

Różnorodność i znaczenie muchówek z rodziny narzępikowatych – pasożytów jeleniowatych

JERZY KOWAL, PAWEŁ NOSAL, SŁAWOMIR KORNAŚ, MAREK WAJDZIK*,
MARCIN MATYSEK**, MARTA BASIAGA

Zakład Zoologii Środowiskowej, Instytut Nauk o Zwierzętach, Wydział Hodowli i Biologii Zwierząt,
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków

*Zakład Zoologii Leśnej i Łowiectwa, Instytut Ekologii i Hodowli Lasu, Wydział Leśny,
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, al. 29-Listopada 46, 31-425 Kraków

**Instytut Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk, al. Mickiewicza 33, 31-120 Kraków

Otrzymano 03.09.2015

Zaakceptowano 17.10.2016

Kowal J., Nosal P., Kornaś S., Wajdzik M., Matysek M., Basiaga M. Biodiversity and importance of hippoboscids infection in cervids

Summary

The present paper focuses on three species belonging to the family Hippoboscidae: *Hippobosca equina*, *Lipoptena cervi* and *L. fortisetosa* – haematophagus ectoparasites typical of cervids. In Europe, the forest flies (*H. equina*) are observed mainly in horses and cattle, but the primary host of this parasite is the red deer (*Cervus elaphus*). The host group of deer keds *Lipoptena* sp. include different ruminant species belonging to Cervidae (moose, red deer, sika deer, fallow deer, roe deer and maral) and Bovidae family (mouflon, european bison, cattle, sheep and goat). Furthermore, some species of carnivores (European badger, dog and red fox) can be accidental hosts.

The presence of adult hippoboscids in the environment shows strong seasonality. One or two generations of *H. equina* occurs from May to October. The alate forms of univoltine *Lipoptena cervi* and probably multivoltine *L. fortisetosa* appear from August to September, and from June to September, respectively. During warm autumns, both species can be observed in late October, or even November.

Hippobosca equina and *Lipoptena cervi* are native species, unlike the foreign *L. fortisetosa*. This Asian species was noted in Europe for the first time in the 1960s, and has rapidly spread in numerous countries. The most probable way of *L. fortisetosa* introduction to Europe was translocation via host (probably sika deer), or natural dispersion throughout Eurasia. Therefore *L. fortisetosa* should be treated as an alien invasive species in Poland and Europe.

Interest in these three neglected dipteran species has increased after reports of their veterinary and medical importance. All these parasite species are able to attack humans. Bites of these insects are considered painful, cause skin lesions with the presence of characteristic persistent pruritic papules, and, in extreme cases, may result in an anaphylactic reaction. Hippoboscids can play a role in the transmission of bacterial pathogens, including *Anaplasma* and *Bartonella* genera, dangerous for humans and animals. Permanent and intensive attacks on humans, during the seasonal mass occurrence of these parasites, can hinder forestry work, as well as harvesting, recreation, and hunting activities in forested areas.

Keywords: *Hippobosca*, *Lipoptena*, parasites, invasive species, Cervidae

Rodzina narzępikowatych (*Hippoboscidae*) obejmuje liczne gatunki pasożytujące zarówno na ptakach, jak i ssakach. W Polsce pasożytami ssaków są narzępik koński *Hippobosca equina*, strzyżak jeleni *Lipoptena cervi*, *L. fortisetosa* (ryc. 1) oraz wpleszcz owczy *Melophagus ovinus*. Pierwsze trzy wymienione gatunki pasożytują głównie na jeleniowatych (*Cervidae*), natomiast wpleszcz jest typowym pasożytem owcy, jak również introdukowanego w kraju muflona. Jest

to mało znana i jednocześnie bardzo interesująca grupa krwiopijnych muchówek, jednak w krajowej literaturze brakuje publikacji podsumowujących aktualną wiedzę na temat ich biologii i znaczenia. Takie opracowanie jest szczególnie istotne ze względu na coraz częstsze doniesienia o masowych pojawach tych owadów i atakowaniu przez nie zwierząt łownych oraz ludzi przebywających na obszarach leśnych.

Biologia i opis gatunków pasożytów

Przedstawiciele rodziny narzępikowatych jako krwio pijne muchówki, bytujące na skórze i w sierści zwierząt, są ewolucyjnie przystosowane do pasożytniczego trybu życia (3). Pasożytniczy tryb życia prowadzą zarówno samice, jak i samce. Owady te posiadają ciało krępe, silnie spłaszczone grzbietowo-brzusznie, barwy brązowoszarej, pokryte licznymi szczecinkami. Mają owalną głowę, silnie złączoną z tułowiem, wyposażoną w oczy złożone (czasem występują również przyoczniki), krótkie czułki i kłująco-ssący aparat gębowy. Odnóża u tych muchówek są silne, szeroko rozstawione, z budową stopy pozwalającą utrzymywać się na pojedynczych włosach (16). Odwłok jest owalny, szczególnie duży u samic.

