowskie (Sromowce Wyżne, Zielone Skałki), Pogórze Spisko-Gubałowskie (Poprad Valley), Tatry Zachodnie/Tatry Wschodnie (Czarny Staw Gąsienicowy, Grzeń, Kotlina Piekło – below Przełęcz Kondracka), Równina Augustowska (Suwałki), Równina Augustowska/Kotlina Biebrzańska (Augustów), Kraina Wielkich Jezior Mazurskich (Giżycko), Kotlina Biebrzańska/Wzgórza Sokólskie (Kamienna Nowa), Równina Bielska (Białowieża), Pagóry Chełmskie/Obniżenie Dubieńskie (Karolinówka ad Chełm), Obniżenie Dubieńskie (Dubienka), Kotlina Hrubieszowska (Hrubieszów) [26,27,29–31, 33–37,46–60] Równina Pyrzycko-Stargardzka (Małkocin) [N], Kotlina Miłicka (Ruda Miłicka) [N], Wzgórza Twardogórskie/Wzgórza Ostrzeszowskie (Syców) [N], Góry Orlickie/Góry Bystrzyckie (Niemojów) [N], Rów Podtatrzański/Tatry Zachodnie (Zakopane) [N].

General distribution: Albania, Austria, Azerbaijan, Belarus, Bulgaria, Czech Republic, France, Georgia, Germany, Hungary, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Latvia, Macedonia, Moldova, Poland, Romania, Russia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Ukraine, former Yugoslavia [14,21,60–63].

***Leptotrombidium europaeum* (Daniel and Brelich, 1959)**

Trombicula (Leptotrombidium) intermedia europaea Daniel and Brelich, 1959: 363.

Known exclusively from larvae [64], collected from *Ap. agrarius*, *Ap. flavicollis*, *Ap. sylvaticus*, *Ap. uralensis*, *Mi. agrestis*, *Mi. arvalis*, *Mi. subterraneus*, hazel dormouse *Muscardinus avellanarius* (Linnaeus, 1758), *My. glareolus*, *C. suaveolens*, *N. anomalus*, *N. fodiens*, *So. araneus* and *So. minutus* in May and between August and October [26,47,49,65].

Distribution in Poland (Fig. 4): Wyżyna Częstochowska (Mirów ad Myszków, Suliszowice ad Żarki), Pogórze Wielickie (Wierzbanów), Pogórze Wiśnickie/Beskid Wyspowy (Kamionka, Żegocina), Beskid Makowski (Kurów), Beskid Makowski/Beskid Wyspowy (Peim), Beskid Wyspowy (Chyszówki, Jurków, Kasinka Mała), Beskid Wyspowy/Gorce (Szczawa), Gorce/Beskid Sądecki (Kosarzyska), Kotlina Sądecka/Beskid Niski/Beskid Sądecki (Nawojowa), Beskid Sądecki (Brzyna, Obidza, Zubrzyk ad Muszyna), Beskid Sądecki/Pieniny (Czarna Woda), Pieniny (Czorsztyn, Podskalnia, Trzy Korony, Obłężnia Góra, Pieniński Potok, Hałuszowa, Szlachtowa, Jaworki, Wysokie Skałki), Tatry Wschodnie (Czarny Staw Gąsienicowy) [26,47,65].

General distribution: Albania, Austria, Azerbaijan, Belarus, Bulgaria, Czech Republic, Estonia, France, Latvia, Lithuania, Macedonia, Moldova, Montenegro, Poland, Romania, Russia, Serbia (Kosovo), Slovakia, Slovenia, Spain, Turkey, Ukraine, 'Asia Minor' [14,15,21, 23,32,38,47,66].

***Leptotrombidium russicum* (Oudemans, 1902)**

Trombidium russicum Oudemans, 1902: 43.

Known from larvae and active postlarval forms [40,67], during the parasitic phase associated with bats. Larvae were collected from December to March and - rarely - in May and August. The host records include western barbastelle *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774), northern bat *Eptesicus nilssoni* (Keyserling and Blasius, 1839),

common serotine *Eptesicus serotinus* (Schreber, 1774), Bechstein's myotis *Myotis bechsteini* (Kuhl, 1817), Daubenton's myotis *Myotis daubentoni* (Kuhl, 1817), whiskered myotis *Myotis mystacinus* (Kuhl, 1817), Natterer's myotis *Myotis nattereri* (Kuhl, 1817), brown long-eared bat *Plecotus auritus* (Linnaeus, 1758), gray long-eared bat *Plecotus austriacus* (Fisher, 1829) [12,25,68,69], Brandt's myotis *Myotis brandtii* (Eversmann, 1845) [N], pond myotis *Myotis dascyneme* (Boie, 1825) [N], lesser horseshoe bat *Rhinolophus hipposideros* (Bechstein, 1800) [N] and exceptionally – *Ap. flavicollis* [25].

Distribution in Poland (Fig. 4): Kotlina Płocka/Pojezierze Kujawskie (Kowal, Kukawy), Równina Chojnowska (Chelmiec), Obniżenie Nowosolskie/Wzgórza Dalkowskie (Nowogród Bobrzański), Kotlina Żmigrodzka (Żmigród), Równina Oleśnicka (Kowalewice ad Namysłów), Wzgórza Niemczańsko-Strzelińskie (Stolec), Obniżenie Podsudzie/Pogórze Wałbrzyskie (Książ), Obniżenie Otmuchowskie (Kamieniec Ząbkowicki), Pogórze Izerskie (Leśna, Płóczki Dolne), Góry Kaczawskie (Wojcieszów Górny), Brama Lubawska/Góry Kamienne (Szczepanów), Góry Sowie (Walim), Góry Sowie/Wzgórza Niemczańsko-Strzelińskie (Srebrna Góra), Góry Złote (Złoty Stok), Nizina Nadwiślańska/Obniżenie Cholerzyńskie/Pomost Krakowski (Kraków), Równina Bielska (Teremiski), Wysoczyzna Drohiczyńska (Czartajew ad Siematycze), 'Pomerania' [12,25,68,70,71] Wysoczyzna Kaliska (Cieszków ad. Milicz) [N], Wyżyna Wieluńska (the "Szachownica" cave) [N], Wyżyna Olkuska (Jerzmanowice ad Kraków) [N].

General distribution: Austria, Azerbaijan, Belgium, Bulgaria, Czech Republic, France, Germany, Hungary, Ireland, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Moldova, Poland, Romania, Russia, Slovakia, Switzerland, Tajikistan, The Netherlands, Ukraine, former Yugoslavia [14,21,70,71].

***Leptotrombidium silvaticum* Hushcha and Schluger, 1967**

Leptotrombidium silvaticum Hushcha and Schluger, 1967: 71.

Known exclusively from larvae [72], collected in June from *Mi. subterraneus*, *My. glareolus*, *C. suaveolens* and *N. fodiens* [19,48,49].

Distribution in Poland (Fig. 12): Beskid Wyspowy/Gorce (Szczawa), Beskid Sądecki (Brzyna, Muszyna), Pogórze Jasielskie/Beskid Niski (Bodaki), Beskid Niski (Wiśłok Wielki) [19,48].

