

Parazitické hlístice hmyzu

Entomofilní hlístice, tedy hlístice žijící v asociaci s nějakým druhem hmyzu, můžeme jednoduše rozdělit na foretické, entomopatogenní a entomoparazitické. Tzv. foretické druhy využívají hmyz jako vektor, který je přenáší do nového prostředí, a pro své nositele jsou v drtivé většině případů neškodné. Opakem jsou entomopatogenní hlístice, tj. hlístovky, o nichž pojednával náš předchozí článek (Živa 2012, 1: 10–13). Na tomto místě bychom pouze stručně připomenuli, že jde o zástupce čeledí *Steinernematidae* a *Heterorhabditidae*, kteří žijí v symbióze s bakteriemi rodu *Xenorhabdus* a *Photorhabdus*, jež jsou zodpovědné za usmrcení hmyzího hostitele (odtud entomopatogenní) a zároveň pak slouží hlísticím jako potrava. Za entomoparazitické druhy považujeme ostatní entomofilní hlístice, které parazitují v těle hmyzu, ale nejsou obligátně vybaveny bakterií patogenní pro hmyz. Nejruznější zástupce entomoparazitických hlístic můžeme najít v celkem asi 24 čeledích. Obligátně parazitické druhy se vyskytují v čeledích *Mermithidae*, *Tetradonematidae*, *Syrphonematidae*, *Carabonematidae*, *Oxyuridae*, *Thelastomatidae*, *Sphaerulariidae*, *Allantonematidae* a *Fergusobiidae*. Právě těmto poněkud opomíjeným hlísticím se budeme věnovat v následujícím článku. Vzhledem k omezenému prostoru jsme zvolili především ty druhy, které se vyskytují na území České republiky. Kromě základních údajů o jednotlivých skupinách a obecných informací o ekologii hlístic si povšimneme i jejich praktického významu, tedy skutečnosti, jak ovlivňují populace různého člověku škodlivého hmyzu a jak jich můžeme využít.

Strunice

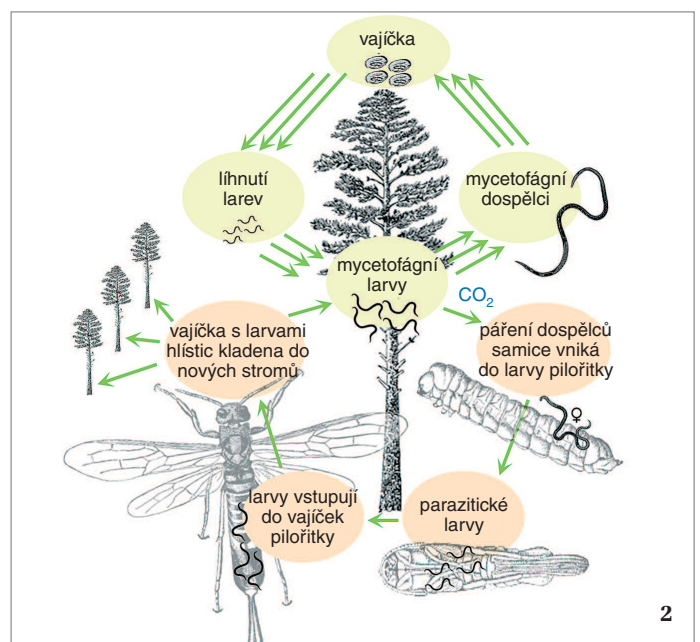
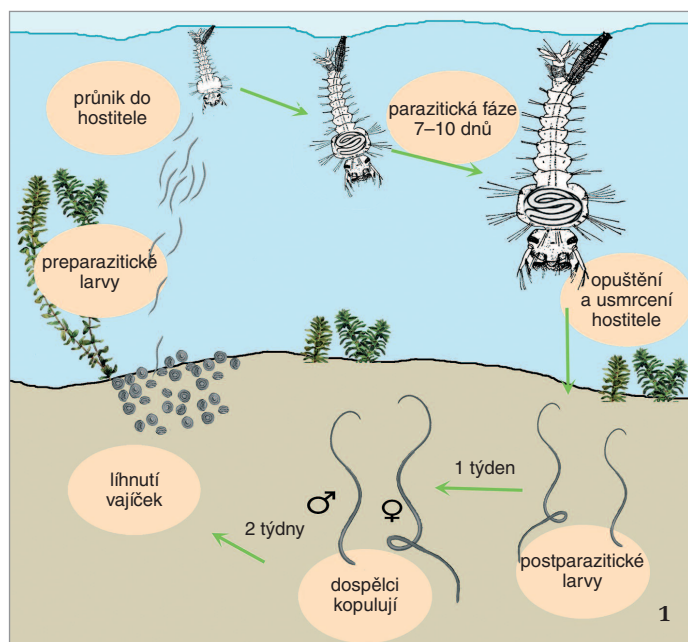
K jednomu z neznámějších parazitů mezi hlísty patří bezpochyby strunice (čeleď *Mermithidae*), které zahrnují jak vodní, tak i suchozemské druhy s mnohdy velmi komplikovanými životními cykly. (Nezaměňovat se strunovci – *Nematomorpha*, což jsou vodní, hlísticím podobní živočichové s parazitickými larvami, jež napadají různé bezobratlé, převážně hmyz.) Vodní cyklus (obr. 1) si můžeme ukázat na strunici *Romanomermis culicivorax*, která parazituje v larvách komárů. Cyklus této