Porównując budowę skrzydeł poszczególnych gatunków narzępikowatych, można zauważyć stopniową utratę zdolności do lotu, na rzecz związania się z żywicielem. Występują tu gatunki posiadające skrzydła: w pełni lotne (narzępik koński), o zredukowanym użytkowaniu (strzyżaki *Lipoptena* sp.) oraz całkowicie uwstecznione (tzw. wtórna bezskrzydłość obserwowana u najsilniej związanego z żywicielem wpleszcza owczego).

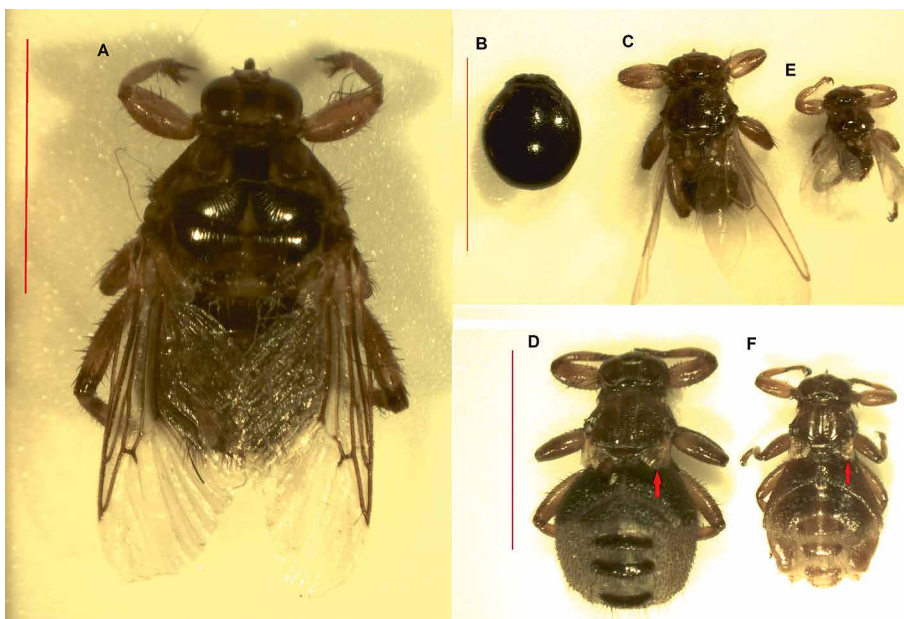
Narzępik koński (*Hippobosca equina*) jest stosunkowo dużą muchówką, o ciele długości 6,5-8 mm (3), u której przez cały okres życia imaginalnego występują skrzydła zdolne do lotu (ryc. 1 A). Z kolei przedstawiciele rodzaju *Lipoptena* (ryc. 1 C i E) osiągają mniejsze rozmiary, tj. od około 3 mm (*L. fortisetosa*) do 5,5-6 mm (*L. cervi*) i ich postacie imaginalne w okresie pasożytowania są bezskrzydłe – gubią skrzydła po znalezieniu żywiciela (ryc. 1 D i F).

W obrębie rodzaju *Lipoptena* obserwowano różnice w ubarwieniu, wymiarach (długość ciała 7,5-8,2 mm) i morfologii pomiędzy osobnikami zbieranymi z łosia i sarny (33). Historycznie, strzyżaki z rodzaju *Lipoptena*, znalezione u łosia na terytorium obecnej Białorusi, zostały początkowo opisane jako *Lipoptena alcis* Sznabl 1881, a następnie sklasyfikowane jako podgatunek *L. cervi alcis* (Sznabl, 1882). Dalsze badania porównawcze (24) potwierdziły obserwowane różnice. Tymczasem wyniki badań molekularnych prowadzonych w Skandynawii wskazują na istnienie kilku populacji w obrębie jednego gatunku *Lipoptena cervi*, pasożytującego u jeleniowatych, których duża zmienność morfologiczna wynika głównie z wpływu czynników klimatycznych (20).

Rozpoznanie gatunku *H. equina* nie nastęrcza trudności ze względu na duże rozmiary i obecność skrzydeł. W przypadku gatunków z rodzaju *Lipoptena* identyfikacja jest trudniejsza i obejmuje, oprócz porównania wymiarów ciała obu gatunków, określenie liczby szczecinek występujących na śródtułowiu (3, 32).