General distribution: Afghanistan, Azerbaijan, Belarus, Estonia, Georgia, Iran, Latvia, Lithuania, Moldova, Pakistan, Poland, Russia, Romania, Slovakia, Spain, Ukraine [14,15,19,38,62,73,74].

***Miyatrombicula muris* (Oudemans, 1910)**

Microthrombidium muris Oudemans, 1910: 85.

Known exclusively from larvae [75]. Collected in May and August from *Ap. agrarius*, *Ap. flavicollis*, *Ap. sylvaticus*, *Mi. tatricus*, *My. glareolus*, *So. araneus*, *So. minutus*, and also from *P. major* [20,34,54].

Distribution in Poland (Fig. 5): Pojezierze Iławskie (Wenecja ad Morąg), Pojezierze Krajeńskie (Kujan ad Piła), Równina Wrocławska (Wrocław), Równina Wrocławska/Wzgórza Niemczańsko-Strzelińskie (Błotnica ad Niemcza), Wzgórza Niemczańsko-Strzelińskie (Niemcza, Wzgórza Niemczańskie), Beskid Żywiecki (Babia Góra) [19,20,28,34,35,54], Równina Pyrzycko-Stargardzka (Małkocin) [N], Wzgórza Twardogórskie/Wzgórza Ostrzeszowskie (Syców) [N], Równina Bielska (Białowieża) [N].

General distribution: Bulgaria, Czech Republic, France (Corsica), Germany, Moldova, Poland, Romania, Russia, Slovakia, Ukraine, former Yugoslavia [14,19].

***Neotrombicula autumnalis* (Shaw, 1790)**

Acarus autumnalis Shaw, 1790: pl. 42.

Known from larvae and active postlarval forms [76,77]. The specific epithet is derived from the mass appearance of larvae, observed in autumn and reported to cause the dermatitis known also as harvest rash (*erythema autumnale*), in animals and humans. Due to being euryoecious, the species is regarded as having the high dispersal capability [78]. The host records include *Ap. agrarius*, *Ap. flavicollis*, *Ap. sylvaticus*, *Ap. uralensis*, *Ar. amphibius*, *Mi. agrestis*, *Mi. arvalis*, *Mi. oeconomus*, *Mi. subterraneus*, *Mus musculus*, *My. glareolus*, brown rat *Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1769), *C. suaveolens*, *N. anomalus*, *N. fodiens*, *So. alpinus*, *So. araneus*, *So. minutus*, European mole *Talpa europaea* Linnaeus 1758 and *Si. europaea*. Parasitising larvae have been collected between July and November [20,26–30,34,35, 48–50,58,79].

Distribution in Poland (Fig. 6): Pojezierze Kaszubskie (Kartuzy), Pojezierze Iławskie (Wenecja ad Morąg), Pojezierze Dobrzyńskie (Skępe), Kotlina Gorzowska (Smolarnia), Pojezierze Gnieźnieńskie (Krzyżanna), Wzniesienia Żarskie (Brzosto-

wa), Pradolina Wrocławska/Równina Wrocławska (Wrocław Popowice), Równina Wrocławska (Magnice), Równina Wrocławska/Wzgórza Niemczańsko-Strzelińskie (Błotnica ad Niemcza), Płaskowyż Głubczycki (Dzierżysław, Gródczany), Płaskowyż Głubczycki/Góry Opawskie (Biskupia Kopa, Pokrzywna, Radynia, Zabierzycy), Kotlina Raciborska (Mochów, Moszna), Równina Łukowska/Pradolina Wieprza (Radzyń Podlaski), Wzgórza Niemczańsko-Strzelińskie (Niemcza, Wzgórza Niemczańskie, Stolec), Kotlina Jeleniogórska/Karkonosze (Karpacz, Jagniątków), Karkonosze (Przesieka), Góry Sowie (Sierpnica, Walim, Przełęcz Jugowska), Góry Sowie/Obniżenie Nowej Rudy (Rzeczka), Góry Sowie/Wzgórza Niemczańsko-Strzelińskie (Srebrna Góra), Góry Złote (Bielice), Obniżenie Nowej Rudy/Obniżenie Ścinawki/Góry Bardzkie (Przełęcz Czerwienicyce, Zagórze), Góry Stołowe (Radków), Pogórze Orlickie (Wzgórza Lewińskie, Lewin), Obniżenie Górnej Warty (Złoty Potok ad Częstochowa), Płaskowyż Jędrzejowski (Rejowiec ad Nagłowice), Przedgórze Ilżeckie/Wyżyna Sandomierska (Ćmielów and vicinities), Góry Świętokrzyskie (Wola Murowana ad Kielce), Małopolski Przełom Wisły/Równina Bełżycka/Kotlina Chodelska (Dąbrówka ad Kazimierz Dolny, Janowiec ad Kazimierz Dolny), Kotlina Chodelska (Boiska ad Opole Lubelskie), Płaskowyż Suchedniowski (Suchedniów), Nizina Nadwiślańska/Obniżenie Cholerzyńskie/Pomost Krakowski (Kraków), Równina Tarnobrzaska (Baranów Sandomierski), Płaskowyż Tarnogrodzki (Nowa Grobla), Beskid Wyspowy/Gorce (Szczawa), Beskid Żywiecki (Babia Góra), Gorce, Kotlina Nowosądecka, Beskid Sądecki (Zubrzyca ad Jabłonka), Beskid Sądecki/Pieniny (Białka, Czorsztyn, Hałuszowa, Homole, Jaworki, Krościenko, Pieniński Potok, Podskálnia, Sromowce Wyżne, Szlachtowa, Szczawnica, Trzy Korony, Wąwóz Szopczański, Zielone Skałki), Pogórze Dynowskie (Piątkowa), Pogórze Przemyskie (Rokszycy), Pogórze Przemyskie/Góry Sanocko-Turczańskie (Nowosiółki Dydyńskie, Tarnawka, Huwniki, Posada Rybotycka, Tyrawa Wołoska) Pogórze Jasielskie/Beskid Niski (Bodaki, Chyrowa, Folusz, Hańczowa, Klimkówka, Nowy Żmigród, Polany, Wisłok), Pogórze Spisko-Gubałowskie (Ciche, Dobrzyń, Dolina Popradu), Bieszczady Zachodnie (Bóbrka on Solina, Hoczew, Przełęcz Wetlińska, Rajskie, Stuposiany, Wola Michowa), Równina Augustowska/Kotlina Biebrzańska (Augustów), Pojezierze Ełckie (Gorłówko ad Ełk), Wysoczyzna Drohiczyńska/Podlaski Przełom Bugu (Skrzeszew ad Drohi-

czyn, Sutno ad Siemiatycze), Zakłęsłość Sosnowicka (Białka ad Parczew), Obniżenie Dubieńskie (Dubienka, Karolinówka ad Chełm), Kotlina Hrubieszowska (Brodzica ad Hrubieszów, Hrubieszów) [20,26–31,34–37,48,52–54,56–58,79], Beskid Żywiecki (Pilsko) [N].