strunice, poprvé nalezené v jezeře Charles v Luisianě (USA) v r. 1970 a vyskytující se i v Číně, Indii a Evropě, je následující: dospělí samci i samice těchto hlístic žijí na dně vodních nádrží, kde se v písku nebo bahně páří a samice pak kladou vajíčka volně do vodního prostředí a substrátu dna. Larvy prvního instaru se mohou líhnout ihned po naklazení, a to zpravidla po podráždění vyvolaném i nepatrným proudem vody nebo zvířením dna. Bez tohoto podráždění však vajíčka dokáží přežít na dně až pět let (Petersen 1981). Vylíhla pre-

parazitická (invazní) larva pak volně plave ve vodě a hledá hostitele, přičemž dává přednost mladším (náchylnějším) jedincům, kteří jí umožní dokončit celý vývoj. Uspěje-li, přichytí se na tělo komáří larvy, pomocí styletu (bodce) si prorazí otvor do kutikuly a vnikne do hostitele. Uvnitř se svlékne do parazitického stadia a vcelku rychle roste, takže během jednoho týdne dokončí vývoj. Když se larva svlékne do postparazitického stadia, opět prorazí kutikulu komáří larvy a opouští ji; hostitel v tuto chvíli vždy zahyne. Postparazit se během týdne vyvine v dospělého a celý cyklus se může v 3–6týdenních intervalech opakovat.

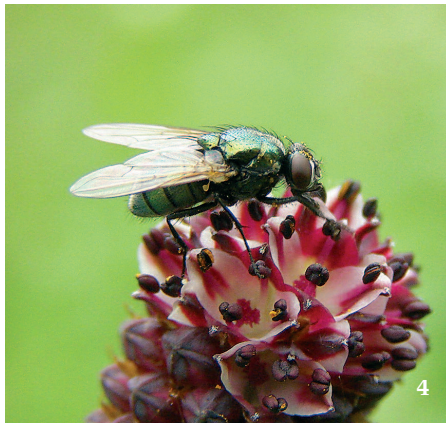
Výzkumy odhalily, že *R. culicivorax* je schopná napadnout více než 90 druhů komárů. U jednotlivých druhů však existují rozdíly v náchylnosti k infekci touto hlísticí. Např. starší larvy komárů bývají odolnější než mladé a podobně i komáři rodu *Culex* nejsou tak náchylní jako rod *Anopheles*. Důvod tohoto rozdílu nejspíš tkví v tom, že *Anopheles* tráví při vodní hladině více času než *Culex* a stává se tak snadnější obětí. Každopádně, velmi široké hostitelské spektrum dělalo z *R. culicivorax* vynikajícího kandidáta na biologický prostředek v boji proti komárům. Tato hlístice byla skutečně několik let komerčně chována a úspěšně využívána ve formě přípravku Skeeter doom (volně přeloženo zhoubá komárů). V průběhu 90. let však strunice vyklidily trh, vytlačeny levnějším přípravkem na bázi bakterie *Bacillus thuringiensis israelensis*.