Cykl rozwojowy opisywanych muchówek przebiega z larworodnością i przeobrażeniem zupełnym (holometabolia). Kopulacja odbywa się na żywicielu, a wyklucie i rozwój larw od I do III stadium przebiega w jajowodzie samicy, gdzie wydzielina ściany tego narządu służy im jako źródło pokarmu (41). Tuż przed przepoczwarceniem larwy III stadium opuszczają ciało samicy, opadają na podłoże i w ciągu około godziny przekształcają się w poczwarki typu bobówki (ryc. 1 B) (3). Po przepoczwarczeniu owady w początkowej fazie stadium imago posiadają skrzydła, poszukują żywiciela, są jednak zdolne do lotu tylko na niewielkie odległości (2, 3).

Narzępikowate cechuje sezonowość występowania postaci dojrzałych w środowisku, tj. poza żywicielem, która jest różna dla poszczególnych gatunków. Okres pojawów jednej lub dwóch generacji narzępika końskiego przypada na okres od maja do października (3), a w przypadku strzyżaka jeleniego (*L. cervi*), loty w Europie – w tym również w Polsce – odbywają się od sierpnia do września. Według danych literaturowych, w ciągu roku pojawia się tylko jedno pokolenie tych ektopasożytów (16). Z kolei dla *L. fortisetosa* okres aktywności przypada prawdopodobnie na czerwiec-wrzesień (32). W czasie ciepłych jesieni obydwa gatunki z rodzaju *Lipoptena* są jednak obserwowane w Polsce również w październiku, a nawet w listopadzie (57, obserwacje własne). Podobne dane pochodzą z Japonii (55), gdzie także w strefie



Ryc. 1. Gatunki narzępikowatych pasożytujące u jeleniowatych (skala = 5 mm): A – narzępik koński *Hippobosca equina* imago; B-D – strzyżak jelenia *Lipoptena cervi*; E, F – *Lipoptena fortisetosa* (B – bobówka; C, E – imago postać uskrzydłona; D, F – imago zebrane z żywiciela, z zaznaczonymi strzałką kikutami po oderwanych skrzydłach)

klimatu umiarkowanego *L. fortisetosa* pojawia się w okresie od maja do listopada, ze szczytem liczebności w miesiącach letnich, a w ciągu roku rozwijają się dwa pokolenia tych muchówek. Można zatem przypuszczać, że sezonowość pojawów tego gatunku w naszym kraju jest podobna.

W Europie głównymi żywicielami narzępika końskiego nie są – wbrew powszechnej i podawanej w wielu opracowaniach opinii – koniowate i bydło (3, 14), lecz jeleniowate, w tym głównie jelen szlachetny (*Cervus elaphus*) (12). Pasożyt ten jest jednak rzadko obserwowany na jeleniach, co prawdopodobnie wiąże się z szybkim opuszczaniem ciała swojego żywiciela po jego śmierci, np. w wyniku odstrzału. Być może z tego powodu w Polsce *H. equina* notowana jest głównie u koni (51). Bydło i konie atakowane są najczęściej podczas wypasu na pastwiskach zlokalizowanych w pobliżu lasu (2).

Z kolei krąg żywicielski obu gatunków z rodzaju *Lipoptena* wydaje się dość szeroki i obejmuje jeleniowate (łoś, jelen szlachetny, jelen wschodni (sika), daniel, sarna, renifer, maral) i pustorogie (muflon, żubr, bydło domowe, koza i owca) oraz dziki (13, 23, 27, 28, 40, 42, 45, 57). Sporadycznie muchówki te były stwierdzane również u ssaków drapieżnych, tj. borsuka, psa i lisa (19, 25, 33).

Prewalencja inwazji (*L. cervi*) zależy od gatunku żywiciela (16, 47), wykazując poza tym różnice sezonowe i jest najwyższa jesienią oraz zimą (26). Najczęściej i najbardziej intensywna inwazja stwierdzana jest u łosi, uznawanych za typowych żywicieli tej muchówki, u których ekstensywność zarażenia sięga 80-100% (22, 26, 48). Znacznie rzadziej pasożyty te występują na pozostałych gatunkach jeleniowatych. Z kolei dla *L. fortisetosa* brak jest jednoznacznych danych dotyczących ich dominującego żywiciela. W Europie rolę tę prawdopodobnie pełni sarna.

Spośród czynników wpływających na liczebność populacji muchówek z rodzaju *Lipoptena* należy wymienić obecność specyficznych żywicieli, zagęszczenie ich populacji (38) oraz warunki klimatyczne (18, 43). Jak twierdzi Balashov (1), w przypadku strzyżaka jeleniego (*L. cervi*) zwiększenie liczebności muchówek związane jest z pojawieniem się lub wzrostem liczebności populacji łosia. W Polsce łoś jest gatunkiem stosunkowo nielicznym (15), zatem można wnosić, że populacja strzyżaków z powodzeniem rozmnaża się również na innych jeleniowatych.