General distribution: Albania, Austria, Azerbaijan, Belarus, Bulgaria, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Georgia, Germany, Hungary, Italy, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Latvia, Lithuania, Moldova, Poland, Romania, Slovakia, Spain, Tajikistan, The Netherlands, Turkey, Turkmenistan, Ukraine, United Kingdom, United States, former Yugoslavia, Central Asia up to Korea and Japan, Mediterranean Region [14,20,23,53,78,80–82].

***Neotrombicula earis* Kepka, 1964**

Neotrombicula autumnalis earis Kepka, 1964: 166.

Known only from larvae [83], collected from *Ap. sylvaticus*, *Mi. arvalis*, *My. glareolus* and *N. fodiens* in August and October [26,49].

Distribution in Poland (Fig. 11): Beskid Sądecki/Pieniny (Zielone Skałki, Krościenko) [26].

General distribution: Austria, Bulgaria, Poland, Ukraine, United Kingdom [26,84,85].

***Neotrombicula inopinata* (Oudemans, 1909)**

Thrombidium inopinatum Oudemans, 1909: 43.

Known from larvae and active postlarval forms [12,86]. According to the most recent data [10] the species should be regarded as the probable causative agent of trombiculosis in Europe. The larvae, collected between June and October, parasitize *Ap. agrarius*, *Ap. flavicollis*, *Ap. sylvaticus*, *Ch. nivalis*, fat dormouse *Glis glis* (Linnaeus, 1766), *Mi. agrestis*, *Mi. arvalis*, *Mi. oeconomus*, *Mi. subterraneus*, *Mi. tatricus*, *My. glareolus*, *R. norvegicus*, *C. suaveolens*, *N. anomalus*, *N. fodiens*, *So. alpinus*, *So. araneus*, *So. minutus* and *T. europaea* [28,29,31,34,47–49,52,56,57,79].

Distribution in Poland (Fig. 7): Pojezierze Łagowskie (Bledzew, Lubniewice, Ośno Lubuskie, Żabice ad Ośno), Wzgórza Niemczańsko-Strzelińskie (Wzgórza Niemczańskie), Obniżenie Podsudeckie/Góry Sowie (Złoty Las), Kotlina Jeleniogórska/Karkonosze (Czarny Kocioł Jagniątkowski, Karpacz, Jagniątków), Karkonosze (Przesiecka), Góry Sowie (Walim, Przełęcz Jugowska), Góry Sowie/Wzgórza Niemczańsko-Strzelińskie (Srebrna Góra), Góry Sowie/Obniżenie Nowej Rudy (Jugów, Rzczka), Góry Złote (Bielice), Masyw Śnieżnika

(Kletno), Płaskowyż Głubczycki/Góry Opawskie (Pokrzywna, Biskupia Kopa, Zabierzyce), Obniżenie Nowej Rudy/Obniżenie Ścinawki/Góry Bardzkie (Zagórze), Obniżenie Ścinawki/Góry Stołowe (Studzienno, Czeremna, Radków), Pogórze Orlickie (Wzgórza Lewińskie, Lewin), Beskid Wyspowy and Beskid Żywiecki (Babia Góra, Koszarki, Mordarka, Sobkówka, Osusz, Wielka Racza), Gorce, Beskid Sądecki (Muszyna, Zubrzyca ad Jabłonka), Beskid Sądecki/Pieniny (Zielone Skałki, Czorsztyn, Obłężnia Góra, Wąwóz Szopczański, Trzy Korony, Pieniński Potok, Krościenko, Szlachtowa, Homole), Pogórze Przemyskie/Góry Sanocko-Turczańskie (Nowosiółki Dydyńskie, Tarnawka), Beskid Niski (Hańczowa, Bodaki, Chyrowa, Posada Górna, Nowy Żmigród), Pogórze Spisko-Gubałowskie (Dolina Popradu), Tatry Wschodnie (Polana Zadnia), Bieszczady Zachodnie (Bóbrka on Solina, Hoczew, Lutowiska, Rajskie, Przełęcz Wetlińska), 'Śląsk', Kotlina Raciborska (Moszna) [12,25,26,28,29,33,34,36,37,47,48,52,56,57,79], Kotlina Jeleniogórska/Karkonosze (Szkłarska Poręba-Piechowice) [N], Góry Orlickie/Góry Bystrzyckie (Niemojów) [N], Rów Podtatrzański/Tatry Zachodnie (Zakopane) [N], Tatry Wschodnie (Polana Zazadnia, Zielony Staw) [N], Równina Bielska (Białowieża) [N].

General distribution: Austria, Bulgaria, Czech Republic, France, Germany, Hungary, Poland, Romania, Russia, Slovakia, Ukraine, United Kingdom, former Yugoslavia [14,25,38,61,87,88].

***Neotrombicula japonica* (Tanaka, Kaiwa, Teramura and Kagaya, 1930)**

Trombicula autumnalis japonica Tanaka, Kaiwa, Teramura and Kagaya, 1930: 353.

Known exclusively from larvae [89], associated with *N. fodiens*, *So. araneus*, *T. europaea*, *Ap. agrarius*, *Ap. flavicollis*, *Mi. agrestis*, *Ap. uralensis*, *Mi. arvalis*, *Mi. oeconomus*, *Mus musculus*, *My. glareolus*, least weasel *Mustela nivalis* Linnaeus, 1766. Larvae collected from hosts between August and November, with the second peak of abundance falling on spring [26,27,34,49,52,57,65,90].

Distribution in Poland (Fig. 8): Równina Białogardzka/Pojezierze Drawskie (Zegrze Pomorskie), Pojezierze Drawskie (Nowe Drawsko), Pojezierze Drawskie/Równina Wałecka/Pojezierze Wałeckie (Siecino ad Złocieniec), Bory Tucholskie (Wąglikowice, Wdzydze Kiszewskie), Bory Tucholskie/Wysoczyzna Świecka (Tleń), Kotlina Toruńska (Bobrowniki ad Nieszawa, Głęboczek), Pojezierze Łagowskie (Lubniewice, Żabice ad Ośno), Pojezierze

Gnieźnieńskie (Oćwieka), Wzgórza Trzebnickie/Równina Oleśnicka (Rzędziszowice), Równina Wrocławska (Domasław), Równina Wrocławska/Wzgórza Niemczańsko-Strzelińskie (Błotnica ad Niemcza), Góry Sowie/Obniżenie Otmuchowskie (Mikołajów), Wyżyna Częstochowska (Mirów ad Myszków), Beskid Wyspowy (Łęgi), Beskid Wyspowy/Gorce (Szczawa), Gorce/Beskid Sądecki/Kotlina Orawsko-Nowotarska/Pieniny (Czarna Woda, Krościenko, Podskálnia, Szaflary), Kotlina Sądecka (Biegonice), Beskid Sądecki (Pasma Radziejowej), Kotlina Hrubieszowska (Brodzica ad Hrubieszów) [26,27,32–35,52,54, 57,58].

General distribution: Albania, Austria, Azerbaijan, Belarus, Bulgaria, China, Czech Republic, France, Japan, Moldova, North Korea, Mongolia, Poland, Romania, Russia, Slovakia, South Korea, Spain, Switzerland, Ukraine, former Yugoslavia [14,21,32,65,91–94].