Mezi další zajímavé druhy vodních strunic patří např. larvální paraziti muchniček (*Simuliidae*) – *Isomermis rossica*, *Gastromermis boophthorae* nebo *Mesomermis fluminalis*. Tyto druhy bývají většinou jednogenerační (s jedním cyklem ročně) a přezimujícím stadiem jsou zpravidla vajíčka. Parazitické larvy se uvnitř hostitelů vyskytují jen krátce v létě a na podzim a při kuklení hostitele se uvolňují do vody. V tu chvíli hostitel většinou uhynie. Za zmínku stojí způsob, jakým strunice muchničku napadá. Invazní stadium *M. fluminalis* se pohybuje po dně a vodní vegetaci, až narazí na přichycenou larvu

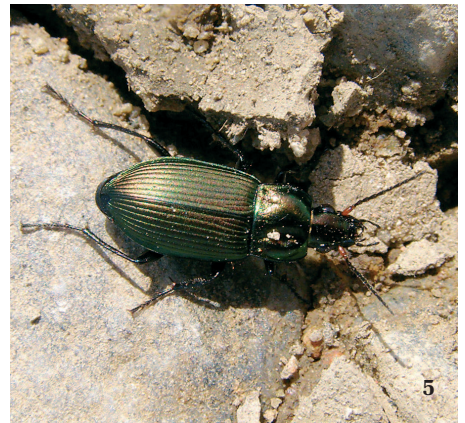




3



4



5

1 Životní cyklus strunice *Romano-mermis culicivora* z čeledi *Mermithidae* napadající larvy komárů (*Culicidae*). Orig. V. Půža

2 Životní cyklus hlístice *Beddingia* (syn. *Deladenus siricidicola*) z čeledi *Phaenopsitylenchidae* parazitující u pilořítek rodů *Sirex* a *Xeris*. Orig. V. Půža

3 Kobylky a různí jiní zástupci řádu rovnokřídlí (*Orthoptera*) se často stávají hostiteli hlístic čeledi *Mermithidae*, obzvláště strunice *Mermis nigrescens*.

4 Bzučivka *Lucilia aurata* na květenství krvavce totenu (*Sanguisorba officinalis*). Dvoukřídlí (*Diptera*) bývají rovněž vyhledávanými hostiteli mnoha čeledí hlístic, např. *Mermithidae* nebo *Allantonematidae*.

5 Střevlíkovití brouci (*Carabidae*), jako třeba střevlíček měděný (*Poecilus cupreus*), hostí hlístici *Carabonema hasei* z čeledi *Carabonematidae*.

6 Pestřenky (*Syrphidae*) jsou vítanými hostiteli hlístice *Syrphonema intestinalis* z čeledi *Syrphonematidae*.



6

muchničky. Následně postupuje po jejím těle až na hrud'. To se však neděje zcela v klidu, jelikož napadená larva muchničky parazita většinou odhalí a velmi prudce sebou mrská a škube ve snaze se ho zbavit. Jakmile strunice doputuje na hrud' a zahájí penetraci kutikuly, působením výměškových žláz dojde ke krátkému znehybnění larvy muchničky a pak už vývoj pokračuje obvyklým způsobem uvnitř hostitele.

Jedním z nejvýznamnějších a u nás velmi hojných terestrických (suchozemských) zástupců strunic je bezpochyby *Mermis nigrescens* – druh parazitující v kobyčkách (*Ensifera*) a sarančích (*Caelifera*). Oplozené samice po dešti nebo za ranní rosy vylézají na rostliny, kde kladou vajíčka. Udivující je rychlost kladení, která může činit až 1 000 vajíček za minutu. Vajíčka jsou sekretem byssových žláz (produkují pevná vlákna pro přichycení k podkladu) uchycená na rostlině, kde čekají, až je spolu s listem pozře hostitel. Takto vydrží života schopná po celou letní sezonu a za dostatečné vlhkosti i celý rok. Larvy se líhnou hned po pozření a skrze stěnu stěva si pomocí styletu razí cestu do tělní dutiny, kde prodělávají další vývoj. Ten u samčích larev trvá 6 a u larev samičích až 12 týdnů. Uvnitř těla hostitele bývá jedna až pět strunic. Zajímavé je, že pokud do napadeného rovnokřídlého hmyzu (*Orthoptera*) pronikne pouze jedna nebo dvě larvy,

vždy se z nich vyvinou samice, zatímco pokud se dostane do hostitele příliš velké množství larev (pozorované maximum je 100 larev, Platzer a kol. 2005), vyvinou se z nich jen samci. Hostitel uhynie poté, co ho opustí parazitické larvy, které perforují jeho kutikulu a proniknou 15–45 cm hluboko do půdy, kde se svlékají. Vývoj post-parazita trvá ještě 2–4 měsíce u samců, samice potřebují pro dosažení pohlavní dospělosti dalších až 6 měsíců. A tak, ačkoli hlístice přijímá potravu jen asi 2–3 měsíce uvnitř hostitele, celý její vývoj trvá dva roky.