Zarówno imago, jak i poczwarki (bobówki) strzyżaka jeleniego cechuje duża odporność na niskie temperatury, co związane jest m.in. z wytwarzaniem przez nie substancji krioprotekcyjnych (43). W czasie niskich temperatur bobówki przechodzą w stan diapauzy, a ich dalszy rozwój jest wznawiany w ciepłych miesiącach roku (18). Prawdopodobnie podobne zjawisko następuje także u *L. fortisetosa*.

Dotychczas nie analizowano zależności pomiędzy presją potencjalnych drapieżników a liczebnością form

rozwojowych strzyżaków. Przeprowadzone ostatnio badania wskazują jednak, że w ograniczaniu występowania tych muchówek duże znaczenie mają drobne ssaki (nornica ruda) i ptaki (głównie sikory), zjadające ich bobówki (29, 30).

Rozmieszczenie geograficzne i obserwowane zmiany zasięgów występowania narzępikowatych

Narzępik koński *H. equina* występuje w Europie, w tym w Polsce oraz w Azji i w Afryce (3). Z kolei strzyżak jeleni *L. cervi* jest gatunkiem pospolitym w większości krajów Europy oraz Ameryce Północnej, gdzie został zawleczony w XIX w. (52). W Polsce występuje na terenie całego kraju (27). *L. fortisetosa* jest natomiast gatunkiem typowym dla azjatyckich jeleniowatych: sarny syberyjskiej (*Capreolus pygargus*) i jelenia wschodniego (sika) (*Cervus nippon*) (8, 36). Pierwsze doniesienia o jego obecności w Europie pochodzą z lat 60. XX w. (58), a na przestrzeni ostatnich lat obserwuje się jego postępującą ekspansję (4, 11, 42, 46, 53).

Przyczyny pojawienia się *L. fortisetosa* w Europie nie są jasne. Prawdopodobnie nastąpiło ono poprzez naturalną dyspersję tego gatunku poza terytorium Azji lub przez jego introdukcję wraz z obcymi gatunkami ssaków. W wyniku naturalnego rozprzestrzeniania się, gatunek ten mógł przeniknąć do populacji sarny europejskiej, poprzez jej kontakt z sarną syberyjską. Hipotetycznie sytuacja taka mogła mieć także miejsce w czasie okresowych ociepleń klimatu, ponieważ zasięgi występowania wymienionych gatunków saren nakładają się na niewielkim obszarze, a czynnikiem izolującym ich populacje jest zaleganie pokrywy śnieżnej (54). Drugą przyczyną mogło być wprowadzenie *L. fortisetosa* wraz z introdukcją jelenia sika, bytującego obecnie w naszym kraju, aczkolwiek w badaniach tego gatunku jelenia w Polsce pasożyty nie zostały stwierdzone (23, 24). Inną możliwością zawleczenia stanowiły również prowadzone sporadycznie w XIX w. introdukcje sarny syberyjskiej.

W Polsce pierwsze obserwacje *L. fortisetosa* prowadzono na Dolnym Śląsku pod koniec lat 80. XX wieku (4). Wcześniej, w obszernych badaniach Kadulskiego (27) z lat 1973-1980, na terytorium Polski notowano jedynie strzyżaka jeleniego. *L. fortisetosa* zaobserwowano ponownie dopiero w latach 2007-2012 u jeleni i saren bytujących na północy kraju (7, 21) oraz w środowisku naturalnym (poza żywicielem) na stanowiskach zlokalizowanych w północno-wschodniej i południowej Polsce, w tym w polskiej części Tatr (32, 39).

Z powodu obserwowanego w ostatnich latach dynamicznego rozprzestrzeniania się *L. fortisetosa* na terytorium Polski można go uznać za gatunek inwazyjny, a dodatkowo – ze względu na możliwość zawleczenia tego pasożyta wraz z introdukowanym żywicielem do różnych krajów europejskich – za tzw. obcy gatunek inwazyjny.

Znaczenie narzępikowatych

Negatywne oddziaływanie narzępikowatych na żywiciela ma przede wszystkim charakter pośredni, ze względu na możliwość przenoszenia różnych patogenów. Natomiast ich bezpośredni wpływ na kondycję, szczególnie zwierzyny płowej, nie został do tej pory dokładnie poznany (43), wykazano jednak zmiany w zachowaniu u silnie zarażonych zwierząt, polegające na ograniczeniu okresu odpoczynku, co może prowadzić do nadmiernych strat energii (34). Masowe inwazje strzyżaka jeleniego są m.in. rozpatrywane jako jeden z czynników powodujących śmiertelną chorobę „hair loss syndrome” u łosi na terenie Skandynawii (37).