***Neotrombicula nagayoi* (Sasa, Hayashi, Sato, Miura and Asahina, 1950)**

Trombicula nagayoi Sasa, Hayashi, Sato, Miura and Asahina, 1950: 14.

Known exclusively from larvae [95], associated with *Ch. nivalis*, *Mi. agrestis*, *Mi. tatricus*, *My. glareolus*, *So. araneus* and *Mu. nivalis* [47,65,90]. Collected in September.

Distribution in Poland (Fig. 9): Beskid Żywiecki (Babia Góra), Tatry Zachodnie/Tatry Wschodnie (Czarny Staw Gąsienicowy, Grześ, Piekło – below the Przełęcz Kondracka) [65,90].

General distribution: Armenia, Georgia, Japan, Poland, Russia (Far East), Slovakia, South Korea [14,90,93]. According to Kudryashova [14] different morphological forms were collected in Azerbaijan, Kyrgyzstan, Tajikistan, Russia (Sayan, Kirovskaya obl.) and Ukraine, also – the identity of specimens collected in Kazakhstan should be verified.

***Neotrombicula talmiensis* (Schluger, 1955)**

Trombicula talmiensis Schluger, 1955: 212.

Known from larvae and active postlarval forms [18,44]. Larvae have been recorded from *N. anomalus*, *N. fodiens*, *So. araneus*, *So. minutus*, *T. europaea*, *Ap. agrarius*, *Ap. flavicollis*, *Ap. sylvaticus*, *Mi. arvalis*, *Mi. oeconomus*, *Mi. subterraneus*, *My. glareolus* [26,27,35,49,52,96].

Distribution in Poland (Fig. 10): Bory Tucholskie/Wysocyzna Świecka (Tleń), Pojezierze Brodnickie (Łąkorek ad Brodnica), Kotlina Gorzowska (Smolarnia ad Dobiegniew), Pojezierze Łagowskie

(Bledzew, Chycin ad Bledzew), Bruzda Zbąszyńska (Bobowicko ad Międzyrzecz), Pojezierze Poznańskie/Bruzda Zbąszyńska (Trzciel), Pradolina Wrocławska/Równina Wrocławska (Popowice), Płaskowyż Głubczycki (Dzierżysław), Równina Łukowska/Pradolina Wieprza (Drewnik ad Kock), Dolina Środkowej Wisły/Równina Kozienicka (Ryczywół ad Kozienice), Przedgórze Ilżeckie (Ruda Kościelna ad Ćmielów, vicinities of Ćmielów), Pogórze Wiśnickie/Beskid Wyspowy (Żegocina), Beskid Wyspowy/Beskid Makowski (Pcim ad Kraków), Beskid Wyspowy (Berdychów, Kasinka Mała, Młynne, Muchówka), Beskid Wyspowy/Gorce/Beskid Sądecki (Łęgi ad Łąck), Beskid Wyspowy/Gorce (Szczawa), Kotlina Sądecka (Biegonice), Kotlina Sądecka/Beskid Niski/Beskid Sądecki (Nawojowa), Beskid Sądecki (Brzyna, Dolina Jaworzynki ad Przehyba, Muszyna), Pogórze Rożnowskie/Beskid Niski (Łęka, Słowikowa), Pogórze Dynowskie/Pogórze Przemyskie (Dydnia, Tarnawka, Nowosiółki Dydyńskie), Pogórze Przemyskie/Góry Sanocko-Turczańskie (Huwniki), Beskid Niski (Hańczowa, Bodaki, Folsz), Pieniny (Czorsztyń, Podskálnia, Trzy Korony, Krościenko, Tylmanowa ad Krościenko), Tatry Zachodnie (Piekło), Bieszczady Zachodnie (Rajskie, Wielka Rawka, Połonina Wetlińska), Pojezierze Olsztyńskie (island on the lake Dadaj), Obniżenie Dubieńskie (Dubienka), Kotlina Hrubieszowska (Brodzica ad Hrubieszów) [26,27,35–37, 47,49,52,57,58,96].

General distribution: Albania, Armenia, Azerbaijan, Bulgaria, China, Czech Republic, Georgia, Hungary, Iran, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Moldova, Poland, Romania, Russia, Slovakia, South Korea, Turkmenistan, Ukraine [21,47,63,93].

***Neotrombicula vernalis* (Willmann, 1942)**

Trombicula (Eutrombicula) vernalis Willmann, 1942: 641.

Known exclusively from larvae [97]. Recorded by Literák et al. [98] from European robin *Erithacus rubecula* (Linnaeus, 1758).

Distribution in Poland (Fig. 11): Beskid Niski (Krempna) [98].

General distribution: Austria, Bulgaria, Germany, Poland, Russia, Slovakia, Turkey [21,23,98].

***Neotrombicula vulgaris* (Schluger, 1955)**

Trombicula vulgaris Schluger, 1955: 118.

Known exclusively from larvae [18]. Collected in September [57]. The host records include *Ap.*

agrarius, *Ap. flavicollis*, *Mi. oeconomus*, *My. glareolus*, *N. fodiens*, *So. araneus* and *T. europaea* [49, 52,96]. Species distributed in northern and north-western Poland, associated with damp areas [96].

Distribution in Poland (Fig. 12): Równina Białogardzka/Pojezierze Drawskie (Zegrze Pomorskie), Pojezierze Drawskie (Rydzewo ad Drawsko), Pojezierze Drawskie/Równina Wałecka (Siecin ad Złocieniec), Pojezierze Kaszubskie/Bory Tucholskie (Lubowidz ad Żuromin), Pojezierze Starogardzkie/Bory Tucholskie (Strzeszów ad Zielona Góra), Bory Tucholskie (Wdzydze Kiszewskie), Bory Tucholskie/Wysoczyzna Świecka (Tleń), Kotlina Toruńska (Bobrowniki ad Nieszawa, Głęboczek) Pojezierze Łagowskie (Lubrza ad Świebodzin), Pojezierze Gnieźnieńskie (island on lake Mielno, Oświeka ad Żnin), Pojezierze Gnieźnieńskie/Kotlina Kolska/Dolina Konińska (Powidz ad Konin), Pojezierze Olsztyńskie (islands on lake Bartężek, Dadaj, Kiernoz Wielki, Omulew) [52,57,96].

General distribution: Azerbaijan, Bulgaria, Czech Republic, China, Georgia, Hungary, Moldova, Poland, Russia, Spain, Turkmenistan, Ukraine [14,23,87,91,96,99].

***Oudemansidium muscae* (Oudemans, 1906)**

Allothrombidium musca Oudemans, 1906: 43.

Known exclusively from larvae [100]. Associated with cave-dwelling bats. Hitherto recorded from *E. serotinus*, *Myo. nattereri* (co-invasion with *L. russicum*), noctule *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774) and particolored bat *Vespertilio murinus* Linnaeus, 1758. Collected between June and August, in October and during winter [101].

Distribution in Poland (Fig. 9): Kotlina Płocka/Pojezierze Kujawskie (Kowal), Pradolina Wrocławska/Równina Wrocławska (Oława), Obniżenie Otmuchowskie (Kamieniec Ząbkowicki), Pogórze Izerskie (Płóczki Dolne), Równina Bielska (Białowieża) [68,70,71,101].