Jiné druhy suchozemských strunic napadají širokou škálu hostitelů, jako jsou např. ponravý vrubounovitých brouků (strunice *Allomermis hagmeieri*) nebo vosy *Vespa pensylvanica* (*Pheromermis pachysoma*). Zajímavý životní cyklus mají zástupci druhu *Amphimermis bogongae*, který žije v jeskyních, kde na dně v půdě dochází ke kopulaci dospělců a líhnutí pre-parazitických larev. Larvy vylézají po stěnách jeskyně nahoru, kde napadají estivující housenky australské můry osenice druhu *Agrotis infusa*.

Čeď *Phaenopsitylenchidae*

Tato čeď je charakteristická střídáním heterosexuální parazitické generace s jednou či více volně žijícími partenogenetickými generacemi. Jako příklad nám může posloužit hlístice *Beddingia* (syn. *Deladenus siricidicola*), která je parazitem pilořítek rodů *Sirex* a *Xeris* (blanokřídlí – *Hymenoptera*). Tato hlístice zároveň představuje jeden z neúspěšnějších modelů biologické ochrany vůbec.

Pilořitka *Sirex noctilio* má jednoletý vývoj a její samice kladou desítky až stovky vajíček 10–20 mm hluboko do dřeva živých borovic (*Pinus*). Spolu s vajíčky

zanášá pilořitka do stromu také spory fytopatogenní houby *Amylostereum areolatum* a toxické látky, jejichž účelem je zabránit tvorbě polyfenolů (přirozených rostlinných obranných fungicidů). Ty by totiž zamezily růstu houby, a tak znemožnily i vývoj larev pilořítek, které se právě touto houbou živí. V případě úspěšné infekce spory hub vyklíčí a během několika týdnů rostoucí mycelium borovici často (ale ne vždy) zahubí. Toto působení může být velice destruktivní. V Austrálii a na Novém Zélandu způsobila zavlečená pilořitka *S. noctilio* významné škody na porostech borovice montereyské (*P. radiata*) s vysokou citlivostí k nákaze houbou; tento druh borovice je zde ovšem rovněž nepůvodní (dovezena z Kalifornie) a pěstuje se na hospodářských lesních plantážích.

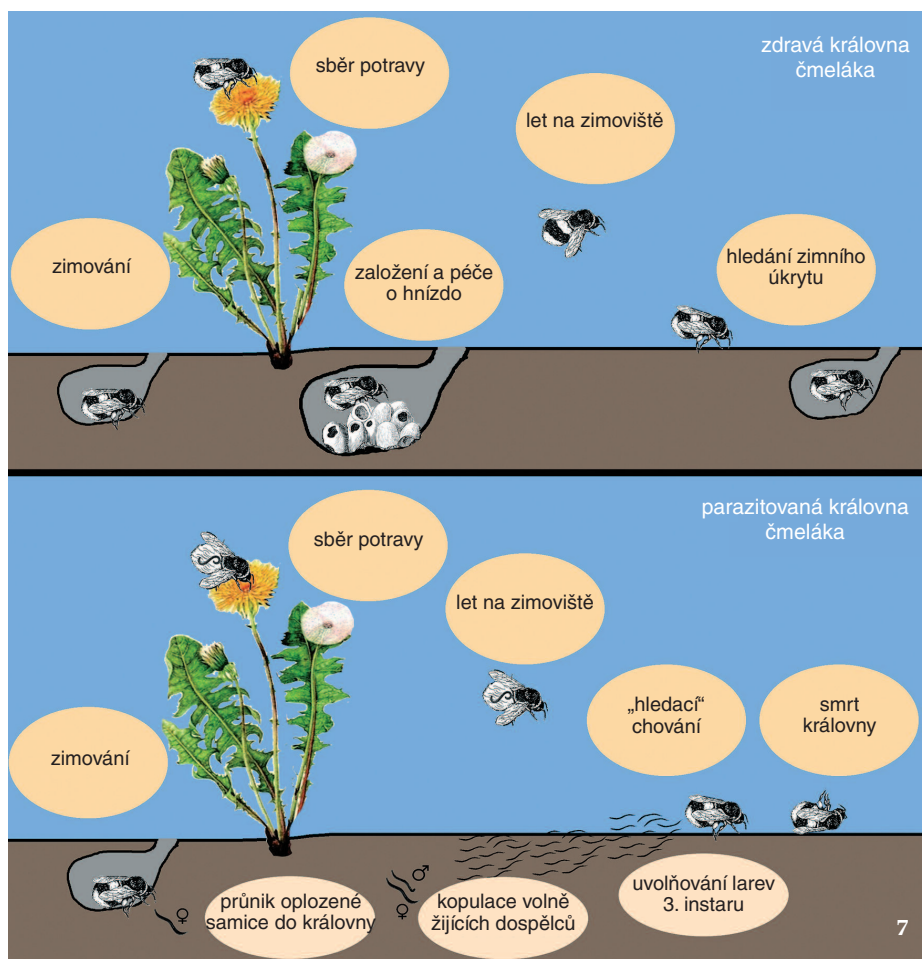
Hlístice *B. siricidicola* se vyznačuje dvěma životními cykly, mycetofágním a parazitickým (obr. 2). V případě mycetofágního cyklu jsou hlístice volně v napadeném stromě a živí se hyfami houby *A. areolatum*. Při parazitickém cyklu žijí uvnitř těl svých hostitelů. Cyklus začíná tím, že parazitovaná samička pilořítky naklade vajíčka, která mají uvnitř nebo i na svém povrchu larvy hlístice. Larvy se pak živí myceliem *A. areolatum*, dospělci dorůstají délky okolo 2 mm, páří se a kladou vajíčka, z nichž se za 4–5 dní líhnou další larvy. Při teplotě 22 °C dokončí svůj vývoj během 7 dnů. *Beddingia* může tímto způsobem přežít až čtyři roky (ca 100 generací) a trpělivě čekat na vhodnou příležitost rozšířit se na další stromy. Takovou příležitostí je výskyt larvy pilořítky, která produkuje ve své chodbičce oxid uhličitý. Pokles pH v okolním prostředí (důsledek produkce CO₂) se pak stane signálem pro přítomné larvy hlístic. Namísto velkých (2 mm) mycetofágních dospělců se z larev vyvinou menší (1 mm) pre-parazitické samice, které po oplodnění samicem pronikají za pomoci styletu skrze kutikulu do těla hostitelské larvy pilořítky. Přes zřasenou kutikulu přijímají živiny z hemolymfy hostitele a rychle rostou. Podle velikosti hostitele se mohou hlístice zvětšit až tisíckrát a v dorostlém stavu setrvávají do doby, kdy se larva pilořítky zakuklí. Asi týden po kuklení se reprodukční orgány hlístice začínou vyvíjet a během jediného týdne samice vyprodukuje tisíce vajíček, zůstávajících v jejím těle. Po vylíhnutí se larvy uvolní z těla matky do tělní dutiny hmyzu až v období líhnutí pilořítek z kukel. Následně migrují do vajíček samice pilořítky, kterou sterilizují