Rola narzępikowatych jako wektorów chorób także nie jest dokładnie zbadana. Narzępik koński może przenosić bakterie z rodzaju *Bartonella* (17), szczególnie niebezpieczne dla bydła, co ma duże znaczenie w czasie migracji tych owadów, zagrażając wypasanyim stadom zwierząt. W przypadku *Bartonella* sp. wykazano ponadto, że możliwy jest pionowy transfer bakterii, tzw. zarażenie transowarialne (z samicy muchówki poprzez jaja i larwy na przyszłe potomstwo) (31). Strzyżaki są także wektorami bakterii z rodzaju *Anaplasma* (49). Badania innych autorów (6, 10) potwierdziły ponadto u tych muchówek obecność bakterii z rodzaju *Borrellia*, jednak nie jest pewne, czy patogeny te są przenoszone na żywiciela w czasie żerowania. Z kolei wyrywkowe badania Zemana (59) prowadzone w Czechach nie wykazały obecności tych bakterii u narzępikowatych. *Lipoptena* spp. mogą być także wektorami prawdopodobnie niepatogenicznych dla zwierząt i człowieka pierwotniaków z rodzaju *Trypanosoma* (świdrowców) (5).

Ataki imago strzyżaków *Lipoptena* spp. są jednorazowe – do czasu osiedlenia się pasożyta na żywicielu, zatem transfer patogenów do organizmu człowieka jest znacznie bardziej prawdopodobny przy przechodzeniu pasożytów z upolowanych zwierząt (np. podczas oprawiania tuszy), czemu sprzyja opuszczanie wychładzającego się ciała żywiciela przez muchówki instynktownie poszukujące kolejnego źródła pokarmu. Tymczasem narzępik koński, z uwagi na częste zmiany żywicieli, może mieć duże znaczenie jako wektor patogenów. Sytuację osób przebywających lub pracujących w lasach dodatkowo komplikuje brak repelentów działających skutecznie przeciw narzępikowatym (2).

W Polsce masowy atak muchówek z rodzaju *Lipoptena* został udokumentowany w Puszczy Niepołomickiej (56), gdzie w czasie 5 minut marszrutu obserwowano naloty aż 20-30 osobników strzyżaka jeleniego na człowieka. Stałe oraz bardzo liczne ataki narzępikowatych mogą zatem utrudniać prowadzenie prac leśnych, obniżać wartość rekreacyjną takich terenów, a także ograniczać poboczne ich użytkowanie (zbiór runa leśnego, grzybów i myślistwo).

Ukłucia narzępikowatych są uznawane za bolesne i często prowadzą u człowieka do wytworzenia się stanu zapalnego skóry cechującego się obecnością charakterystycznych grudek, któremu towarzyszy świąd (50). Ukłucia narzępika końskiego mogą być ponadto u ludzi przyczyną wstrząsu anafilaktycznego (9). Na ataki narzępikowatych narażone są również psy przebywające na obszarach leśnych, w tym szczególnie psy myśliwskie. Pasożyty mogą przebywać na ich skórze przed długi czas, powodując zmiany zapalne (19).

Dotychczas nie zostały opracowane skuteczne metody zwalczania narzępikowatych w środowisku ani ograniczania ich inwazji u jeleniowatych. Podjęte próby ograniczania zarażenia łosi poprzez przemieszczanie ich lokalnych populacji w terenie (za pomocą zmian miejsc wykładania lizawek solnych) nie przyniosły oczekiwanych rezultatów (44). Ustalono jedynie, że podawanie leków (makrocycliczne laktony, np. iwermektyna) przeciwko pasożytom w półotwartych hodowlach jeleniowatych jest efektywne w zwalczaniu inwazji *Lipoptena cervi* (35).

W świetle dotychczasowych badań (w tym wstępnych, niepublikowanych własnych badań terenowych), narzępikowate nabierają coraz większego znaczenia zarówno dla parazytologii weterynaryjnej, jak i medycznej. Dzieje się tak z uwagi na przypuszczalny wpływ pasożytów na kondycję i zachowania osobnicze zwierząt wolno żyjących, w tym szczególnie jeleniowatych oraz możliwość przenoszenia chorób zakaźnych podczas ataków na człowieka. Docelowe badania powinny dotyczyć przyczyn nasilających się pojawów gatunków z rodzaju *Lipoptena*, głównie stosunkowo nowego dla krajowej fauny *L. fortisetosa*, a także pełnego rozpoznania zarażenia jeleniowatych narzępikiem końskim – *Hippobosca equina* w naszym kraju.