General distribution: Afghanistan, Austria, Azerbaijan, Bulgaria, China, Czech Republic, France, Moldova, Poland, Romania, Slovakia, Tajikistan, The Netherlands, Ukraine [14,21,24,68,71].

***Schoutedenichia krampitzi* (Willmann, 1955)**

Euschoengastia krampitzi Willmann, 1955: 175.

Known exclusively from larvae [102]. The locality in Poland is set apart from the continuous

distribution area of the species. The larvae recorded in September from *Mi. subterraneus* [65].

Distribution in Poland (Fig. 11): Beskid Żywiecki (Babia Góra) [65].

General distribution: Albania, Azerbaijan, Bulgaria, France, Greece, Italy, Macedonia, Moldova, Montenegro, Poland, Serbia (Kosovo), Spain, Switzerland, Turkey, Ukraine [14,23,39,65].

Discussion

Most trombiculid records from Poland originate from the southern and western parts of the country, whereas relatively scarce data has been obtained from the north-western part. The higher species diversity and abundance observed in southern Poland may be explained by the possible northward migration of thermophilous species in response to climate warming. Without a doubt, the observed distribution pattern is also affected by the state of knowledge of the hosts and the fact that parts of the country have been studied to different degrees. Species known from single records and rare taxa should be treated with special attention, due to possible misidentifications resulting from unknown limits of intraspecific variation.

The existing information on the biology of Trombiculidae indicates that the representatives of the family have a fairly wide host spectrum, with the hosts often originating from various classes. Moreover, the few taxa which are known for their host specificity, may have a tendency to a gradual extension of their host range. Shatrov and Kudryashova [103] maintain that the host selection in that group is dictated by the habitat of the larvae, which attack all available vertebrates.

The knowledge of the microhabitats occupied by the nymphs and adults of the Trombiculidae is very scarce, partly because of the lower research priority given in the past to non-parasitic instars, and partly also to the failure of previous attempts to establish their regular sites of occurrence. According to Daniel [104], which focuses on litter- and soil-dwelling species, the main factors that influence the distribution of postlarval forms include the soil structure, such as the presence of holes and crevices, and the type of surrounding vegetation. Also, in the case of trombiculids, attention should be paid to nesting places and paths used by potential hosts when investigating rodent parasites, whereas canopies should be examined when investigating species associated with flying hosts [12,105].

The taxonomic-faunistic data on the Trombiculidae recorded from Poland and the world is based on morphological identification. As current knowledge of the intra-specific variation associated with the knowledge of host spectra and microhabitats of active postlarval stages is currently insufficient, it is recommended that future research should have a wider scope and should consider not only morphological criteria but also molecular data.

Acknowledgements

We are grateful to Dr. Jan Cichocki and to Dr. Agnieszka Ważna, University of Zielona Góra, Poland for their assistance in the resolution of records of *Hirsutiella zachvatkini* and *Neotrombicula inopinata* collected from *Myodes glareolus* and *Microtus agrestis* in the Tatra Mts. and to Dr. Iwona Gottfried, University of Wrocław and Marta Wilczyńska, MSc., for their help in obtaining the larvae of *Leptotrombidium russicum* from bats (through the permission granted to IG).

References

- [1] Goff M.L. 1999. The current state of chigger systematics: a view from a swamp 20 km SSE of Eden. In: *Acarology IX: Volume 2, Symposia*. (Eds. G.R. Needham, R. Mitchell, D.J. Horn, W.C. Welbourn). Ohio Biological Survey, Columbus, Ohio: 145-149.
- [2] Welbourn W.C., Loomis R.B. 1975. *Hannemania* (Acarina: Trombiculidae) and their anuran hosts at Fortynine Palms Oasis, Joshua Tree National Monument, California. *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences* 74: 15-19.
- [3] Wolthmann A., du Preez L., Rödel M.-O., Köhler J., Vences M. 2007. Endoparasitic mites of the genus *Endotrombicula* Ewing, 1931 (Acari: Prostigmata: Parasitengona: Trombiculidae) from African and Madagascan anurans, with description of a new species. *Folia Parasitologica* 54: 225-235.
- [4] Oliver J.H.Jr., McKeever S., Pound M.J. 1986. Parasitism of larval *Ixodes* ticks by chigger and fed female *Ornithodoros* Males. *The Journal of Parasitology* 72: 811-812.
- [5] Vercammen-Grandjean P.H., Benoit P.L.G., Van Mol J.J. 1970. Terrestrial snail (*Granularion* sp.) a new host of trombiculid larvae. *Acta Tropica* 27: 177.
- [6] Fernández-Soto P., Pérez-Sánchez R., Encinas-Grandes A. 2001. Molecular detection of *Ehrlichia phagocytophila* genogroup organisms in larvae of *Neotrombicula autumnalis* (Acari: Trombiculidae) captured in Spain. *Journal of Parasitology* 87: 1482-1483.
- [7] Kampen H., Schöler A., Metzen M., Oehme R., Hartelt K., Kimmig P., Maier W.A. 2004. *Neotrombicula autumnalis* (Acari, Trombiculidae) as a vector for *Borrelia burgdorferi* sensu lato? *Experimental and Applied Acarology* 33: 93-102.
- [8] Kim B.N., Gordillo L.F., Kim Y. 2010. A model for the transmission dynamics of *Orientia tsutsugamushi* among its natural reservoirs. *Journal of Theoretical Biology* 266: 154-161.
- [9] Literák I., Stekolnikov A.A., Sychra O., Dubska L., Taragelova V. 2008. Larvae of chigger mites *Neotrombicula* spp. (Acari: Trombiculidae) exhibited *Borrelia* but no *Anaplasma* infections: a field study including birds from the Czech Carpathians as hosts of chiggers. *Experimental and Applied Acarology* 44: 307-314.
- [10] Stekolnikov A.A., Santibáñez P., Palomar A.M., Oteo J.A. 2014. *Neotrombicula inopinata* (Acari: Trombiculidae) – a possible causative agent of trombiculiasis in Europe. *Parasites and Vectors* 7(90): 1-9.
- [11] Małol J., Gabryś G. 2008. Trombidioidea. In: *Fauna of Poland, Characteristics and checklist of species*. (Eds. W. Bogdanowicz, E. Chudzińska, I. Pilipiuk, E. Skibińska). Muzeum i Instytut Zoologii PAN Warszawa: 145-148, 210-212.
- [12] Małol J., Cichocki J., Felska M., Kłosińska A., Łaydanowicz J., Łupicki D., Gabryś G. 2010. A new data on biology and taxonomy of *Neotrombicula inopinata* (Oudemans, 1909) and *Leptotrombidium russicum* (Oudemans, 1902) (Acari: Actinotrichida: Trombiculidae). *Annales Zoologici* 60: 419-427.
- [13] Sixl W., Waltinger H. 1973. Rasterelektronenoptische Untersuchungen bei Trombiculiden-Milben. II. *Ascoschöngastia latyshevi* – Adulte. *Annales des Naturhistorisches Museum Wien* 77: 381-385.
- [14] Kudryashova N.I. 1998. Chigger mites (Acariformes, Trombiculidae) of East Palaearctics. KMK Scientific Press, Moscow [In Russian].
- [15] Stekolnikov A.A. 2013. *Leptotrombidium* (Acari: Trombiculidae) of the World. *Zootaxa* 3728: 1-173.
- [16] Kondracki J.A. 2002. Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa.
- [17] Wilson D.E., Reeder D.A.M. (editors). 2005. *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference* (3rd ed), Johns Hopkins University Press, 2.(Available from Johns Hopkins University Press, 1-800-537-5487 or (410) 516-6900 <http://www.press.jhu.edu/msw3>).
- [18] Schluger E.G. 1955. Superfamily Trombeae. I. Family Trombiculidae. 1. Subfamily Trombiculinae chigger mites. In: *Kleshchi gryzunov fauny SSSR*. Izdatel'stvo AN SSSR, Moscow, Leningrad: 188-217 [In Russian].
- [19] Haitlinger R. 1981. Kilka gatunków Acarina nowych dla fauny Polski, zebranych z drobnych ssaków. *Wiadomości Parazytologiczne* 27: 659-663.