a jež pak šíří hlístice na další stromy kladením infikovaných vajíček. Každé z nich obsahuje místo mladé pilořitky 50–200 larev cizopasnika. V případě, že hlístice napadne larvu pilořitky, z níž se vyvine samec, její potomstvo uvnitř jeho těla uhynie, aniž by hostitele významně ovlivnilo.

B. siricidicola se tak díky své schopnosti šíření a vysoké parazitace populace stala prostředkem biologické ochrany borových lesů proti pilořítkám v Austrálii, Tasmánii, na Novém Zélandu, v Jižní Americe a Africe, kam lidé za tímto účelem introdukovali kmeny z Evropy, i když na Novém Zélandu byl výskyt *B. siricidicola* zaznamenán již v r. 1962. (Jde tedy o zajímavý případ využití v daných regionech nepůvodního parazita v boji se zavlečeným hmyzem škodícím na stromech rovněž zde nepůvodních a člověkem vysazovaných.) V současné době se produkční chovy hlístice realizují na houbě *A. areolatum* na umělém médiu a larvy odchovaných hlístic se aplikují přímo do trachejí stromu pomocí speciálních kladívek, která pletivo naříznou a inokulují polyakrylamidovým gelem s larvami hlístice. Gel chrání hlístice před vyschnutím, takže aplikací asi jednoho milionu larev na 10 až 20 stromů je zajištěna téměř 100% parazitace pilořítek vyříznutých z takto ošetřeného stromu. Principem ochrany je tedy sterilizace samic pilořítek, vedoucí ke snížení populační hustoty tohoto hmyzu a tím k omezení šíření fytopatogenní houby. Příkladem obrovského úspěchu používání hlístice *B. siricidicola* budiž za všechny Tasmánie. Na přelomu 60. a 70. let 20. stol. tam pilořitky zničily asi 10 % borovic montereyských ročně. Roku 1972 byly hlísticemi inokulovány napadené stromy z každé desáté řady. O rok později byla zaznamenána 86% parazitace pilořítek a následující sezonu, tedy jen dva roky po aplikaci, už nebyl v ošetřených lokalitách nalezen žádný nový napadený strom.