Piśmiennictwo

1. Balashov Y. S.: The fluctuations of abundance of the deer louse-fly *Lipoptena cervi* (Hippoboscidae) in forests of the North-West Russia. *Parasitologia* 1996, 32, 182-184.
2. Bergvall K.: Advances in acquisition, identification, and treatment of equine ectoparasites. *Clin. Tech. Equine Pract.* 2005, 4, 296-301.
3. Borowiec L.: Wpłyszczowate – Hippoboscidae. Klucze do oznaczania owadów Polski. Część XXVIII, zeszyt 77. PWN, Warszawa-Wrocław 1984.
4. Borowiec L., Zatwarnicki T.: *Lipoptena fortisetosa* Maa, 1965 (Diptera, Hippoboscidae), nowy gatunek dla fauny Polski. *Prz. Zool.* 1989, 33, 579-582.
5. Böse R., Petersen K.: *Lipoptena cervi* (Diptera), a potential vector of Megatrypanum trypanosomes of deer (Cervidae). *Parasitol. Res.* 1991, 77, 723-725.
6. Burakova O.: Detection of the spirochete *Borrelia burgdorferi* in louse flies *Lipoptena cervi* Linnaeus (Hippoboscidae). 4th International Congress of Dipterology. Keble College, Oxford 1998, s. 28-29.
7. Cydzik K., Kadulski S.: Parasitic insects of the red deer (*Cervus elaphus* L.) in Northeastern Poland, [w:] Buczek A., Błaszak C. (red.): *Stawonogi. Inwazje i ich ograniczanie*. Akapit, Lublin 2009, s. 113-115.
8. Danilkin A. A.: *Capreolus pygargus*. *Mammalian Species* 1995, 512, 1-7.
9. Decastello A., Farkas R.: Anaphylactic reaction following forest fly (*Hippobosca equina*) bite: a human case. *Clin. Exp. Med. J.* 2010, 4, 193-198.
10. Doby J. M., Bigaignon G., Degeilh B., Guiguen C.: Ectoparasites des grands mammifères sauvages, cervidés et suidés, et Borreliose de Lyme. Recherche de *Borrelia burgdorferi* chez plus de 1400 tiques, poux, pupipares et puces. *Rev. Med. Vet. Toulouse* 1994, 145, 743-748.