- [20] Haitlinger R. 1987. *Dermanyssus alaudae* (Schrank, 1781) i inne roztocze (Acari: Dermanyssidae, Macro-nyssidae, Haemogamasidae, Hirstionyssidae, Trombiculidae, Erythraeidae) zebrane z ptaków w Polsce. *Wiadomości Parazytologiczne* 33: 233-245.
- [21] Kolebinova M.G. 1992. Acariformes, Trombidioidea, Trombiculidae, Leeuwenhoeekiidae. The Fauna of Bulgaria 21. Publishers of Bulgarian Academy of Science, Sophia [In Bulgarian].
- [22] Kozłowski S., Szymański S., Żółtowski Z., Żukowski K. 1964. Poszukiwanie nie spotykanych dotychczas w Polsce arbowirusów. III. Wstępne opracowanie arachno-entomologiczne na obszarze Puszczy Kampinoskiej i okolic przyległych. *Przegląd Epidemiologiczny* 18: 391-399.
- [23] Stekolnikov A.A., Daniel M. 2012. Chigger mites (Acari: Trombiculidae) of Turkey. *Zootaxa* 3216: 1-104.
- [24] Sun B. 1994. The ecological and geographical distribution of the trombiculid mites in Liaoning province. *Acta Entomologica Sinica* 37: 71-77 [In Chinese, English summary].
- [25] Willmann C. 1952. Parasitische Milben an Kleinsäugern. *Zeitschrift für Parasitenkunde* 15: 392-428.
- [26] Haitlinger R. 1983. The mites (Acarina) of small mammals of the Pieniny Mts., Poland. *Acta Zoologica Cracoviensia* 26: 355-386.
- [27] Haitlinger R. 1983. Struktura zgrupowań stawonogów występujących na *Microtus arvalis* (Pall.) w różnych środowiskach. II. Dynamika średniej intensywności zarażenia liczniejszych gatunków stawonogów występujących na *M. arvalis* na obszarze nie poddanym zabiegom agrotechnicznym. *Wiadomości Parazytologiczne* 29: 351-362.
- [28] Haitlinger R. 1989. Arthropods (Acari, Anoplura, Siphonaptera, Coleoptera) of small mammals of the Babia Góra Mts. *Acta Zoologica Cracoviensia* 32: 15-56.
- [29] Haitlinger R. 2006. Arthropods (Siphonaptera, Anoplura, Acari, Coleoptera) of small mammals of East Sudetes and east part of Middle Sudetes. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Biologia i Hodowla Zwierząt* LIV, 548: 7-34.
- [30] Haitlinger R., Turek M. 2006. Arthropods occurring on *Mus musculus* Linnaeus, 1758 (Mammalia: Rodentia: Muridae) in Poland. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Biologia i Hodowla Zwierząt* LIV, 548: 43-57.
- [31] Haitlinger R. 1977. Parasitological investigations of small mammals of Góry Sowie (Middle Sudetes). V. Acarina (Trombidiformes, Sarcoptiformes, Ixodides). *Polskie Pismo Entomologiczne* 47: 377-427.
- [32] Haitlinger R. 1982. Struktura zgrupowań stawonogów występujących na *Microtus arvalis* (Pall.) w różnych agrocenozach. *Wiadomości Parazytologiczne* 28: 33-35.
- [33] Haitlinger R. 1983. Invertebrates associated with the bank vole. Arthropod communities. *Acta Theriologica* suppl. 1: 55-68.
- [34] Haitlinger R. 1984. Zgrupowania stawonogów występujące na *Sorex araneus* L. i *Sorex minutus* L. w środowisku leśnym i bezleśnym Wzgórz Niemczańskich. *Wiadomości Parazytologiczne* 30: 345-367.
- [35] Haitlinger R. 1989. Arthropod communities occurring on small mammals from non-wooded areas of urban agglomeration of Wrocław. *Acta Parasitologica Polonica* 34: 45-66.
- [36] Haitlinger R. 2008. Arthropods (Acari, Anoplura, Coleoptera, Siphonaptera) of small mammals of the Podkarpackie Province (South-East Poland). *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Biologia i Hodowla Zwierząt* LVII, 567: 57-99.
- [37] Haitlinger R. 2009. Stawonogi (Acari, Anoplura, Siphonaptera) występujące na drobnych ssakach na Śląsku Opolskim. *Przyroda Śląska Opolskiego* 15: 24-34.
- [38] Haitlinger R. 1980. Stawonogi (Siphonaptera, Anoplura, Coleoptera, Acarina) zebrane z drobnych ssaków Rumunii. *Wiadomości Parazytologiczne* 26: 679-710.
- [39] Haitlinger R. 1993. Acari (Arachnida) and Anoplura (Insecta) collected on small mammals, reptiles and insects in Greece and Cyprus. *Biologia Gallo-hellenica* 20: 83-88.
- [40] Oudemans A.C. 1902. *Thrombidium granulatum*. In: Verslag van de 57ste Zomervergadering der Nederlandsche Entomologische Vereeniging, te Zutphen, op 7 Juni 1902. *Tijdschrift voor Entomologie* 45: 54.
- [41] Gabryś G., Mąkol J. 1997. Trombidia (Calypostomatoidea, Erythraeoidea, Tanaupodoidea, Chyzeroidea, Trombiculoidea, Trombidioidea). In: *Checklist of Animals of Poland. Vol. IV*. (Ed. J. Razowski). Wydawnictwa Instytutu Systematyki i Ewolucji Zwierząt PAN, Kraków 225-229.
- [42] Willmann C. 1956. Milben aus dem Naturschutzgebiet auf dem Spieglitzer (Glatzer) Schneeberg. *Československa Parasitologie* 3: 211-273.
- [43] Oudemans A.C. 1912. Die bis jetzt bekannten Larven von Thrombidiidae und Erythraeidae mit besonderer Berücksichtigung der für den Menschen schädlichen Arten. *Zoologische Jahrbücher* Suppl. 14: 1-230.
- [44] Daniel M. 1961. Contribution a la connaissance des formes adultes des trombiculidae d'Europe. I. Description des nymphes et des adultes du *Trombicula* (N.) *zachvatkini* Schluger 1948 et *Trombicula* (N.) *talmiensis* Schluger 1955. *Acarologia* 3: 24-47.
- [45] Schluger E.G. 1948. New trombiculid mites (Acari, Trombiculinae) of the USSR fauna. *Entomologicheskoe Obozrenie* 30: 157-164 [In Russian].
- [46] Willmann C. 1944. Parasitische Milben von Kleinsäugern aus dem Schneeberggebiet. *Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur* 116: 62-72.