Allantonematidae

Zástupci této čeledi parazitují především v larvách dvoukřídlého hmyzu (*Diptera*), ale některé druhy napadají i závažné přenašeče rostlinných virů, trásněnky (*Thysanoptera*). Nejlépe propracovaný model biologické ochrany v rámci čeledi představuje *Thripinema nickelwoodi*. Zástupci rodu *Thripinema* jsou obligátní paraziti trásněnek, jež infikují v jejich přirozeném prostředí – na bážích listů, v listových pupenech nebo poupatech. Hlístice ve stadiu nedospělé samice, která dokáže aktivně vyhledávat trásněnku, obvykle proniká do těla hostitele proražením intersegmentální membrány (vazivové membrány umožňující vzájemnou pohyblivost tělních článků hmyzu). Uvnitř těla dojde k dramatickému růstu, na jehož konci je dospělá parazitická samice oválného tvaru, která se partenogeneticky množí. Larvy čtvrtého instaru opouštějí svého hostitele řitním otvorem nebo kladélkem. V jednom hostiteli tak *Thripinema* realizuje pouze jednu generaci. Zajímavým fenoménem je, že si tyto paraziti vybírají jako hostitele téměř výhradně samice trásněnek, zatímco samci bývají napadáni velmi zřídka. Napadený samec obvykle uhynie dříve než samička, u které se negativní vliv infek-



ce na délku života nikterak neprojevuje. Důvodem by mohl být fakt, že samci méně přijímají potravu. Parazitace nevede ke smrti jedinců, ale jejím výsledkem je téměř úplná sterilita samic trásněnek, jež způsobí naprosté zhroutení populace.

Celkem známe pět druhů rodu *Thripinema*, napadajících 11 druhů trásněnek. Nejznámějšími zástupci jsou *T. nickelwoodi* a *T. fuscum*. Oba parazitují u trásněnek západní (*Frankliniella occidentalis*) – nebezpečného škůdce přenašečícího rostlinné viry i v ČR. V Evropě je hlavním přenašečem viru bronzovitosti rajčete (TSWV, Tomato Spotted Wilt Virus), který kromě rajčat silně poškozuje i stovky dalších druhů rostlin z více než 70 čeledí na celém světě s výjimkou Antarktidy. V praxi se zatím tyto hlístice nepoužívají, ale technologie jejich chovu i úspěšné pokusné aplikace jsou již známy.

Dvoukřídlý hmyz napadá např. *Howarda husseyi*, jejímž hostitelem je hrbilka *Megaselia halterata* (*Phoridae*). Larvy této mouchy často škodí např. v pěstírnách žampionů. Invazním stadiem je, jako u většiny zástupců čeledi *Allantonematidae*, oplozená samice, resp. larva čtvrtého stadia s diferencovaným pohlavím a schopností páření. Po proniknutí kutikulou do tělní dutiny hostitele se larvy svlékají a vyvíjejí se v parazitické samice. Při kuklení hostitele dozrají hlísticím vajíčka a začíná kladení. Vajíčka se však vylihnou až v dospělé hrbilce, kde se první larvy parazita svléknou a proniknou do vejcovodů. Odtud posléze putují společně s vajíčky mimo tělo hostitele a dokončí vývoj v substrátu vhodném pro hostitelské larvy. Dospělí samci se páří se samičími larvami

7 Životní cyklus hlístice *Sphaerularia bombi* z čeledi *Sphaerulariidae* napadající královny čmeláků (*Bombini*). Orig. V. Půža

8 Bázlivec olšový (*Agelastica alni*) usmrcený hlísticemi z řádu strunic (*Mermithida*)
9 Strunicemi bývají napadáni i škvorci (*Dermaptera*). Na obr. usmrcený jedinec s vyhrzlým tukovým tělesem a klubkem strunic. Snímky: J. Nermuť, pokud není uvedeno jinak