11. Dumčius O., Pakalniškis S.: A contribution to the list of Lithuanian dipteran fauna. New and Rare for Lithuania Insect Species 2006, 17, 50-56.
12. Emden H. van: Handbook of agricultural entomology. Wiley and Blackwell, Chichester 2013, s. 192.
13. Grunin K. J.: Hippoboscidae – krovososki, [w:] Bej-Bienko G. J. (red.): Opredlitl nasekomykh evropskoj czasti SSSR. T. 5, Nauka, Leningrad 1970, ss. 979-987.
14. Gundlach J. L., Sadzikowski A. B.: Parazytologia i parazytozy zwierząt. PWRiL, Warszawa 2004, s. 255-256.
15. GUS. Leśnictwo 2014 – informacje i opracowania statystyczne. GUS Departament Rolnictwa, Warszawa 2014, s. 166.
16. Haarlov N.: Life Cycle and Distribution Pattern of *Lipoptena cervi* (L.) (Dipt., Hippobosc.) on Danish Deer. *Oikos* 1964, 15, 93-129.
17. Halos L., Jamal T., Maillard R., Girard B., Guillot J., Chomel B., Vayssières-Taussat M., Boulouis H. J.: Role of Hippoboscidae flies as potential vectors of *Bartonella* spp. infecting wild and domestic ruminants. *Appl. Environ. Microb.* 2004, 70, 6302-6305.
18. Härkönen L.: Seasonal variation in the life histories of a viviparous ectoparasite, the deer ked. *Praca dokt. Department of Biology, University of Oulu, Oulu* 2012.
19. Hermosilla C., Pantchev N., Bachmann R., Bauer C.: *Lipoptena cervi* (deer ked) in two naturally infested dogs. *Vet. Rec.* 159, 2006, 286-287.
20. Jaakola M., Ojanen M., Hurme M., Mutagen N., Välimäki P., Kaitala A.: Morphological variation between populations of the expanding ectoparasitic deer ked *Lipoptena cervi* (Diptera: Hippoboscidae) in Fennoscandia. *Biological Journal of the Linnean Society* 2015, 116, 432-448.
21. Jedrysiak D., Kadulski S.: Parasitic arthropods of roe deer *Capreolus capreolus* (L.) of the region of Pojezierze Południowobałtyckie (The Southern Baltic Lake District), [w:] A. Buczek, C. Błaszak (red.): *Arthropods. The medical and economic importance*. Akapit, Lublin 2012, s. 95-103.
22. Kadulski S.: Dalsze badania nad stawonogami pasożytniczymi łosia *Alces alces* w Polsce. *Wiad. Parazytol.* 1996, 42, 349-355.
23. Kadulski S.: Ectoparasites of sika deer in Poland. *Acta Parasitol.* 2000, 45, 163.
24. Kadulski S.: Hippoboscidae, [w:] Piotrowski F. (red.): Pasożyty zewnętrzne przeżuwaczy domowych i łownych. *Monografie Parazytologiczne 9*. PWN, Warszawa 1980.
25. Kadulski S.: Pasożyty zewnętrzne lisa (*Vulpes vulpes* L.) na Pomorzu Gdańskim. *Wiad. Parazytol.* 2007, 53 (suplement), 144.
26. Kadulski S.: The dynamics of infestation of the Cervidae with *Lipoptena cervi* L. (Diptera, Hippoboscidae) on the territory of Poland. *Wiad. Parazytol.* 1974, 20, 703-707.
27. Kadulski S.: Występowanie stawonogów pasożytniczych na łownych Lagomorpha i Artiodactyla – próba syntezy. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Gdańskiego. Rozprawy i Monografie 132*. Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 1989.
28. Karbowski G., Demiaszkiewicz A. W., Pyziel A. M., Wita I., Moskwa B., Werszko J., Bień J., Goździk K., Lachowicz J., Cabaj W.: The parasitic fauna of the European bison (*Bison bonasus*) (Linnaeus, 1758) and their impact on the conservation. Part 1. The summarising list of parasites noted. *Acta Parasitol.* 2014, 59, 363-371.
29. Kaunisto S., Kortet R., Härkönen S., Kaitala A., Laaksonen S., Ylönen H.: Do small mammals prey upon an invasive ectoparasite of cervids? *Can. J. Zool.* 2012, 90, 1044-1050.
30. Kaunisto S., Välimäki P., Kortet P., Koskimäki J., Härkönen S., Kaitala A., Laaksonen A., Härkönen L., Ylönen A.: Avian predation on a parasitic fly of cervids during winter: can host-related cues increase the predation risk? *Biol. J. Linn. Soc.* 2012, 106, 275-286.
31. Korhonen E. M., Pérez-Verá C., Pulliainen A. T., Sironen T., Aaltonen K., Kortet R., Härkönen L., Härkönen S., Paakkonen T., Nieminen P., Mustonen A. M., Ylönen H., Vapalahti O.: Molecular detection of *Bartonella* spp. in deer ked pupae, adult keds and moose blood in Finland. *Epidemiol. Infect.* 2014, 5, 1-8.
32. Kowal J., Nosal P., Rościszewska M., Matysek M.: Nowe stanowiska *Lipoptena fortisetosa* Maa, 1965 (Diptera: Hippoboscidae) w Polsce. *Dipteron* 2009, 25, 27-29.
33. Kozłowski S.: Hippoboscidae i Nycteribidae. Klucze do oznaczania owadów Polski. Część XXVIII, zeszyt 77 i 79. PWN, Warszawa 1956.
34. Kynkäänniemi S.-M., Ketu M., Kortet R., Härkönen L., Kaitala A., Paakkonen T., Mustonen A.-M., Nieminen P., Härkönen S., Ylönen H., Laaksonen S.: Acute impacts of the deer ked (*Lipoptena cervi*) infestation on reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) behaviour. *Parasitol. Res.* 2014, 113, 1489-1497.