- [47] Haitlinger R. 1980. Przyczynek do znajomości Acarina drobnych ssaków subalpejskiej strefy polskich Tatr. *Wiadomości Parazytologiczne* 26: 711-719.
- [48] Haitlinger R. 1984. Stawonogi występujące na *Crocidura suaveolens* (Pall.) (Mammalia, Insectivora) w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem aglomeracji miejskiej. *Wiadomości Parazytologiczne* 30: 521-529.
- [49] Haitlinger R. 1984. Stawonogi występujące w Polsce na *Neomys fodiens* (Penn.) i *Neomys anomalus* Cabr. (Mammalia, Insectivora). *Wiadomości Parazytologiczne* 30: 603-616.
- [50] Haitlinger R. 1986. Stawonogi występujące na *Sorex alpinus* Schinz (Mammalia, Insectivora) w Polsce. *Wiadomości Parazytologiczne* 32: 459-462.
- [51] Haitlinger R. 1987. Stawonogi (Siphonaptera, Anoplura, Acari) występujące w Polsce na *Crocidura leucodon* (Hermann, 1780) (Mammalia, Insectivora). *Wiadomości Parazytologiczne* 33: 221-228.
- [52] Haitlinger R. 2011. Arthropods (Acari, Anoplura, Siphonaptera) of small mammals from Kujawsko-Pomorskie province. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Biologia i Hodowla Zwierząt* LXIII, 583: 59-78.
- [53] Bitkowska E., Żukowski K. 1975. Roztocze drobnych ssaków niektórych okolic północnej i wschodniej Polski (Acari: Ixodides, Mesostigmata, Trombidiformes, Sarcoptiformes). *Fragmenta Faunistica* 20: 307-321.
- [54] Haitlinger R. 1997. Arthropods communities occurring on small mammals from wooded areas of urban agglomeration of Wrocław. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Zootechnika* XL, 323: 47-64.
- [55] Haitlinger R. 2003. Stawonogi (Anoplura, Siphonaptera, Coleoptera, Acari) zebrane z drobnych ssaków Babiej Góry. In: *Monografie Fauny Babiej Góry*. (Eds. B.W. Wołoszyn, D. Wołoszyn, W. Celary). Publikacje Komitetu Ochrony Przyrody PAN, Kraków: 359-371.
- [56] Haitlinger R. 2007. Arthropods (Siphonaptera, Anoplura, Acari) of small mammals of Karkonosze Mts. (Sudetes). *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Biologia i Hodowla Zwierząt* LV, 559: 23-41.
- [57] Haitlinger R. 2009. Arthropods (Acari, Anoplura, Siphonaptera) of small mammals of the Lubuskie province. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Biologia i Hodowla Zwierząt* LIX, 575: 19-38.
- [58] Haitlinger R. 2010. Arthropods (Acari, Anoplura, Siphonaptera) of small mammals of the Świętokrzyskie province. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Biologia i Hodowla Zwierząt* LX, 577: 31-47.
- [59] Kiełczewski B., Wiśniewski J., Seniczak S. 1974. Roztocze występujące na drobnych gryzoniach leśnych w Nadleśnictwie Doświadczalnym Siemianice, pow. Kępno. *Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk. Wydział Nauk Rolniczych i Leśnych* 38: 57-63.
- [60] Kozłowski S. 1958. Stanowisko *Trombicula zachvatkini* Szluger 1948 w Polsce. *Wiadomości Parazytologiczne* 4: 745-746.
- [61] Haitlinger R. 1979. Acarina of small mammals in Hungary. *Polskie Pismo Entomologiczne* 49: 553-566.
- [62] Pereira-Lorenzo A. 1993. Chiggers (Acarina: Trombiculidae) parasitizing small mammals in Galicia (NW Spain). *Acarologia* 34: 323-329.
- [63] Stekolnikov A.A. 2001. Systematics of chigger mites of the genus *Hirsutiella* Schluger et Vysotskaya, 1970 (Acari, Trombiculidae). *Entomological Review* 81: 1059-1078 [In Russian, English summary].
- [64] Daniel M., Brelich S. 1959. The chigger larvae of the family Trombiculidae (Acari) parasites upon small mammals in Slovenia. *Acta Societatis Zoologicae Bohemoslovenicae* 23: 358-375.
- [65] Haitlinger R. 1982. Acarina (Myobiidae, Cheyletidae, Pygmephoridae, Trombiculidae, Dermanyssidae) nowe lub rzadkie w faunie Polski. *Wiadomości Parazytologiczne* 28: 435-444.
- [66] Stekolnikov A.A. 2004. Variability in *Leptotrombidium europaeum* and two new related chigger mite species (Acari: Trombiculidae) from Caucasus. *Parazitologiya* 38: 388-405 [In Russian, English summary].
- [67] Kepka O. 1959. Die Nymphe von *Trombicula (Leptotrombidium) russica* Oudemans, 1902 (Acari: Fam. Trombiculidae). *Zeitschrift für Parasitenkunde* 19: 315-321.
- [68] Haitlinger R. 1979. Pasożyty zewnętrzne nietoperzy Dolnego Śląska. V. Trombidiformes, Sarcoptiformes (Acarina). *Wiadomości Parazytologiczne* 25: 105-117.
- [69] Harmata W. 1967. Występowanie *Trombicula (Leptotrombidium) russica* Oudemans, 1902 (Acarina, Trombiculidae) na nietoperzach mopkach *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774). *Wiadomości Parazytologiczne* 13: 267-273.
- [70] Haitlinger R., Ruprecht A.L. 1977. Przyczynek do fauny pasożytów zewnętrznych nietoperzy Puszczy Białowieskiej. *Przegląd Zoologiczny* 4: 332-334.
- [71] Haitlinger R., Ruprecht A.L. 1985. Stawonogi zebrane na nietoperzach z Kujaw (Acari, Siphonaptera). *Polskie Pismo Entomologiczne* 55: 615-618.
- [72] Hushcha G.J., Schluger E.G. 1967. New species of *Leptothrombium* - *L. silvaticum* (Acariformes: Trombiculidae). *Vestnik Zoologii* 1: 71-75 [In Russian].
- [73] Daniel M., Stekolnikov A.A., Hakimitabar M., Saboori A. 2010. Chigger mites (Acari, Trombiculidae) parasitizing small mammals in the Eastern Hindu Kush and some other Afghan areas. *Parasitology Research* 107: 1221-1233.
- [74] Kováčik J. 1984. Ticks (Ixodida), larval trombiculids (Trombidida) and lice (Anoplura) from small