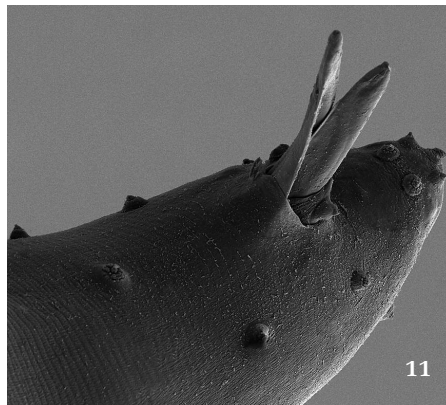
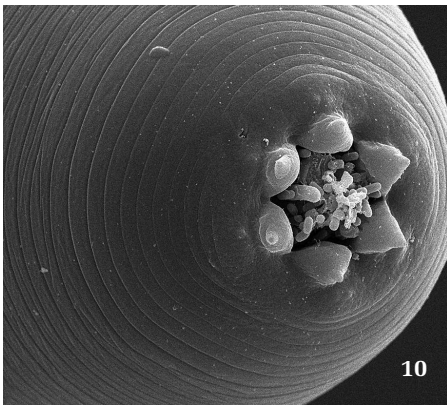
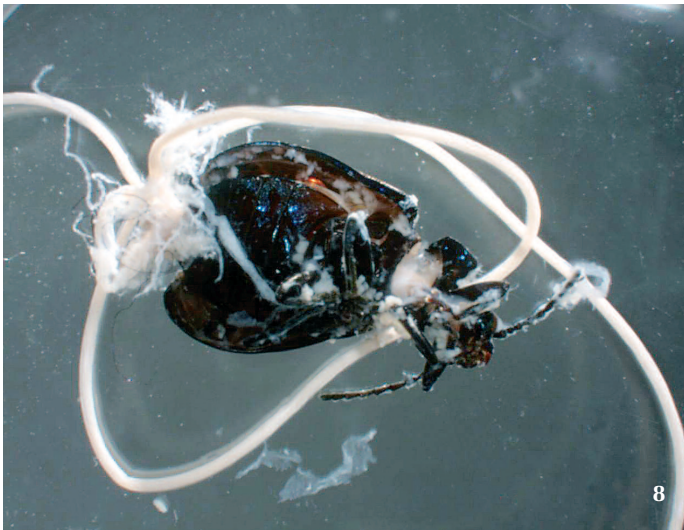
10 Hlavová část samice hlístivky *Heterorhabditis beicherriana* (*Heterorhabditidae*) se symbiotickými entomopatogenními bakteriemi. Foto Z. Mráček

11 Zadní část těla samce hlístivky *Steinernema carpocapsae* (*Steinernematidae*) se spikulami (jehlice sloužící k uchycení na samici při páření). Foto Z. Mráček

čtvrtého stadia a celý cyklus se opakuje. *H. husseyi* obvykle svého hostitele nezabíjí, pouze sterilizuje. Zároveň však způsobuje destrukci tukového tělesa, což má za následek výrazné zkrácení života parazitovaného jedince asi na 6 dní u samic a pouhé dva dny u samců (neparazitované samice žijí asi 16 a samci 10 dní). Samci hrbilek ovšem pro parazita znamenají „slepou uličku“, ve které uhynie bez možnosti reprodukce.

Sphaerulariidae

Hlístice této čeledi, které zmíníme na závěr, zřídka zabíjejí svého hostitele. Většinou způsobují jeho sterilitu, zpoždění vývoje nebo změny v chování. Parazitují u čmeláků (*Bombini*), dvoukřídlých (smut-



nicovití – *Sciaridae*, bejломorkovití – *Cecidomyiidae*) a u kůrovcovitých brouků (*Scolytinae*).

Jedním z nejzajímavějších druhů této čeledi je bezpochyby *Sphaerularia bombi*, parazit královen čmeláků (obr. 7). Volně žijící infekční stadium hlístice představuje oplozená samice, která vyhledává a napadá hibernující (zimující) královny v zimovací komůrce. Pokud je úspěšná,

pronikne do těla hostitele tělními otvory a dostává se do hemolymfy, kde roste. Přítom dochází zejména k obrovskému rozvoji dělohy, jež může mít délku až 2 cm a zároveň slouží k zajištění dostatečného příjmu živin z těla hostitelské královny. Hlístice obvykle dosáhne dospělosti v době, kdy královny opouštějí své zimní úkryty. Královna jako obvykle začíná hledat nektar a pyl, ale parazit ovlivňuje

endokrinní orgán nazývaný přilehlá tělíska (*corpora allata*) a blokuje signál k dozrávání vaječnic. Královna se tak nesnaží najít místo k hnízdění, ale chová se stejně jako na podzim při vyhledávání úkrytu pro přezimování. Hlístice opouštějí královnu nejčastěji řitním otvorem jako třetí larvální stadium a čmelák později hyne. Hlístice se asi po 50 dnech v půdě svlékají do čtvrtého stadia a zhruba o dva týdny později dospívají, páří se a oplodněné samice začnou hledat nové královny čmeláků.