35. Kynkäänniemi S.-M., Kortet R., Härkönen L., Kaitala A., Paakkonen T., Mustonen A.-M., Nieminen P., Härkönen S., Ylönen H., Laaksonen S.: Threat of an invasive parasitic fly, the deer ked (*Lipoptena cervi*), to the reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*): experimental infection and treatment. *Ann. Zool. Fenn.* 2010, 47, 28-36.
36. Maa T. C.: A synopsis of the Lipopteninae. *J. Med. Entomol.* 1965, 2, 233-248.
37. Madslie K., Ytrehus B., Vikøren T., Malmsten J., Isaksen K., Hygen H. O., Solberg E. J.: Hair-loss epizootic in moose (*Alces alces*) associated with massive deer ked (*Lipoptena cervi*) infestation. *J. Wildlife Dis.* 2011, 47, 893-906.
38. Madslie K., Ytrehus B., Viljugrein H., Solberg E. J., Bråten R., Mysterud A.: Factors affecting deer ked (*Lipoptena cervi*) prevalence and infestation intensity in moose (*Alces alces*) in Norway. *Parasite. Vector.* 2012, 5, 251.
39. Matysek M., Kowal J.: Dwa nowe gatunki muchówek. *Tatry* 2014, 48, 64-65.
40. Mehlhorn H., Al-Rasheid K. A. S., Abdel-Ghaffar F., Klimpel S., Pohle H.: Life cycle and attacks of ectoparasites on ruminants during the year in Central Europe: recommendations for treatment with insecticides (e.g., Butox®). *Parasitol. Res.* 2010, 107, 425-431.
41. Meier R., Kotrba M., Ferrar P.: Oviviparity and viviparity in the Diptera. *Biol. Rev.* 1999, 74, 199-258.
42. Metelitsa A. K., Vasselkin G. A.: On parasitism of *Lipoptena fortisetosa* on cattle. *Parasitologia* 1989, 23, 276-277.
43. Paakkonen T.: Ecophysiology of the deer ked (*Lipoptena cervi*) and its hosts. *Praca dokt. Department of Biology, University of Eastern Finland, Joensuu* 2012.
44. Paakkonen T., Nieminen P., Roininen H., Mustonen A.-M.: Salt licks do not increase local densities of the deer ked, *Lipoptena cervi*, an abundant ectoparasite of cervids. *Med. Vet. Entomol.* 2014, 28, 307-313.
45. Paoń J.: Pasożyty muflonów, jeleni i sarn z terenu Dolnego Śląska. *Wiad. Parazytol.* 1994, 40, 279-292.
46. Pârnu C.: *Diptera* from the green corridor of the Danube (Romania). *Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle "Grigore Antipa"*. 2005, 48, 147-176.
47. Välimäki P., Kaitala A., Madslie K., Härkönen L., Várkonyi G., Heikkilä J., Jaakola M., Ylönen H., Kortet R., Ytrehus B.: Geographical variation in host use of a blood-feeding ectoparasitic fly: implications for population invasiveness. *Oecologia* 2011, 166, 985-995.
48. Välimäki P., Madslie K., Malmsten J., Härkönen L., Härkönen S., Kaitala A., Kortet R., Laaksonen S., Mehl R., Redford L., Ylönen H., Ytrehus B.: Fennoscandian distribution of an important parasite of cervids, the deer ked (*Lipoptena cervi*), revisited. *Parasitol. Res.* 2010, 107, 117-125.
49. Vichová B., Majláthová V., Nováková M., Majláth I., Čurlík J., Bona M., Komjáti-Nagyová M., Petko B.: PCR detection of re-emerging tick-borne pathogen, *Anaplasma phagocytophilum*, in deer ked (*Lipoptena cervi*) a blood-sucking ectoparasite of cervids. *Biologia* 2011, 66, 1082-1086.
50. Rantanen T., Reunala T., Vuojolahti P., Hackman W.: Persistent pruritic papules from deer ked bites. *Acta Derm.-Venereol.* 1982, 62, 307-311.
51. Romaniuk K., Gad K., Kiszka W.: Występowanie muchówki *Hippobosca equina* u koników polskich. *Med. Weter.* 2007, 63, 1100-1101.
52. Samuel B., Madslie K., Gonynor-McGuire J.: Review of deer ked (*Lipoptena cervi*) on moose in Scandinavia with implications for North America. *Alces* 2012, 48, 27-33.
53. Schumann H., Messer B.: Erstnachweis von *Lipoptena fortisetosa* Maa, 1965 in Deutschland (Dipt., Hippoboscidae). *Entomol. Nachr. Ber.* 1993, 37, 247-249.
54. Sempéré A. J., Sokolov V. E., Danilkin A. A.: *Capreolus capreolus*. *Mammalian Species* 1996, 538, 1-9.
55. Sonobe R.: Ecology of two species of Deer Ked (Diptera: Hippoboscidae) in Kinkasan Island, Miyagi Prefecture, Japan. *Kontyu* 1979, 47, 593-598.
56. Starzyk J.: Strzyżak jeleni, *Lipoptena cervi* (L.) (Diptera, Hippoboscidae) – pasożyt zewnętrzny parzystokopytnych. *Prz. Zool.* 1975, 17, 446-448.
57. Szczurek B., Kadulski S.: Dynamika infestacji *Lipoptena cervi* (L.) (Diptera, Hippoboscidae) u daniela z Pojezierza Pomorskiego. *Wiad. Parazytol.* 2001, 47, 67-72.
58. Theodor O.: *Lipoptena parvula*, n. sp. eine neue Art aus der Tschechoslowakei (Diptera, Hippoboscidae). *Acta Ent. Mus. Nat. Pra.* 1967, 37, 275-278.
59. Zeman P.: Borrelia – Infection rates in tick and insect vectors accompanying human risk of acquiring Lyme borreliosis in a highly endemic region in Central Europe. *Folia Parasit.* 1998, 45, 319-325.