- mammals in the Cergov Mountains (Western Carpathians, Czechoslovakia). *Miscellanea Zoologica Hungarica* 2: 39-42.
- [75] Oudemans A.C. 1910. Acarologische Aanteekeningen XXX. *Entomologische Berichten* 3(51): 29-34.
- [76] Shaw G. 1790. The autumnal acarus or harvest-bug. In: *The naturalist's miscellany*. (Eds. G. Shaw, F.P. Nodder). London: 42.
- [77] Hirst S. 1926. On the nymphal form of the harvest bug (*Trombicula (Neotrombicula) autumnalis* Shaw). *Annals of Applied Biology* 13: 140-143.
- [78] Schöler A., Maier W.A., Kampen H. 2006. Multiple environmental factor analysis in habitats of the harvest mite *Neotrombicula autumnalis* (Acari: Trombiculidae) suggests extraordinarily high euryoecious biology. *Experimental and Applied Acarology* 39: 41-62.
- [79] Haitlinger R., Jankowska A. 2005. Arthropods occurring on *Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1769) (Rodentia: Muridae) in Poland. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Zootechnika* LIII, 529: 35-44.
- [80] Kepka O. 1960. Die Trombiculidae (Acari) der Iberischen Halbinsel. II. Mitteilung. *Zeitschrift für Parasitenkunde* 20: 191-206.
- [81] Poliana T. 2012. Trombiculidae harvest mites (*Neotrombicula autumnalis*) infestation in dog in winter season – a case report. *Scientific Works. C Series. Veterinary Medicine* LVIII, 4: 306-311.
- [82] Walters B.L., Whitaker J.O.Jr., Gikas N.S., Wrenn W.J. 2011. Host and Distribution Lists of Chiggers (Trombiculidae and Tetranychidae), of North American Wild Vertebrates North of Mexico. Faculty Publications from the Harold W. Manter Laboratory of Parasitology. Paper 697.
- [83] Kepka O. 1964. Zur Taxonomie der Formen von *Neotrombicula (N.) autumnalis* (Shaw, 1790), (Acari, Trombiculidae). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 2: 123-173.
- [84] Hushcha G.I., Skliar V.E. 1989. Harvest mites of the family Trombiculidae in the steppe zone of the southeastern Ukraine. *Parazitologiya* 23: 29 [In Russian, English abstract].
- [85] Kolebinova M.G. 1974. Faunistic and ecological studies of the Trombiculid larvae (Acarina: Trombiculidae) infesting small mammals in the district of Sofia. *Izvestiya na Zoologicheskij Institut s Muzej* 39: 99-131 [In Bulgarian, English summary].
- [86] Oudemans A.C. 1909. Über die bis jetzt genauer bekannten Trombidium-larven und über eine neue Klassifikation der Prostigmata. *Tijdschrift voor Entomologie* 52: 19-61.
- [87] Daniel M., Pejčoch M., Kalúz S. 1995. Acarina: Prostigmata (Trombiculidae). *Folia Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Masarykianae Brunensis. Biologia* 92: 71-74
- [88] Kováčik J. 1983. Roztočie Čel'ade Trombiculidae (Acarina) drobných zemných cicavcov vichorlatu. *Zborník Východoslovenského Múzea v Košiciach Prírodné Vedy* 23: 183-190.
- [89] Tanaka K., Kaiwa J., Teramura S., Kagaya J. 1930. Beiträge zur japanischen Kedanikrankheit. *Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten* 116: 353-385.
- [90] Haitlinger R. 1980. Stawonogi występujące na *Mustela nivalis* L. 1766 i *Mustela putorius* L. 1758 w Polsce. *Przegląd Zoologiczny* 24: 209-212.
- [91] Imaz A., Galicia D., Moraza M.L., Stekolnikov A.A. 2006. Contribution to the knowledge of chigger mites (Acari: Trombiculidae) parasitizing *Apodemus sylvaticus* (L.) (Rodentia, Muridae) on the Iberian Peninsula. *Acarologia* 56: 53-64.
- [92] Kudryashova N.I., Lushchekina A.A. 2011. Chiggers mites (Trombiculidae) of small mammals of Mongolia. *Zoologicheskie Issledovania* 11 [In Russian].
- [93] Ree H.I., Cho M.K., Lee I.Y., Jeon S.H. 1995. Comparative epidemiological studies on vector/reservoir animals of tsutsugamushi disease between high and low endemic areas in Korea. *Korean Journal of Parasitology* 33: 27-36.
- [94] Xing-Yuan M., Xian-Guo G., Wen-Ge D., Ai-Qin N., Ti-Jun Q., Dian W. 2007. Ectoparasites of Chevrier's field mouse, *Apodemus chevrieri*, in a focus of plague in southwest China. *Medical and Veterinary Entomology* 21: 297-300.
- [95] Sasa M., Hayashi S., Sato K., Miura A., Asahina S. 1950. Studies on tsutsugamushi, part 5. Chiggers collected in the Mt. Fuji area Tokyo Iji Shinshi. *The Tokyo Medical Journal* 67: 4.
- [96] Haitlinger R. 1981. *Neotrombicula vulgaris* (Schluger, 1955) i *N. talmiensis* (Schluger, 1955) (Acarina, Trombiculidae) w Polsce. *Przegląd Zoologiczny* 25: 527-530.
- [97] Willmann C. 1942. Zwei neue Trombidioseerreger aus der Steiermark. *Zeitschrift für Parasitenkunde* 12: 639-644.
- [98] Literák I., Honza M., Pinowska B., Haman A. 2001. Larvae of Trombiculid Mites (Acarina: Trombiculidae) in Wild Birds in the Slovak and Polish Carpathians. *Acta Veterinaria* 70: 479-483.
- [99] Stekolnikov A.A. 1999. A revision of the chigger mites species group *vulgaris* (Trombiculidae: *Neotrombicula*). *Parazitologiya* 33: 387-403 [In Russian, English summary].
- [100] Oudemans A.C. 1906. Acarologische Aanteekeningen XXI. *Entomologische Berichten* 2: 37-48.
- [101] Haitlinger R., Łupicki D. 2008. Arthropods (Acari, Siphonaptera, Heteroptera, Psocoptera) associated with *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774) (Chiroptera: Vespertilionidae) in Southern Poland. *Wiadomości Parazytologiczne* 54: 123-130.
- [102] Willmann C. 1955. Eine Ausbeute parasitischer Acari von Kleinsäugetern auf Sizilien. *Zeitschrift für*

- Parasitenkunde* 17: 175-184.
- [103] Shatrov A.B. Kudryashova N.I. 2008. Taxonomic ranking of major trombiculid subtaxa with remarks on the evolution of host-parasite relationships (Acariformes: Parasitengona: Trombiculidae). *Annales Zoologici* 58: 279-287.
- [104] Daniel M. 1965. Some questions of the dispersal of adult trombiculid mites in the soil. *Acarologia* 7: 527-531.
- [105] Shaw M. 2010. Post-larval stages of *Ascoschoenastia* (*Laurentella*) *lorius* (Gunther) (Acariformes: Trombiculidae) provide evidence for a nest-based life history. *Zootaxa* 2680: 55-64.

Received 10 March 2014

Accepted 22 April 2014