Neméně zajímavý je další druh této čeledi, *Tripilus sciarae*, jenž na rozdíl od většiny ostatních jejích zástupců přímo způsobuje smrt hostitele. Tím jsou larvy dvoukřídlého hmyzu – bejloomerek (původců hálek na rostlinách) a smutnic, známých jako drobné černé třetky poletující kolem květináčů v domácnostech. Invazním stadiem je dospělá oplozená samice uzavřená v kutikule předchozího čtvrtého larválního instaru. To s sebou nese určité zvláštnosti při průniku do hostitele. Nejprve se hlístice na hostitele přichytí a pomocí sekretů jícnových žláz rozpustí kutikulu předchozího instaru. Následně opět za pomoci sekretu žláz prorazí styletem cestu dovnitř hmyzí larvy. Svlečená kutikula obvykle zůstává přichycena na povrchu hostitele. Parazitace se účastní pouze samice, které zhruba týden po úspěšné invazi začnou klást vajíčka. Larvy se vyvíjejí až do čtvrtého instaru, kdy hostitele opouštějí, a pokud je ještě ve fázi larvy či kukly, způsobí jeho usmrcení. U dospělých much dochází pouze ke sterilizaci. V půdě larvy hlístice během dvou dní dospějí a dospělci se páří. Samci poté uhynou, zatímco samice mohou při hledání hostitele ve vlhké půdě žít až dva týdny.

Parazitické hlístice hmyzu, jimž jsme věnovali tento článek, nejsou (až na některé výjimky) středem zájmu široké odborné nebo laické veřejnosti. Přesto tito nenápadní a neznámí obyvatelé nejrůznějších suchozemských i vodních ekosystémů hrají nezastupitelnou roli v přirozené regulaci hmyzích populací. A když ne pro to, tak snad pro jejich mnohdy zajímavé a neuvěřitelně složité životní cykly si zaslouží dostat se do širšího povědomí.

Vznik článku o parazitických hlísticích hmyzu byl podpořen projektem GA ČR P504/12/2352.

Tab. 1 Přehled hlavních čeledí a příkladů druhů entomopatogenních a entomoparazitických hlístic a jejich nejčastějších hostitelů

Čeleď	Druh	Hostitel
<i>Steinernematidae</i> (hlístovky)	<i>Steinernema feltiae</i>	např. půdní larvy dvoukřídlých (<i>Diptera</i>) nebo motýlů (<i>Lepidoptera</i>)
<i>Heterorhabditidae</i> (hlístovky)	<i>Heterorhabditis megidis</i>	nejrůznější druhy půdního hmyzu, např. larvy brouků (<i>Coleoptera</i>)
<i>Mermithidae</i> (strunice)	<i>Mermis nigrescens</i> <i>Romanermis culicivora</i>	rovnokřídlí (<i>Orthoptera</i>) dvoukřídlí – komáři (<i>Culicidae</i>)
<i>Phaenopsitylenchidae</i>	<i>Beddingia siricidicola</i>	pilořitky rodu <i>Sirex</i> a <i>Xeris</i>
<i>Allantonematidae</i>	<i>Thripinema nickelwoodi</i>	třásněnky (<i>Thysanoptera</i>)
<i>Sphaerularidae</i>	<i>Sphaerularia bombi</i>	čmeláci (<i>Bombini</i>)
<i>Syrphematidae</i>	<i>Syrphonema intestinalis</i>	pestřenky (<i>Syrphidae</i>)
<i>Carabonematidae</i>	<i>Carabonema hasei</i>	střevlci (<i>Carabidae</i>)
<i>Panagrolaimidae</i>	<i>Panagrolaimus spondyli</i>	tesařík borový (<i>Spondylis buprestoides</i>)
<i>Tetradonematidae</i>	<i>Tetradonema plicans</i>	smutnice (<i>Sciaridae</i>)
<i>Oxyuridae</i>	<i>Leidynema appendiculatum</i>	šváb <i>Periplaneta americana</i>
<i>Thelastomidae</i>	<i>Thelastoma icemi</i>	šváb <i>P. americana</i>
<i>Subuluridae</i>	<i>Subulura brumpti</i>	škvor <i>Anisolabis annulipes</i> (mezihostitel, hostiteli jsou ptáci)
<i>Diplogasteridae</i>	<i>Pristionchus uniformis</i>	mandelinka bramborová (<i>Leptinotarsa decemlineata</i>)
<i>Fergusobiidae</i>	<i>Fergusobia curriei</i>	žlabatky rodu <i>Fergusonina</i>
<i>Rhabditidae</i>	<i>Rhabditis insectivora</i>	kozlík <i>Dorcus parallelipedus</i>
<i>Aphelenchoididae</i>	<i>Parasitaphelenchus oldhami</i>	bělokaz jilmový (<i>Scolytus scolytus</i>)